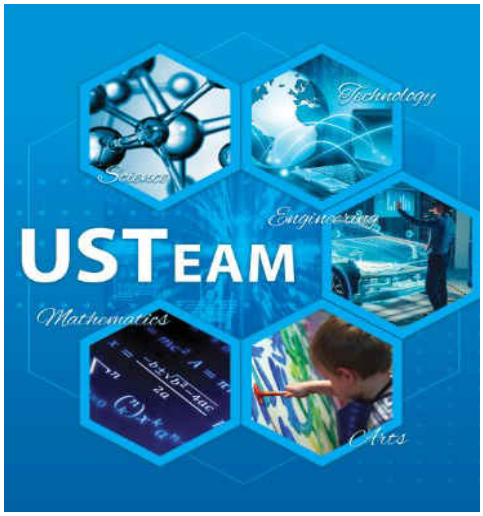
Ministerul Educaţiei și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare
Universitatea de Stat din Tiraspol
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău
Institutul pentru Dezvoltare și Inițiative Sociale (IDIS) „Viitorul”

PROCEEDINGS
of The Second International Scientific Conference
„INTER /TRANSDISCIPLINARY APPROACHES IN THE TEACHING OF THE REAL SCIENCES, (STEAM CONCEPT) ”



MATERIALELE
Conferinței Științifice Internaționale
„ABORDĂRI INTER/TRANSDISCIPLINARE ÎN PREDAREA ȘTIINȚELOR REALE, (CONCEPT STEAM)”, ediția a doua

Chisinau, Republic of Moldova
October 28 – 29, 2022

CZU: 37.016:[5+6+004](082)=135.1=111=161.1
A 13

The Scientific Committee / Comitetul ştiintific:
Liubomir CHIRIAC, President of the Scientific Committee, professor, doctor habilitatus, UST/USPC
Eduard COROPCEANU, professor, doctor, rector of UST
Anton FICAI, professor, doctor, University Polytechnica of Bucharest, Romania
Radu CONSTANTINESCU, professor, doctor, University of Craiova, Romania
Norbert PIKULA, professor, doctor habilitatus, Pedagogical University of Cracow, Poland
Cristian VOICA, professor, doctor, University of Bucharest, Romania
Naela COSTICA, professor, doctor, "A.I. CUZA" University of Iaşi, Romania
Andrey DAVIDENCO – professor, doctor habilitatus, University of Chernigov, Ukraine
Vasile EFROS, professor, doctor, "Ştefan cel Mare" University of Suceava, Romania
Victor GUZUN, professor, Technological University of Tallinn, Estonia
Ilie LUPU, professor, doctor habilitatus, UST/USPC
Anatol GREMALSCHI, professor, doctor habilitatus, UST/USPC
Inga ŢIŢCHIEV, associate professor, doctor, director of IMI
Svetlana COJOCARU, professor, doctor habilitatus, vice-president of ASM, ASM correspondent member
Krasimir MANEV, professor, doctor, New Bulgarian University, Sofia, Bulgaria
Constantin GAINDRIC, professor, doctor habilitatus, ASM correspondent member

The Organizing committee / Comitetul organizatoric:
Angela GLOBA, President of the Organizing Committee, associate professor, doctor, UST/USPC
Ecaterina MYCHAILOVA, doctor, Bulgaria
Biserka YOVCHEVA, associate professor, doctor, Konstantin Preslavsky University of Shumen, Bulgaria
Margarita NIJEGORODOVA, associate professor, doctor, State University of Vyatka, Russia
Andrei BRAICOV, associate professor, doctor, dean UST/USPC
Nicolae ALUCHI, associate professor, doctor, dean UST/USPC
Ion MIRONOV, associate professor, doctor, decan UST/USPC
Dumitru COZMA, professor, doctor habilitatus, Head of the Mathematical Analysis and Differential Equations Department, UST/USPC
Dorin AFANAS, associate professor, doctor, head of the Algebra, Geometry and Topology Department, UST/USPC
Igor POSTOLACHI, associate professor, doctor, head of the Theoretical and Experimental Physics Department, UST/USPC
Eugenia CHIRIAC, associate professor, doctor, head of the Plant Biology Department, UST/USPC
Elena SOCHIRCĂ, associate professor, doctor, head of the Human, Regional Geography and Tourism Department, UST/USPC
Ala GASNAŞ, associate professor, doctor, UST/USPC
Dorin PAVEL, associate professor, doctor, UST/USPC
Maria PAVEL, associate professor, doctor, UST/USPC
Tatiana VEVERIŢA, associate professor, doctor, UST/USPC
Natalia LUPAŞCO, associate professor, doctor, UST/USPC
Natalia JOSU, associate professor, doctor, UST/USPC
Teodora VASCAN, associate professor, doctor, UST/USPC
Larisa SALI, associate professor, doctor, UST/USPC
Lucia CĂPĂŢÎNĂ, associate professor, doctor, UST/USPC
Viorel BOCANCEA, associate professor, doctor, UST/USPC

Recommended for publication
by the Council of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies TSU/USPC

RESPONSIBILITY FOR THE CONTENT OF PUBLISHED MATERIALS
BELONGS EXCLUSIVELY TO THE AUTHORS

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAŢIONALE A CĂRŢII DIN REPUBLICA MOLDOVA
"Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)", conferinţă ştiinţifică internaţională (2 ; 2022 ; Chişinău). Materialele Conferinţei Ştiinţifice Internaţionale "Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM)" = Proceedings of The Second International Scientific Conference "Inter/transdisciplinary approaches in the teaching of the real sciences, (STEAM concept)", ediţia a 2-a, 28-29 Octombrie 2022, Chisinău / comitetul ştiinţific: Liubomir Chiriac (preşedinte) [et al.]; comitetul organizatoric: Angela Globa (preşedinte) [et al.]. – Chişinău: S. n., 2022 (Tipografia UST). – 527 p.: fig., il., tab.
Cerinţe de sistem: PDF Reader.
Antetit.: Min. Educaţiei şi Cercet. al Rep. Moldova, Agenţia Naţ. pentru Cercet. şi Dezvoltare, Univ. de Stat din Tiraspol [et al.]. – Texte: lb. rom., engl., rusă. – Rez. paral.: lb. rom.-engl., rom.-rusă, engl.-rusă. – Referinţe bibliogr. la sfârş art.
ISBN 978-9975-76-411-7 (PDF).
37.016:[5+6+004](082)=135.1=111=161.1
A 13

© Tiraspol State University / "Ion Creangă" State Pedagogical University, 2022
Typography UST / C.E.P. UPSC

TABLE OF CONTENT

Preface **7**

COMUNICATION IN PLENARY SESSION **9**
Achiri Ion. Transdisciplinary learning through STE(A)M projects 10
Alberdi Celaya Elisabete, **Álvarez González Irantzu**. Combining mathematics and engineering to contribute to sustainable mobility 15
Manev Krassimir. Contests grading systems in programming education 17
Yovcheva Biserka. The tasks in competitions as an element of the training of pupils competitors in informatics 29
Давиденко Андрей Андреевич. STEM approaches in teaching natural sciences 36

SECTION I. Inter / transdisciplinary approaches in the study of mathematics (STEAM concept) **41**
Afanas Dorin. The use of mathematics in intensity estimation wind for unmanned air vehicles ..42
Afanas Dorin, **Carchilan Lilia**. Application of mathematical models for unmanned air vehicles 48
Calmuțchi Laurențiu. Pages from the history of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies of the Tiraspol State University 58
Carchilan Lilia, **Afanas Dorin**. Developing and solving mathematical models in science and art through geometry 72
Ceban Ana. Organizing mental math activities for distance learners 79
Cerbu Vladimir. A jewel... STE(A)M 86
Cojocaru Ion, **Hariton Andrei**, **Calmuțchi Laurențiu**. The importance of studying mathematics by using the sequences from the history of mathematics didactics 91
Cozma Dumitru, **Sali Larisa**. Didactic aspects regarding the application of the definite integral in problem solving 102
Druța Rodica. The mobile phone - an obstacle or faithful associate of the student in the math lesson 107
Gherman Gabriela. Didactic methods of solving problems practiced by mathematics teachers in moldova in the years 1800-1900 113
Gracilă Cristina, **Ghimp Valentina**. The evolution of the notion of monomial and polynomial 118
Ispas Claudia-Nicoleta. Implementation of STE(A)M education in mathematics lessons in middle school: didactic aspects 124
Luşciov Nina. STEAM project "The road of one ia (national shirt)" 128
Măciuca Mirela. The genetic-historical method of the notions of the geometric compartment of mathematics 133
Maftea Serghei. Practical applications of Trigonometry in Physics 139

Marchitan Gabriela. History of the methodology of studying regular polyhedra in geometry ..143
Port Sergiu. Solving competitive geometry problems through the area concept 147
Rahimov Svetlana. The genetic-historical evolution of the notions of directly and inversely proportional dependence in mathematics.....151
Repeșco Vadim. Application of visual methods of teaching ratios and proportions.....155
Țarălungă Boris. On solutions to the diophantine equation $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}=\frac{19}{n}$ 160
Tataru Ionel. The history of the appearance of the first mathematics textbooks in Moldova of Stephen the Great and Saint and the mathematical terminology 163
Teleucă Marcel, **Sali Larisa**. Aspects of the development of mathematical modeling skills in extracurricular activities.....169
Ticu Luminița. The history of the expansion of the notion of number. Fractional numbers.....176
Vascan Teodora, Pogreban Aliona. About the STEAM projects recommended in the national curriculum in mathematics for secondary school 182
Vioreanu Marius. The genetic-historical method of studying the notion of a regular polygon ..188
Zaharia Rică. The genetic-historical method of studying quadratic equations.....193
Zastînceanu Liubov. Typology of STEM and STEAM activities in mathematics classes in general education 199
Руснак Елена. Some didactic aspects of the methodology of teaching mathematics 206

SECTION II. Studying informatics and information technologies from the STEAM perspective 213
Borș Olga. The development of students' skills in the field of ict through the implementation of interactive tools in the teaching-learning-evaluation process in the it discipline 214
Bostan Marina. Methodology of the study of graph traversal algorithms 219
Braicov Andrei, **Globa Angela**. Trigonometry for STEAM education.....229
Cernei Andriana. Experimental methods in the humanities, through the lens of educational policy documents 238
Chiriac Tatiana. Principles and pedagogical aspects of STEM education 245
Chiriac Liubomir, **Danilov Aureliu**. The methodology of the implementation of groupoid isotopes in the encryption / decryption of texts 256
Chiriac Liubomir, **Lupașco Natalia**, **Pavel Maria**. Historical-didactic approaches in studying artificial intelligence 266
Donos Inna. STEM projects in robotics to develop computational thinking.....276
Evdochimov Radames, **Popov Lidia**. The impact of the STEAM concept in the teaching / learning process of high school computer science.....281
Gasnaş Ala. Informatics and the STEAM concept 286
Ieşeanu Dumitru. eTwining portal – opportunity for sustainable development of education through stem projects 293

Iurco Veaceslav, **Cerbu Olga**, **Cravcenco Nichita, Gonța Vadim, Jalba Roman**. Transactions tracking and visualization tool in the blockchain.....298
Iurco Veaceslav, **Cerbu Olga**, **Turețchi Gabriel, Gonța Vadim**. Developing an application with the database manager H2 302
Josu Natalia, **Imihteev Elena**. Implementation of modern digital tools in the process of solving algebraic and transcendental equations.....308
Mihălache Lilia, **Chiriac Liubomir**. Using the chatbot in the teaching process to encourage and stimulate student performance 316
Pavel Maria, **Pavel Dorin**. Didactic premises regarding the valorization of interdisciplinarity in primary education 320
Popov Lidia, **Evdochimov Radames**. Using short video sequences when studying the learning unit "Document Processing" 328
Porombrica Maia. First steps in programming 333
Railean Elena. STEAM education pedagogy for teaching – learning real science in pre-university education 338
Stepanov Zahar, **Chiriac Liubomir**. Didactic approaches in the teaching-learning process of the SCRATCH language.....343
Țîcău Vitalie. Applying ORM to problem solving in economics.....347
Vascan Teodora. LEGO WEDO 2.0 – as a means of integrating school subjects in the primary cycle 353
Veverița Tatiana. The use of augmented and virtual reality in STEAM projects in primary grades 360
Богданова Виолетта, **Кириак Любомир**. Studying recursive algorithms from the position of STEAM in secondary education 366

SECTION III. Implementation of inter /transdisplinarity in the teaching-learning process of physics and technical sciences (STEAM concept).....372
Balmuș Nicolae, **Bocancea Viorel**, **Postolachi Igor**. Virtual laboratory works for the interactive digital textbook, physics, VIIth class.....373
Bocancea Viorel. Promotion of STEM/STEAM activities.....379
Calalb Mihail, **Dabija Viorel**. Assessment of lifelong learning skills formed in the 6th grade physics course 383
Calalb Mihail, **Zelenschi Irina**. Constructivist methods of teaching interactions in grade VII. Comparative analysis 388
Chistol Vitalie, **Tronciu Vasile**. The principle of quantum nonlocalism and the quantum inseparability of particles 394
Ciuvaga Victor. The use of renewable energy sources - the Stirling engine 399
Evtodiev Silvia, **Evtodiev Igor**. Experimental investigations of atmospheric pressure and gas pressure using the PS-3203 digital sensor.....403
Gratii Raisa, **Parfene Carolina**. Interdisciplinarity - transfer of concepts and ideas.....411

Horozov Ivan, **Postolachi Igor**. Spectral analysis of light sources with the spectrometer (VIS) • PS-2600 416
Iftodi Irina. Digital competence - important mission in the STEAM interdisciplinary approach .. 426
Mihălache Alexei. STEM projects: method of powering administrative blocks, smart billboard 433
Pleșca Valeriu. The study of interdisciplinary connections between uniform rectilinear motion and linear function 437
Popa Mihail. Modern technologies for the preparation of perovskites and chalcogen solar cells 443
Postolachi Igor, **Balmuș Nicolae**, **Bostan Marina**. Application of graph theory in physics 449
Postolachi Igor, **Postolaki Valentina**. The study of sound waves in the school physics course 458
Tiron Tatiana. STE(A)M project: "Study of the nature of light – the mixture of primary colors" 466
Давиденко Андрей Андреевич. STEM project ideas that appear in physics classes 471
Постолаки Валентина, **Руснак Ольга**. STEM project - smart medical salon 476

SECTION IV. Integration of STEAM in the process of studying biology, chemistry and geography 481
Cazacioc Nadejda. Aspects of the implementation of the STEAM educational concept within the etwinning project "Explorators XXI" 482
Cazacioc Nadejda, **Șeremet Ileana Simona**. The role of STEAM education in the development of the path of the educable's own formation – results, interactions, changes 488
Chiriac Eugenia. *Indigofera* species, source of indigo - the most valuable and used natural "dye" in the world 493
Cuțulab Ala, **Prescur Marina**. STEAM projects - stimulation of creative imagination through a biological prism 498
Olari Victoria, **Zavtur Ludmila**. The STEM/STEAM/STREAM concept – an imperative of the 21st century 503
Raileanu Dina. Ways to implement information technologies in biology classes through STEAM projects 507
Șveț Aurelia. Motivating active learning through STEAM project in biology lessons 511
Țânculescu Elena-Camelia. Bioscience – integrated curriculum at the school decision for high school education – natural sciences 516
Vascan Teodora, Gratie Aliona. Interdisciplinary aspects in the teaching of science in 5th g rade 523

PREFAȚĂ

În cadrul celei de-a II ediții a **Conferinței Internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)" organizată de Universitatea de Stat din Tiraspol/Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă", Institutul pentru Dezvoltare și Inițiative Sociale "Viitorul" și găzduită de Facultatea de Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale** au fost prezentate rapoarte științifice care au trezit un interes sporit referitor la aplicarea practică a conceptului STEAM. Au fost argumentate și demonstrate noi abordări metodice și produse didactice care ar putea să contribuie la creșterea interesului elevilor și studenților privind studierea științelor reale. Cele circa 104 comunicări au generat soluții practice privind dezvoltarea și implementarea metodologiei studierii științelor reale. Conferința a asigurat un climat favorabil și un spațiu de dialog atractiv în care savanții atât din țară cât și de peste hotare și-au împărtășit realizările obținute.

Începând cu anul 2007, educația STEAM (STEAM: Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics (en) – Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă, Matematică), constituindu-se prin fuziunea artelor cu educația STEM, a început să se dezvolte intens în întreaga lume. Termenul de artă în contextul educației STEAM a fost considerat în diferite moduri (Perignat, & Katz-Buonincontro, 2019): *arte vizuale (pictură, design, desen, fotografie, sculptură, arta media); arta spectacolului (dans, muzică, teatru), estetica, arte meșteșugărești; arte liberale și științe umaniste.*

Educația STEAM în funcție de tipul de integrare al disciplinelor (Perignat, & Katz-Buonincontro, 2019) este abordată din mai multe perspective: *educație STEAM transdisciplinară*, care implică fuziunea totală a disciplinelor; *educație STEAM interdisciplinară*, în care o tema reprezintă punctul comun dintre discipline; *educație STEAM multidisciplinară*, care presupune o colaborare între mai multe discipline, însă acestea nu fuzionează; *educația STEAM transversală*, în care se practică examinarea/ observarea unei discipline prin perspectiva altei discipline.

Educația STEAM contribuie la creșterea interesului și motivației tinerilor pentru studierea științelor reale care, după cum demonstrează statistica, a scăzut simțitor în ultimii 8-10 ani în Republica Moldova. Totodată educația STEAM contribuie la formarea abilităților și competențelor pentru obținerea unei specialități care necesită o pregătire fundamentală în domeniul științelor reale.

În alt context educația STEAM facilitează procesul cognitiv, stimularea gândirii critice al tinerilor privind soluționarea problemelor practice la diverse discipline reale, inclusiv de matematică. La fel, contribuie enorm la îmbunătățirea inovației și procesului creativ, ceea ce stimulează orientarea tinerilor spre știință, industrie, tehnologie, inteligență artificială, etc., contribuind astfel la creșterea unei noi generații de oameni de știință, ingineri, tehnologi,

specialiști IT, etc. În felul acesta direcționarea tinerilor spre economia reală se va face mai convingător, mai credibil și mai eficient.

Echipa facultății de Fizică, Matematică și Tehnologii Internaționale (FMTI) speră extrem de mult că prin intermediul acestui eveniment cât și prin multe alte activități orientate spre Educația STEAM își aduce aportul la modernizarea sistemului educațional în Republica Moldova. La fel, credem că publicațiile din acest volum vor fi de bun augur pentru toți acei interesați de acest modern concept STEAM privind educația tinerii generații.

Facultatea de Fizică, Matematică și Tehnologii Internaționale a fost constituită în anul 1930, în cadrul Universității de Stat din Tiraspol, și este prima facultate din sistemul de învățământ superior din țară. În urma războiului transnistrean din 1992 a fost izgonită de forțele separatiste din orașul Tiraspol și evacuată în Chișinău, unde continue să activeze până în prezent.

Maria Pavel,
Dr. conf. universitar,
Comitetul de organizare

Liubomir Chiriac,
Dr. habilitat, prof. universitar,
Președintele Comitetului Științific

Communications in plenary session

Comunicări în sesiunea plenară

CZU: 37.091

ÎNVĂȚAREA TRANSDISCIPLINARĂ PRIN PROIECTE STE(A)M

Ion ACHIRI, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-8874-2329
UPS „I. Creangă", Republica Moldova

Rezumat. În articol se abordează problema învățării transdisciplinare prin proiecte STEM/STEAM. Formarea competențelor-cheie necesită reconfigurarea învățării în contextul realizării transdisciplinarității. Este descrisă metodologia elaborării Hărții tehnologice de realizare a unui proiect STE(A)M. Harta tehnologică este exemplificată pentru proiectul STEAM „Covorul moldovenesc".
Cuvinte cheie: învățarea transdisciplinară, proiecte STEM/STEAM, motivație, competențe, harta tehnologică.

TRANSDISCIPLINARY LEARNING THROUGH STE(A)M PROJECTS

Summary. The article addresses the issue of transdisciplinary learning through STEM/STEAM projects. The formation of key- competences requires the reconfiguration of learning in the context of achieving transdisciplinarity. The methodology for the development of the Technological Map for the realization of a STE(A)M project is described. The technological map is exemplified for the STEAM project "Moldovan Carpet".
Keywords: transdisciplinary learning, STEM/STEAM projects, motivation, skills, technology map.

Obiectivele majore ale învățământului în Republica Moldova sunt determinate de cele 9 competențe-cheie din Codul Educației, care se cere a fi formate la finele școlarizării:

a) *competenţe de comunicare în limba română;*
b) *competenţe de comunicare în limba maternă;*
c) *competenţe de comunicare în limbi străine;*
d) *competenţe în matematică, în ştiinţe şi tehnologie;*
e) *competenţe digitale;*
f) *competenţa de a învăţa să înveţi;*
g) *competenţe sociale şi civice;*
h) *competenţe antreprenoriale şi spirit de iniţiativă;*
i) *competenţe de exprimare culturală şi de conştientizare a valorilor culturale* [2].

Recomandările Parlamentului European şi ale Consiliului Uniunii Europene privind competențele-cheie din perspectiva învățării pe parcursul întregii vieți (Bruxelles, 2018) stabilesc opt competențe-cheie:

1. *competenţe de alfabetizare;*
2. *competenţe lingvistice;*
3. *competenţe în domeniul matematicii, ştiinţei, tehnologiei şi ingineriei;*
4. *competenţe digitale;*
5. *competenţe personale, sociale şi de învăţare;*
6. *competenţe civice;*

7. *competenţe antreprenoriale;*
8. *competenţe de sensibilizare şi expresie culturală* [4].

Școala monodisciplinară, așa cum este asftăzi cea din Republica Moldova, nu se isprăvește cu sarcina privind formarea acestor competențe. Deci, se cere reconfigurarea învățării. Această reconfigurare poate fi realizată prin implementarea învățării transdisciplinare, inclusiv prin proiecte STEM și STEAM. [1]

Educația STEM reprezintă un concept educațional bazat pe ideea de predare integrată, transdisciplinară a Științelor, Tehnologiilor, Ingineriei și Matematicii. Aceste discipline sunt predate realizând legătura cu realitatea, bazându-se pe observația directă, pe experimente, pe cercetare, pe logică.

Învățarea pe bază de proiecte PBL (Project Based Learning), se bazează pe ideea că elevul își construiește baza de cunoștințe preponderent pe seama experiențelor personale. Învățarea pe bază de proiecte, este centrată pe elevi, oferindu-le acestora spațiul și contextul colaborării și explorării problemelor și provocărilor realității vieții de zi cu zi. Prin această metodă nu se transmit noțiuni de la profesor către elevi, ci se favorizează procesul de cercetare, dobândire, colaborare și implicare activă pentru soluționarea anumitor probleme sau provocări.

Astfel, învățarea prin proiecte STE(A)M este una transdisciplinară, și:

- *dezvoltă gândirea critică și autocritică a elevului;*
- *încurajează inovația;*
- *dezvoltă capacitatea de a colabora și a comunica eficient cu ceilalți atunci când abordează o problemă și când formulează soluții;*
- *produce înțelegerea prin experimentare;*
- *sporește motivația pentru învățare;*
- *intensifică formarea competențelor.*

STEAM (Științe, Tehnologii, Inginerie, Arte și Matematică) este o nouă abordare a conceptului STEM, ce implică folosirea principiilor STEM împreună cu integrarea tuturor disciplinelor umaniste și a artelor.

Astfel, în practica educațională, se evidențiază următorul specific al STE(A)M:

1. ***Educația STEM/STEAM*** – realizarea orelor STE(A)M incluse în Planul Cadru de învățământ și, deci, în orarul școlii.
2. ***Activități STEM/STEAM*** – realizate de către profesor în cadrul lecțiilor la disciplna pe care o predă (Matematica, Fizica, Chimia, Biologia, Informatica).
3. ***Proiecte STEM/STEAM*** - proiecte transdisciplinare, realizate, de regulă în cadrul ariei curriculare Matematică și Științe, cu participarea cadrelor didactice, care predau discipline socioumanistice, Arte etc.

Curriculumul școlar, ediția 2019, propune cadrelor didactice diverse subiecte privind realizarea proiectelor STEM și STEAM. De exemplu, la Matematică se propune proiectul STEAM ”***Casa mea de vis***” (clasa a XII-a), la Fizică – proiectul STEM ***„Economisirea***

energiei electrice„**(**clasa a VIII-a), la Chimie - proiectul STEM „***Om-chimie-mediu”***(**clasa a X-a), la Biologie – proiectul STEAM *„**Originalitate prin diversitate”*** (clasa a VI-a), la Informatică - proiectul STEAM ***Crearea unui site („Școala mea”, „Orașul meu”, „Satul natal”, „Magazin”)*** (clasa a X-a), etc.

Comparând sistemul de competențe-cheie, stipulate în Codul Educației al Republicii Moldova, și cel determinat de Parlamentul European şi de Consiliul Uniunii Europene, privind competențele-cheie din perspectiva învățării pe parcursul întregii vieți, evidențiem că aspectele privind formarea competențelor în domeniul ingineriei nu sunt prezente în documentele de politici educaționale din Republica Moldova. În acest context e important ca în cadrul realizării proiectelor STE(A)M, în mod obligatoriu, să fie incluse aspectele inginerești.

Pentru realizarea cu succes a proiectelor STE(A)M e necesar de elaborat **HARTA TEHNOLOGICĂ A PROIECTULUI .**

În continuare propunem ca model **Harta tehnologică** a proiectului STEAM „**Covorul moldovenesc” :**

- ***Clasele:*** X-XII - echipe a câte 6-8 elevi din fiecare clasă (competiție între clase).
- ***Obiective****:*

1. *evidențierea aspectelor istorice privind conceptualizarea covorului moldovenesc;*
2. *analiza modelelor de covoare moldovenești din Republica Moldova și România;*
3. *evidențierea aspectelor estetice ale covoarelor moldovenești;*
4. *realizarea excursiilor didactice la fabricile de covoare din Republica Moldova sau participarea la activitățile de master-clas, realizate de meșterii populari din localitate;*
5. *elaborarea unor modele noi de covoare;*
6. *realizarea proiectului în parteneriat cu elevii din România.*

- ***Domenii***: Fizică, Chimie, Biologie, Matematică, Informatică, Geografie, Istorie, Ingenerie, Arte.
- ***Colaboratori***: profesorii de matematică, fizică, chimie, biologie, informatică, limba și literatura română, istorie, geografie, arte.
- ***Consultanți invitați****:* meșteri populari*,* ingeneri, tehnologi, tehnicieni, părinți ș.a.
- ***Produse finale*****:**
  - analize privind istoria dezvoltării conceptului *covor moldovenesc;*
  - aspecte de comparare a modelelor de covoare din Republica Moldova și România;
  - modele noi de covoare;
  - expoziții ale covoarelor din localitate;
  - evidențierea importanței covorului pentru societate;
  - evidențierea rolului covorului în opere de artă.
- ***Tehnologii:*** tehnologii digitale, utilizarea camerei video, calculatorul, Internetul, excursii, master-clas ș.a.

- **Perioada realizării proiectului**: 2 luni.
- ***Prezentarea rezultatelor*:**
  - Activitate desfășurată, în baza scenariului elaborat, în mod festiv după ore, utilizând prezentări Power Point, video, opere de artă, modele, expoziții, scenete literare, poezii, poeme dedicate covorului etc.
  - Echipele vor prezenta produsele, rezultatele obținute juriului format din cadre didactice, ingineri, tehnologi, specialiști în domeniul respectiv.
- **Evaluarea în cadrul proiectelor STEM/STEAM:**

Evaluarea proiectului se face în raport cu următoarele criterii:

- *validitatea proiectului* vizează gradul în care acesta acoperă unitar și coerent, logic și argumentat tema propusă;
- *completitudinea proiectului* se reflectă în felul în care au fost evidențiate conexiunile și perspectivele transdisciplinare ale temei, competențele și abilitățile de ordin teoretic și practic și maniera în care acestea servesc conținutului științific;
- *elaborarea şi structurarea proiectului* în ceea ce privește acuratețea, rigoarea și coerența demersului științific, logica și argumentarea ideilor, corectitudinea concluziilor;
- *creativitatea* vizează gradul de noutate pe care-l aduce proiectul în abordarea temei sau în soluționarea problemei;
- *calitatea produsului obţinut şi eficienţa acestuia;*
- *prezentarea şi susţinerea publică a proiectului.*

a) Pentru ***realizarea în grup*** a proiectelor transdisciplinare de tipul STEM/STEAM ***se recomandă*** ca elevii **să nu fie apreciați cu note.** Se posibilă aprecierea lor în stilul competițiilor sportive - ocuparea locurilor I, II, III etc., cu înmânarea medaliilor, diplomelor, cupelor ș.a. Participarea la astfel de proiecte ar trebui să producă **doar plăcere** elevilor, cadrelor didactice, părinților, invitaților etc.

b) În cazul ***realizării individuale*** a proiectului STE(A)M elevul poate fi apreciat **cu note.**

Considerându-se că deschide calea către atingerea unui nivel epistemologic superior, transidisciplinaritatea este ridicată la rangul de „noua viziune asupra lumii”. Problematica transdisciplinarității are două laturi esențiale:

- latura filosofică, care ține de promovarea unei viziuni și a unei noi înțelegeri a realității în general și a realității educaționale în special - ***atitudinea transdisciplinară;***
- latura metodologică, care ține de dezvoltarea unor modalități concrete de utilizare a diverselor trepte ale integrării în procesul educațional- ***competența transdisciplinară.***

Învățarea transdisciplinară prin proiecte STE(A)M *(Project Based Learning),* contribuie eficient la realizarea atât a laturii filosofice, cât și a celei metodologice, inclusiv

la majorarea interesului și motivației elevilor pentru învățare. Astfel școala, realizând astfel de proiecte, sperăm, își va atinge obiectivul major privind pregătirea eficientă a absolvenților pentru viață, formând și dezvoltând competențele respective.

În concluzie evidențiem, că nici un proces educațional modern din orice țară nu poate fi realizat doar din viziunea transdisciplinară. **Este necesară corelarea armonică a monodisciplinarității, interdisciplinarității, pluridisciplinarității și transdisciplinarității la diverse trepte de învățământ**. [3]

Bibliografie

1. *Cadrul de referinţă al curriculumului naţional*. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării Chișinău: Lyceum, 2017.
2. *Codul Educaţiei al Republicii Moldova*. Chișinău, 2014.
3. NICOLESCU, B. Transdisciplinaritatea: Manifest. Iaşi: Junimea, 2007. ISBN 978-973-719-456-5.
4. RECOMANDAREA CONSILIULUI UNIUNII EUROPENE din 22 mai 2018 privind competențele-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții. https://eur-lex.europa.eu

CZU: 378

COMBINING MATHEMATICS AND ENGINEERING TO CONTRIBUTE TO SUSTAINABLE MOBILITY

Elisabete ALBERDI CELAYA
https://orcid.org/0000-0001-9595-0399
Irantzu ÁLVAREZ GONZÁLEZ
https://orcid.org/0000-0003-4444-292X
Faculty of Engineering Bilbao, University of the Basque Country (UPV/EHU)

Abstract.

We are going to present a project that we have developed in our university in the Civil Engineering degree in which we integrate mathematics and engineering to contribute to sustainability. The main purpose of this project has been to incorporate sustainability into the curriculum of the aforementioned degree and in Final Degree Projects.

The transport and supply infrastructure aimed at civil engineering has a major impact on the environment and climate change, and their proper planning and design can contribute significantly to the fight against climate change and the challenge of a more sustainable society. For this, two different approaches have been analysed and proposed.

On the one hand, mathematical modeling has been used in real processes, addressing different decision-making techniques and enabling process efficiency. Using problems and projects-based learning methodologies, genetic algorithms (GA) have been applied in the calculation of optimal routes, contributing to fuel savings and generating less environmental pollution.

On the other hand, the design of transport infrastructures is proposed to access the Biscay Campus (Leioa) by bicycle and electric scooter, which can contribute significantly to the sustainability of the university itself. In this way, three new cycle routes have been designed, which start from the three municipalities that send the most students to the Biscay campus, and run along roads with low speed, minimum slope and necessary width. Besides this, a specific lane for electric scooters has been designed that starts at the Leioa metro station and ends at the Leioa campus itself.

With the design of these new infrastructures, it is intended to work on sustainability in the Civil Engineering degree through Final Degree Projects that design sustainable infrastructures and contribute, in turn, to the sustainability of our university and society.

Keywords: sustainability, mobility, civil engineering, heuristic methods, routes, agenda 2030.

COMBINAREA MATEMATICII ȘI INGINERIEI PENTRU A CONTRIBUI LA MOBILITATEA DURABILĂ

Abstract.

Urmează să vă prezentăm un proiect pe care l-am dezvoltat în universitatea noastră la specialitatea de Inginerie Civilă, în care integrăm matematica și ingineria pentru a contribui la sustenabilitate. Scopul principal al acestui proiect a fost acela de a încorpora sustenabilitatea în curriculumul diplomei menționate mai sus și în proiectele finale de diplomă.

Infrastructura de transport și aprovizionare, care vizează inginerie civilă are un impact major asupra mediului și schimbărilor climatice, iar planificarea și proiectarea lor adecvată pot contribui semnificativ la lupta împotriva schimbărilor climatice și la provocarea unei societăți mai durabile. Pentru aceasta, au fost analizate și propuse două abordări diferite.

Pe de o parte, modelarea matematică a fost utilizată în procese reale, abordând diferite tehnici de luare a deciziilor și permițând eficiența procesului. Folosind metodologii de învățare bazate pe probleme și proiecte, au fost aplicați în calculul rutelor optime algoritmi genetici (GA), contribuind la economii de combustibil și generând mai puțină poluare a mediului.

Pe de altă parte, se propune proiectarea infrastructurilor de transport pentru a accesa Campusul Biscay (Leioa) cu bicicleta și scuterul electric, ceea ce poate contribui semnificativ la sustenabilitatea universității în sine. În acest fel, au fost concepute trei noi trasee de biciclete, care pleacă din cele trei municipii care trimit cei mai mulți studenți în campusul din Biscaia și parcurg drumuri cu viteză redusă, pantă minimă și lățime necesară. Pe lângă aceasta, a fost proiectata o bandă specifica pentru trotinete electrice care începe de la stația de metrou Leioa și se termină chiar în campusul Leioa.

Odată cu proiectarea acestor noi infrastructuri, se intenționează să se lucreze la sustenabilitate pentru specialitatea de Inginerie Civilă prin proiecte finale de licență, care proiectează infrastructuri durabile și contribuie, la rândul său, la sustenabilitatea universității și societății noastre.

Cuvinte cheie: durabilitate, mobilitate, inginerie civilă, metode euristice, rute, agenda 2030.

CZU: 004:378

CONTESTS GRADING SYSTEMS IN PROGRAMMING EDUCATION

Krassimir MANEV, Ph.D., Chief editor
https://orcid.org/0000-0002-3275-374X
Journal Mathematics and Informatics, Sofia, Bulgaria

Abstract. Programming contests are very popular form for attracting young people to the profession of program developers. Because of the nature of these contests for long years the evaluation of the contestants' works is performed with developed for the purpose Contest Grading Systems (GS) that spare time and eliminate evaluation mistakes. As the qualities of the contestants that are checked in a programming contest are the same with the qualities of the students that are prepared to be professional programmers are the same, GS could be successfully used in education in programming, too. In this paper we introduce GS – what they are, how they are used in evaluation of programming contest and how they could be used in education of programming. Different challenges that using of GS rise when they are used in such education are outlined and ways to cope with such system are discussed.
Key words: programming contests; evaluation of programs; contest grading systems; education in programming; programming training sites.

SISTEME DE EVALUARE A CONCURSURILOR ÎN EDUCAȚIA PRIVIND PROGRAMAREA

Abstract. Concursurile de programare sunt o formă foarte populară pentru atragerea tinerilor către profesia de dezvoltatori de programe. Datorită naturii acestor concursuri de ani îndelungați, evaluarea lucrărilor concurenților se realizează cu ajutorul Sistemelor de clasificare a Concurenților (GS) dezvoltate în acest scop, care economisesc timp și elimină greșelile de evaluare. Deoarece calitățile concurenților care sunt verificați într-un concurs de programare și calitățile studenților care sunt pregătiți să fie programatori profesioniști sunt aceleași, GS ar putea fi folosit cu succes și în formarea programatorilor. În această lucrare prezentăm GS – ce sunt acestea, cum sunt utilizate în evaluarea concursului de programare și cum ar putea fi utilizate în educația privind programarea. Sunt subliniate diferitele provocări cu care se confruntă în utilizarea GS atunci când sunt utilizate în astfel de educație și sunt discutate modalități de a face față unui astfel de sistem.
Cuvinte cheie: concursuri de programare; evaluarea programelor; sisteme de clasificare a concurenților; educație în programare; site-uri de instruire în programare.

1. Introduction

Using computers and computer programs in education is an inevitable trend nowadays in any domain but especially in the domains of Science, Technology, Engineering and Mathematics. Computer is the main instrument in education in Informatics and Information Technologies because the essence of these disciplines is the computer programming. But in education in programming computer could be not only an instrument and object of teaching programming. Computer applications could be used to help the process of education as well as in any other disciplines.

Nowadays competitions in programming (popular as programming Olympiads) actively use complex software system to optimize the organization of the events – so called *Contest*

Grading (or *Contest Management*) *Systems* – shortly *Grading Systems* (GS). Even if one GS has many components, its principle component is the *evaluating component*, dedicated to check the correctness and the efficiency of the solutions submitted by the contestants. That is why the GS could be extremely helpful in the education in programming. They could save enormous volume of teachers' work and to make in such a way the educational process more intensive and fruitful.

In this paper we would like to present shortly the history and functionalities of GS and to share our experience of using such systems for education in Programming and Algorithms.

2. What is a Grading System?

Programming contests consist of solving algorithmic tasks with computer programs. Contestants have to write the source code of the solution in one the programming languages (C and Pascal in the past, C/C++ and Java recently) proposed by the contest rules. Tasks are such that the programs have to read data from the standard input and write the result on the standard output (Forišek 2006). Reading input from a named text file and writing output in a named text file was asked before but is not applied today. The modern trend is that contestants have to write not a program but one or more functions with prescribed interface that are compiled and linked with a main function of the author, input data are passed to the contestant's function by reference and asked results are returned to the author's part. In such way contestants do not need to read data or to write results. This is saving time during the testing. Some negative aspects of this and other trends in programming contests are discussed in (Manev 2019).

Submitted to the system contestant's code is compiled, linked with the external modules, if any, and tested with a set of test cases. Three criteria are considered for accepting the submit – solving the test cases within some limit of time, with some limit of memory and, finally, writing the correct answers.

Three principle styles of assigning grading marks are used. In *ICPC style* (practiced in the contests for teams composed of university students) the submitted solution obtains one grading point if the program **passes successfully the three criteria for all test cases** and time passed from the beginning of the contest is registered. Teams are ranked by the amount of the obtained points and teams with equal number of points are ranked by the sun of elapsed times. In *IOI stile* (practiced in the individual contests for secondary school student) for **each successful test case contestant obtains some points** and ranking is by the sum of obtained point from all test cases of all tasks. Intermediate stile (practiced only in IOI style contests) is grouping test cases in a few groups and assigning points dedicated for the group if the program passes successfully all test of the group. Some GS maintain one of the styles, some – two, and some – all three styles.

By the described functionality it could seems that creating GS is not very difficult. But there are two crucial elements in the architecture of GS that need very high level of

competence. First, GS has to keep in secret all test cases and not permit usage of some important facilities of the OS of the grading machines from the programs of contestants, because more of them are usually very experienced and could obtain not acceptable advantages. This is implemented by so called *sand box* – a specialized shield component of the system that protects test cases and access to macros of the OS. Second – the control on the used by the *program resources*, especially the elapsed by the program time, is extremely difficult on grading machines with multitasking OS – usually UNIX-like OS and is still an object of intensive research. Discussion on this and other difficulties in implementing GS you could see in (Mareš 2007; Manev et al. 2009; Tochev&Bogdanov 2010).

3. Short history

The first Grading System, probably, is ACM ICPC system PC^2 or PC^2 (PC2 Home page 2022). First version of PC^2 is issued in Sacramento State University in 1988 and used for evaluating local contests in ICPC style. In 1994 the version 4.1 was used for first time during the World Finals of ICPC. Since that PC^2 became the official GS of ICPC – not only for the World Finals but for all Regional Rounds of the contests too for long time. Due to its architecture – a server part and few client parts – it was relatively difficult to maintain and was step by step replaced by modern Web-based GS. The system is still in use and the current version pc2v9 could be found trough the proposed above reference. Bulgarian Web-based Grading System spoj0 for ICPC style grading was created by our student (Sredkov 2006) and was used long years for preparation of the team of Sofia University and in organizing Bulgarian Collegiate Programming Contest.

The first system for grading contests in IOI style was used during IOI'1999, held in Antalia, Turkey. It was implemented as an UNIX Shell script and was very primitive. Nevertheless, grading of the work of 253 contestants per day was finished for 3-4 hours, comparing to the manual grading during IOI'1998 which took more 12-15 hours per day. After only one year later organizers of IOI'2020 in Beijing, China, used normally implemented (not script but executable) GS. The contests of IOI'2001 (Tampere, Finland), IOI'2003 (Kenosha, Wisconsin, USA), IOI'2004 (Athens, Greece) and IOI'2008 (Cairo, Egypt) were organized with the GS of USACO – developed for national contest and training of the national teams of USA for IOI (Kolstad 2007). Refusing to use GS of USACO, the host Technical committee of IOI'2002 (Yong-In, Republic of Korea) succeed to implement own almost full-functional GS inside 3-4 months. Poland also implemented own GS for IOI'2004 (Nowy Sącz, Poland). Preparing for IOI'2009, a team of Bulgarian students extended the Korean GS to full functional GS SMOC, appending a sand box and stable time measuring (Tochev&Bogtanov 2010). Beside IOI'2009 SMOC was used for organizing Bulgarian contest in IOI style and in some Balkan Olympiads in Informatics.

For IOI'2012 (Sirmione, Italy) GS CMS (Contest Management System) was created. It encapsulated the long years experience in implementing GS and became *de facto* standard for

creating such systems grading in IOI style (Maggiolo&Mascellani 2012). Since this moment CMS was used for organizing IOI and many others regional and national contests in IOI style.

Anyway, recently some GS with possibilities for *hybrid grading* (in ICPC and IOI style – with or without grouping of the tests) were implemented. For Bulgarian contests, both for secondary school students and university students, in 2020 was developed the system BOS (Bulgarian Olympic System), which could grade in the three styles (Kelevedjiev et al. 2020). Because of the COVID pandemic BOS incorporate also a module for monitoring behavior of the contestants during the on-line contests.

4. Evaluation with Grading System

Teaching programming is a complex process composed of two streams of activities – *learning* and *practicing*. Getting ability to create computer programs starts with learning. Different kinds of knowledge are absolutely necessary for being programmer. Future programmers have to know some parts of the Discrete mathematics, principles of the programmable machines, computer architecture, at least one operating system, at least one programming language with its library of standard programs, algorithms, etc.

But learning such amount of knowledge is still not enough for being a programmer. Practicing, and only practicing, would demonstrate the effect of learning. Teaching of programming long years ago perceived this concept, nowadays called STEM. And programming contests for young programmers is the instrument of our community to implement this concept. So, for being successful contestant it is necessary to practice, practice and practice.

The benefits of using GS in teaching programming are many. First, using GS the teacher (university professor) could make the process **more intensive**, because the GS give the possibility to perform intensively control testing of the level of progress of the students, and in result to slow the process when the results of testing are not satisfactory. In my practice as a teacher/professor of Programming and Algorithms I had in some years to teach groups of few tens and even hundred students. Before to start using GS we were able to achieve 2, or maximum 3, control testing. With using of GS we are performing control test after the end of each topic.

Second, using GS **spares a huge amount of time**. Without GS evaluation of the works of the students could take few days and even weeks. With GS the results of evaluation are ready in the moment of finishing the test. In such a way the teacher could dedicate the time saved to other activities, for example to preparing tasks.

Third, with manual evaluation of students' programs teacher could execute 3-5 test cases per work, because checking with more tests will increase even more mentioned above necessary time. In programming contests, for being sure that the contestants' programs are perfect, authors of the tasks prepare, sometime, **hundreds of test cases** and this do not increase significantly the elapsed evaluation time.

Fourth, using GS for control testing totally change the behavior of the students during the control tests. When students make a control test without GS they usually check their program with 2-3, not very appropriate test cases or do not test it at all. Huge tests cases, with MiB of input, for the tasks with intensive input, are not performed too. As a result, the students' programs are practically not tested at all. When teacher performs more adequate testing the obtained by the student grades is bad. The GS return for each submitted solution so called *feedback* – how many tests are passed successfully (Accepted), on how many tests the program stopped abnormally (Run Time Error), on how many tests the program overpassed the permitted resources (Time Limit Exceeded or Memory Limit Exceeded) and for how many test cases the program produced not correct result (Wrong Answer). This feedback of GS force students **to debug programs** in order to obtain higher grading. My experience categorically showed that with usage of GS in control tests the results of the students ameliorated significantly. Here is the moment to stress that ability to debug program code is at least so important as the ability to write cod because, statistically, necessary time for writing code is much more than the necessary time to debug it.

Using GS is not just beneficial but generates some difficulties also. The main difficulty is preparing competitive tasks which include a sequence of activities. As a beginning the teacher have to formulate **adequate programming tasks** for the topic adoption of which will be tested. As many tasks as better. Initially this will take much time. But with a constant and systematic work the amount of tasks will increase permanently. It will be necessary more easy tasks for the primary control tests as well as more hard for the final testing. Traditionally, task's statement has to comprise precise formulation of what the asked program has to do, precise formulation of input data format (contest tasks suppose that input data obey the specified format and the student program has not to check the correctness of the input), precise formulation of the format of the output data, limits for the size of input data, some sample input with corresponding sample output, and if it is necessary – explanation of the sample output.

When the adequate task is ready the teacher has to consider **different algorithms** that solve the task. The ideal is to have one **trivial algorithm**, usually directly following from the statement of the task. Such algorithm, with time complexity $O(N^3)$ or $O(N^2)$ for example, students could invent with good knowing of the programming language only. Then one **intermediate algorithm** that involves, beside the good knowing of the programming language, good ruling of corresponding data structuring, with time complexity $O(N.\log N)$ for example. And, of course, one **not trivial algorithm** that needs deep understanding of the tested material and possible algorithmic approaches, with time complexity $O(N)$ for example. For each of possible algorithms a corresponding program has to be written in each of proposed by the teacher programming languages, in order to check possibility to implement the algorithm with the language and its library of standard subprograms.

Next stage of the preparation is creating the **test cases**. According the theory of "*black box testing*" (i.e. testing without knowing the code of the program) the set of test cases has to comprise tests with different sizes – short, middle and large enough. We are practicing a "logarithmic" increasing the size – *N = 10, 20, 50, 100, 200,500, 1000, 2000, 5000, 10000,* and so on. It is clear that short test cases could be prepared by hand. But for middle and large test cases using a **random generation** is inevitable. Set has to include any imaginable specific or extremal combination on test data which could be done mainly in hand made short test.

Having algorithms implementations and the test cases, the author of the task has to determine the **time limit** and **memory limit** that will be applied on each run. Choosing the time limit is the only possible way to control efficiency of the used by the student algorithm when testing is "black box". That is why it has to be chosen in such a way that with the "slow" algorithms no more than 20-30% of the grading points (or 3-3,50 in 6-degree grading system) to be earn, no more than 50% of points (or grades 4-5) to be earned by the middle speed algorithms, and 90-100% (or grades 5,50-6) – by the fastest algorithms. For most of the tasks memory limits are by default fixed to some reasonable quantity – 256 MiB for example. But there are tasks for which the quantity of used memory is a measure for the quality of the algorithm. Such for example are some tasks solvable by Dynamic programming, when the size of the used by the approach table to store solution of the sub problems is crucial.

For most of the competitive tasks the result that program has to find is unique. But some tasks have multiple possible result. When the task is with unique possible result checking it correctness is done with simple comparing of the program input and the output of the author. When the task is with multiple possible answers then the author has to prepare a special program – ***checker*** – that checks correctness of the program result. Writing a checker could be much more difficult than writing a solution of the task because it has to be able to catch many possible deviations of the program output from the specified output format. This difficulty could be escaped by including in the statement of the task a rule that makes the correct output unique – min or max of the possible results (for scalar results), sorted in some way output (when the result is a sequence of values), output in lexicographical order (when the result is a set of sequences), etc.

Sometime the teacher would not like to ask students to write a complete program but just one or few modules (as in mentioned above current trend in programming contests). In such case she/he has to prepare the necessary **main function and the other necessary modules** and supply them to the student via the corresponding function of the GS (in programming contests author's modules are secret because they could contain information that contestants have not to know).

Closing this section, we would like to stress that some GS maintain many programming languages, some of which are not usable (and never will be used) in programming contest. In (Ribeiro et al. 2009) is presented the experience of the authors in teaching Logic Programing with a GS.

5. Grading Systems in education

In order to use one GS in programming education some additional functionality have to be appended to it in order to become a *Training System* (Manev et al. 2011). On the first place the GS has to be extended with a *Tasks Repository*. We have mentioned above that creating collection of appropriate tasks is long and time-consuming process. That is why each created task have to be carefully archived in the Repository for using in the future with all its attributes – statement, test cases, expected results, checker(s) (when the possible results are more than one), description and complexity analysis of possible algorithms.

For programming contest test cases, corresponding results and author's description and complexity analysis are secret. But, after the end of the contest, a good practice is contestant to finish the solving of their imperfect solutions and/or to try to solve the tasks that was not solved at all during the contest – this is the essence of the training of contestants. That is why Training System have to include a functionality giving possibilities (without or with some form of control) that provides some access to the task's resources. Exactly the same is appropriate for teaching programming in secondary schools or in the universities.

A modern trend is Training System to be included in Web-based *Training site* (TS), also known as *On-line Judge* site. So, after the necessary registration, each person which is interested has a possibility to train within the system. There are different ways to organize tasks in the Repository of the system. Some TS keep simply *List of the tasks*, others keep them in *Classified categories* depending of necessary algorithmic approach, and third – in a form of *Contest sets of tasks* (from real or "possible" contest). Some TS maintain mixed organization of the tasks.

Some of the Web-based TS judge in ICPC style, other in IOI style. Some TS provide both forms of judging. Statements of the tasks in TS are mainly in English, but in some TS some of the tasks are translated in other languages.

The first Web-based TS we know, that judges in ICPC style, is the University of Valladolid, Spain, Online Judge site or UVaOJ (Revilla et al. 2008; UVAOJ 2022). List of more than 13000 task (including all tasks from past ICPC) are proposed for training as well as sets of tasks, from programming contest or combined by the managers of the site for training, too. Missed classification of tasks based on applicable algorithmic approach is compensated to some level by the fundamental book (Hallim et al. 2020), where each section is illustrated by tasks from UVaOJ's Repository. Hardness of each task could be estimated by the statistical data for the ratio of submitted and accepted solutions.

The first Web-based TS we know, that judges in IOI style, is the training site of the mentioned above USACO (USACO 2022). Tasks in this site are organized in contest sets, mainly from national Olympiads of USA, training camps of national teams of USA for IOI and regularly provided open training contests in 3 levels (Bronze, Silver and Gold division) with different level of difficulty.

First Bulgarian TS Mycamp Arena was created in 2010 (Mihov 2011). Recently mentioned above Bulgarian GS BOS was incorporated in a modern training site (ARENA 2022), keeping part of the name of the first Bulgarian Training site. Tasks from all Bulgarian national contest since 2009 and some international contest where Bulgarian national team took part are classified by topic and in contest sets. Judging is in IOI stile. Statements of some of the tasks have English translation.

Other popular TS are:

- Sphere Online Judge (SPOJ 2022) of Sphere Research Labs proposing more than 13000 tasks, including original tasks of SPOJ team and judging in ICPC style;
- Kattis Problem Archive (KATTIS 2022), which propose list of tasks and IOI style judging;
- Timus Online Judge (TIMUS 2022), maintained by a team from Ural Federal University, Russian Federation. Tasks are mainly from local contests and are organized in different lists. Difficulty of the tasks is estimated by the number of accepted solutions;
- The chineese Peking University Online Judge (PKOJ 2022) and Tsing Hua University Online judge (THOJ 2022), where the judging is in ICPC style and tasks are organized in lists, etc.

6. Creating own tasks and contests

Mentioned above TS are "closed" – the teachers can not include their own tasks in the Repository, neither to create own "contest" and to obtain automatic list of grades of the participant, which is important for using GS in education. Fortunately, some TS provide not very difficult user interface for teachers to include their own tasks in the Repository, to create their own contest/exams and to obtain final grading of the students. We will shortly present here two such TS.

TS Hacker Rank (HACKRANK 2022) is created from consortium of software companies originally as "a technology hiring platform that is the standard for assessing developer skills for over 2,800+ companies around the world." The system has full functionality for organizing programming contest including facilities for creating own tasks, composing task sets and automatically grading of obtained by the participant results. For using the system, a registration is necessary.

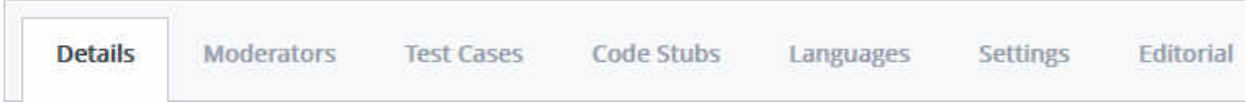


Figure 1. Creating a task

After identification of the user, choosing the Link Administration opens two main tabs – Manage Challenges and Manage Contests. For creating a task, we press the button Create Challenge (Fig. 1). In the tab Details of the corresponding windows we fill the attributes of the task in the traditional format of contest tasks. Main attributes – Problem statement, Input format, input Constraints and Output format – are shown on Fig. 2. When the statement is saved we choose the programming language(s) that student could use in the tab Languages. System could judge programs written in 61 languages (or language dialects).

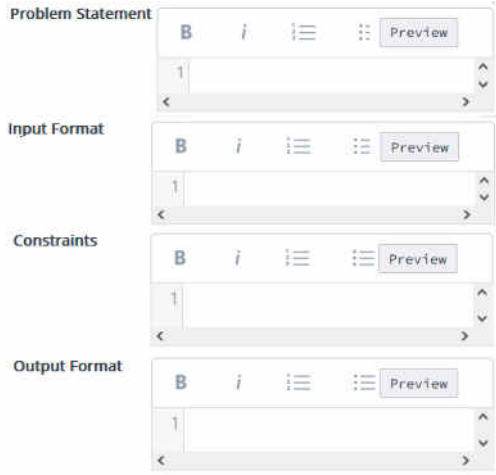


Figure 2. Task statement

In the same tab teacher chooses Time Limit and Memory Limit for the different programming languages. Unfortunately, minimal time limit that HackerRanc can assign for a single test case is 1 sec. which is anachronism having in mind the speed of nowadays computers. This could force the teacher to create very large test cases in order to estimate time complexity of the used by the submitted program algorithm.

Final mandatory step in creating the tasks is uploading the test cases and expected output in the tab Test Cases. For judging in IOI style test cases have to be in separate files, and for ICPC style – in a single file. The test case marked as Sample and the corresponding output will be shown to students in statement of the tasks and will be tested but not graded.

Judging in IOI style HackerRank will assign for each successfully passed test a proportional part of the assigned by the teacher points. Judging in ICPC style, for successive run HackerRang will assign 1 grading point for the task and will register the elapsed time and the punishments (usually 20 minutes for each rejected submit).

When the necessary tasks are ready the teacher could create a contest in the tab Manage Contests. In the tab Details teacher has to fill the start and the end the the contest or to leave the end undefined if it is a long term training contest. Tasks are appended in the tab Challenges (Fig. 3). Each task is appended by name with the button Add Challenge and grading points are filled in the text box Max Score. Saving the defined contest is obligatory, of course.

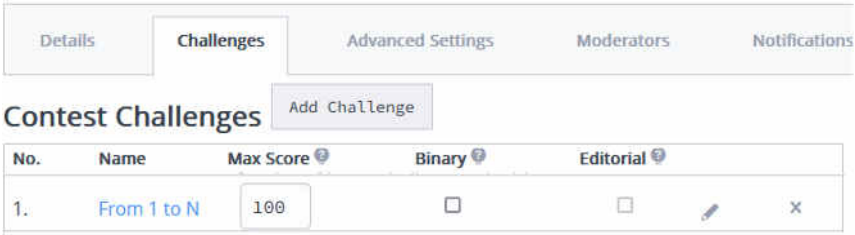


Figure 3. Appending tasks in the contest

During the contest the teacher could observe the progress of the students from the link Current Leaderboard in the page of the contest (Fig. 4) and make corrections of parameters of the contest (end time, assigned grading marks, not correct tests or/and outputs, etc.) from the link Manage Contest. If some parameters of the task are changed during the contest, then the teacher could reevaluate all concerned submits from the link Review Submissions. And more, the teacher could view source codes (extracted by the login of a student or by name of the task) from the link View All Submissions and to provide some remarks or/and suggestions when necessary.

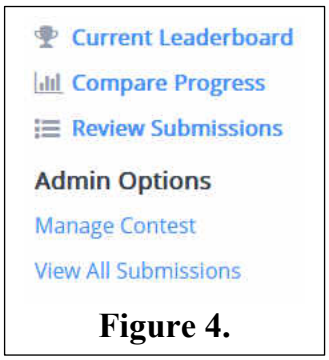


Figure 4.

Another popular TS with the full functionality for creating own tasks and contests is Yandex.Contest (YANDEX 2022). We will not consider here its functionalities in depth because they are very similar to the functionalities of HackerRank. But it is important to mention its functionality for preventing cheating – very important and useful when GS are used for education and especially in the case of online education and examining.

7. Conclusions

Modern Grading Systems, developed to make the evaluation of programs of participants in different programming contest – for secondary school and university students as well as professionals to be hired are result of long years work of very qualified specialists. It is natural that they evaluated to the modern Training sites for contestants and many such sites are nowadays in use. As the preparation of contestants is not principally different from the programming education of future software developers, it is expected that GS could be helpful in education of programming, too.

GS could make the work of teachers in programming in schools, universities and different other forms of programmers teaching more easy and effective which will be very helpful for the society. But the usage of GS for programming education need some additional functionalities to be appended to existing GS. For example, Repositories of tasks to be appended, which is a fact. Other functionalities, as controlled access to the resources are still not completely implemented and this have to be the next step to adapt GS for education in programming.

Bibliography

1. ARENA. *Арена*. https://arena.olimpiici.com/#/, last visited on 23.10.2022.
2. FORIŠEK, M. On the suitability of programming tasks for automated evaluation. *Informatics in Education*, v. 5(1), 2006, 63-75.
3. HACKRANK. *HackerRank for Developers*. https://www.hackerrank.com/, last visited on 23.10.2022.

4. HALLIM, ST.; HALLIM, F.; SUHENDRY, E. *Competitive programming 4*. authors' edition, 2020.
5. KATTIS. *Kattis Problem Archive*. https://open.kattis.com/, last visited on 23.10.2022.
6. KELEVEDJIEV, E.; BRANZOV, T.; PETROV, P.; SHALAMANOV, M. Bulgarian Platform for Competitive Informatics. *Mathematics and Education in Mathematics*, Proc. of 49-th Spring Conference of UBM, Borovetz, 2020. 123–130 [in Bulgarian].
7. http://www.math.bas.bg/smb/2020_PK/tom_2020/pdf/123-130.pdf
8. KOLSTAD, R.; PIELE, D. USA Computing Olympiad (USACO). *Olympiads in Informatics*, v. 1, 2007, 105–111. https://ioinformatics.org/journal/INFOL016.pdf
9. MAGGIOLO, ST.; MASCELLANI, G. Introducing CMS: A Contest Management System. *Olympiads in Informatics*, v. 6, 2012, 86-99.
10. https://ioinformatics.org/page/ioi-journal-index/44
11. MANEV, KR.; SREDKOV, M.; BOGDANOV, TS. Grading Systems for Competitions in Programming. *Mathematics and Education in Mathematics*, Proc. of 38-th Spring Conference of UBM, Borovetz, 2009, 103-116.
12. http://www.math.bas.bg/smb/2009_PK/tom_2009/pdf/103-116.pdf
13. MANEV, KR.; SREDKOV, M.; ARMYANOV P. Software Platform for Teaching Programming with Grading Systems. *Mathematics and Education in Mathematics*, Proc. of 40-th Spring Conference of UBM, Borovetz, 2011, 300–305.
14. MANEV, KR. Teaching computer programming in schools, *Acta et Commentationes*, 4(18), 2019, Chisinau, ISSN 1857-0623, E-ISSN 2587-3636.
15. MAREŠ, M. Perspectives on grading systems. *Olympiads in Informatics*, v. 1, 2007, 124-130. http://www.mii.lt/olympiads_in_informatics/pdf/INFOL003.pdf
16. MIHOV, V. Maycamp Arena Project – using contest grading systems in programming education, *Mathematics and Education in Mathematics*, Proc. of 40-th Spring Conference of UBM, Borovetz, 2011. 438-443. http://www.math.bas.bg/smb/2011_PK/tom/pdf/438-443.pdf
17. PC^2 HOME PAGE. http://www.ecs.csus.edu/pc2/, last visited 13.10.2022.
18. PKUOJ. *Peking University Online Judge*, http://poj.org/, last visited on 23.10.2022.
19. REVILLA, M. A.; MANZOOR, S.; LIU, R. Competitive learning in informatics: the UVa on-line judge experience. *Olympiads in Informatics, v.* 2, 2008, 131-148.
20. http://www.mii.lt/olympiads_in_informatics/pdf/INFOL035.pdf
21. RIBEIRO, P.; SIMÕES, H.; FERREIRA, M. Teaching Artificial Intelligence and Logic Programming in a Competitive Environment. *Informatics in Education,* v. 8(1), 2009, 85-100. http://www.mii.lt/informatics_in_education/pdf/INFE143.pdf
22. SPOJ. *Sphere Online Judge,* https://www.spoj.com/problems/classical/, last visited on 23.10.2022.
23. SREDKOV, M. *Contest grading system spoj0*. Diploma thesis for obtaining MSc degree, Faculty of Math. and Comp. Science, Sofia University, 2006 (in Bulgarian).

24. THUOJ. *Tsing Hua University Online Judge*, https://dsa.cs.tsinghua.edu.cn/oj/, last visited on 23.10.2022.
25. TIMUS. *Timus Online Judge*. https://acm.timus.ru/problemset.aspx, last visited on 23.10.2022.
26. TOCHEV, T.; BOGDANOV, TZ. Validating the Security and Stability of the Grader for a Programming Contest System, *Olympiads in Informatics,* vol. 4, 2010, 113-119.
27. http://www.mii.lt/olympiads_in_informatics/pdf/INFOL058.pdf
28. USACO. *USACO Training Program Gateway*. https://train.usaco.org/, last visited on 23.10.2022.
29. UVAOJ. *University of Valladolid On-line Judge*. https://onlinejudge.org/, last visited on 23.10.2022.
30. YANDEX. *Yandex.Contest Online Judge,* https://contest.yandex.com/, last visited on 23.10.2022.

CZU: 37.016:004

THE TASKS IN COMPETITIONS AS AN ELEMENT OF THE TRAINING OF PUPILS COMPETITORS IN INFORMATICS

Biserka YOVCHEVA, PhD, professor honoris causa
https://orcid.org/0000-0003-1096-6135
"Konstahtin Preslavski" University of Shumen

Abstract. In the paper are displayed the vision of the autor for the role of the selection and the grading of the problem in different informatics contests for the education and bulding of important professional habits in the competitors – future programmers. The position that problems shoud not be self-serving, that is not be given for the purpose of only creating ranking of the competitors, but should also have additional educational effect is defended.
Keywords: education, competitive informatics, tasks, competition, grading system, tests.

PROBLEME DE CONCURS CA ELEMENT CHEIE ÎN PREGĂTIREA ELEVILOR CONCURENȚI LA COMPETIȚIILE DE INFORMATICĂ

Rezumat. În lucrare este prezentată viziunea autorului asupra rolului selecției și notării problemei în diferite concursuri de informatică pentru educarea și dezvoltarea unor obiceiuri profesionale importante la concurenții – viitori programatori. Se susține poziția conform căreia problemele nu trebuie să fie autoservitoare, care nu sunt date doar în scopul realizării unui clasament al concurenților, ci ar trebui să aibă și un efect educațional suplimentar.
Cuvinte cheie: educație, informatică competitivă, sarcini, competiție, sistem de notare, teste.

Introduction

Competitive Informatics is a popular field of study for future programmers. It develops several useful skills that are necessary for the successful realization and efficiency of those working in the IT sector.

Above all, this type of training leads to an excellent development of the algorithmic thinking of the learners. Moreover, they learn not only to apply the correct algorithms in a particular situation, but also to strive for their maximum efficient implementation.

Secondly, the computer science contestant successfully handles "programming under pressure", which is very useful in critical situations when developing any projects in the IT industry.

Perfect logical error detection skills in a short time are also a product of this kind of training.

Add to this the competitive nature that makes competitive informatics an interesting and inspiring activity for adolescents, and it is clear that this type of programming education is preferable at school age.

The performance of students in various regional, national and international competitions serves as an assessment of the learning outcomes. New competitions have emerged in recent years to give more children the opportunity to compete against their

peers. Different contests have different objectives, but the purpose of this article, is to examine the educational and training element in competitive tasks. Much more useful and applicable in practice would be competitions that include tasks, after solving which competitors learn and consolidate new algorithms and programming techniques. The selection of tasks with such a purpose has become even more complex, especially in recent years, when it has become increasingly difficult for competition organizers to create original and interesting tasks, tailored to the abilities and ages of the competitors.

1. Types of informatics competitions and the technique of their conduct

Several classifications of computer science competitions can be made, based on several different attributes of those involved.

1.1. *Types of competitions, according to the age of competitors*

- *Competitions for students up to 15,5 years - junior age*

The first such international competition was the Balkan Youth Olympiad in Informatics, initiated by Serbia and held for the first time in Belgrade in 2007. It was followed by the International Autumn Informatics Tournament in Shumen, which was held for the first time in 2009 in two separate age groups, one of which was the youth group - up to 15,5 years. The European Youth Olympiad in Informatics, created in 2017 on the initiative of Bulgaria and the interest in it, showed the necessity of competitions for this age. An international competition for young people that has been gaining momentum in recent years is the Info(1) Cup, held annually in the city of Ploiesti, Romania. When talking about the training effect of competitive tasks, it is especially important for this age group.

- *Competitions for high school students - senior (here the age restriction is only related to whether the competitor is still a high school student)*

This group includes all popular computer science competitions, the first of which is the International Olympiad in Informatics (IOI), first held in 1989 in Bulgaria. Following are a number of international competitions in Informatics, such as - the Balkan Informatics Olympiad, the Central European Informatics Olympiad, the Baltic Informatics Olympiad, the International Autumn Informatics Tournament (IATI), the Romanian Masters in Informatics, various open Olympiads, such as the Innopolis Open, the Moscow Open, the Zhautykov Olympiad (in its informatics part), etc.

1.2. *Types of competitions, according to the range of participants*

- regional competitions – these are regional competitions that are usually selective in nature, like the first stage of another larger competition. Such competitions are held wherever there is enhanced training in competition informatics to select participants for competitions of greater scope.
- national competitions – in most countries, it is the National Informatics Olympiads that play a major role in selecting the national teams that participate in international Olympiads. In addition, there are various national tournaments, such as the autumn,

spring and summer tournaments in Bulgaria.

- international competitions – most of them have already been listed above. In different international competitions, different numbers of students are allowed to participate. The International Olympiad in Informatics (IOI) and eJOI, for example, allow only 4 competitors from a given country, while some international tournaments allow for much wider participation - RMI, IATI, Zhautikov Olympiad, INFO(1)Cup, etc. Others, such as the Innopolis and Moscow Open Olympiads, as well as the international CodeIT competition, are open to all interested competitors, but have pre- selection rounds and a certain number of the best-performing competitors are admitted to the finals.

1.3. ***International online competitions***

These competitions do not require on-site attendance and usually have no age or number restrictions - these are competitions like Code Forces, Top Coder, etc. The educational role of tasks in this kind of competitions is particularly valuable, because they are held regularly, and do not require much organizational resources other than the creation of tasks and the maintenance of a competition system available on the Internet.

Each of the competitions listed above have their role in building and training programmers at an extremely high level, who are rare internationally, and are some of the most sought after by IT companies because they are flexible, easily deal with difficult problems and mobile when moving from one technology to another, from one programming language to another. To play this role, the tasks on offer in competitions - their subject matter, comprehensiveness and assessability are particularly important.

2. Elements of the competition tasks

Competition tasks have a characteristic structure and each of them must allow for automated checking by the grading system. According to these requirements, contestant tasks have the following elements:

2.1. ***Condition***

In recent years, a standard for the conditions of competitive programming tasks has been established. They are composed of several parts:

- legend – a description of the problem to be solved, usually a hypothetical life situation that informally represents the problem.
- input data – describes the correct format of the input data and the sequence of their input.
- output data– describes the expected output, similar to the input data.
- restrictions – in recent years, constraints are set as subtasks.

Depending on the constraints, the solution to the problem may have different efficiency.

2.2. ***Tests***

The tests should be able to verify the different subtasks. They can be divided into groups, with each group checking one or more subtasks.

2.3. ***Checker***

The checker is a program that is assigned to the grading system in order to implement a correct check of the contestants' decisions. A standard checker simply compares the answer returned by the program of the contestant with the correct answer. There are cases, however, where multiple correct answers are possible, and then the checker must verify that the contestant's answer is correct.

2.4. ***Analysis***

Of course, the problem can be proposed without analysis, but given the topic of this article - analysis is a very important part of the learning, that would take place by considering the specific problem.

2.5. ***Author's solutions***

There can be several author's solutions that solve the different subproblems, and it is mandatory to provide the solution that the author considers correct. Considering the educational purpose of all competition tasks, it would be good to analyze the participants' solutions after the competition and apply the best ones to the authors' solutions.

3. Evaluation of the competition tasks

In recent years, the sub-task scoring technique has become established, whereby points for a sub-task are only awarded if all the sub-task tests are passed. With full feedback, this is somewhat a good approach, but it completely changes the organization of the competitor's work compared to the recent past, when evaluation was by test and there was no feedback. Whereas then the contestant had to write at least two solutions and checkers, now testing is entirely through the grading system.

Under the new organization, the contestant again has to write several solutions under different constraints, and sometimes under an almost completely changed condition. Actually, in this way, student competitions are similar to ACM-style competitions, i.e. the competitor has to solve a large number of problems with a complete solution (i.e. a solution covering all tests). In ACM-style there are no problems with having a large number of competitors with the same problems solved, because there the time factor is included in the ranking. In school competitions, however, the same results are increasingly observed for different competitors, even if the competition is held over two days and this implies some differentiation. One way of trying to avoid this problem is to grade each subtask with a different number of points, but this does not always lead to the desired result. Increasingly, at various competitions, we see entire groups of competitors, who have solved specific subproblems and as a result have the same number of points, making it difficult to determine the best.

In sub-task scoring, it matters a great deal how the sub-tasks are separated and what role each will play in the contestant's score. In many cases, misjudging the complexity of the subproblems can lead to anomalies like the contestant writing some very hard algorithm for 5 points, whereas if, after some observation, he finds that he could apply some particular case of that algorithm (which is the point of the condition) where he suddenly ends up with at least 10 times the score. Such were the tasks of the first day of eJOI 2022(3). These are sometimes anomalies that do not stimulate children to learn serious algorithms, and even in the general case to try to "cheat" the system by separately processing supposed tests.

There is also another paradox related to the considered evaluation- a relatively easy intuitive solution brings most of the points, while in order to get the full result it is necessary to write some heavy algorithm that takes a lot of the contestant's time. An example is the ***addk*** task from the first competition day of eJOI 2021(4), where 92 points were obtained for an elementary, trivial solution, but to get the remaining 8 points required writing a lot of code, implementing work with tree structures, etc.

Since the main purpose of this report is precisely the educational and training purpose of the tasks, the balance in the evaluation is particularly important and will be discussed in the next paragraph.

4. The competitive tasks as part of programming education

The problem posed in this article (as already mentioned) is the selection of tasks for the competitions so that they effectively enforce some basic concepts in programming education.This is especially true for the junior competitions and the regional and national competitions. However, tasks from international contests can also be used for the same purpose. This paragraph discusses examples of tasks providing such opportunities.

Depending on who the organizers of the competitions are and what their goals are, the tasks are selected in different ways. And although in important international competitions, such as the IOI, for example, it is the ranking of the competitors that is at the forefront, and not the stimulation of their training, here the principle is defended that we should still think about the tasks being selected in such a way as to have some educational and training effect.

In recent years, so-called **ad hoc tasks** have become popular. These are problems in their own right that require no special theory to solve. For their solution, sometimes effective observation is sufficient, which, if it leads to the correct result, provides the contestant with a solved problem. This type of assignments allows the truly brilliant students to excel and take their rightful first places. The problem with these tasks is that they do not admit a partial solution. Usually, their competition results are in the two opposites - either the problem is completely solved, or not solved at all.

Such was the **kdag** task given at RMI 2022(2). Those who guessed the unique solution are counted on fingers, with the majority of participants having 0 points. In practice, such tasks, apart from highlighting the winners, do not play a particularly effective role in

ranking the other participants. The effect would have been the same if this task had not been given. It is easy to see from the rankings that those who ranked first, would have done so without having solved the problem in question. Many more such assignments could be listed, including those given to IOI, but it is not our purpose at this time to make such statistics. It is not necessary to negate these tasks altogether, but it is also unwise in a competition to have all tasks be ad hoc.

Another type of problems can be called "textbook" problems - they require the recognition of a standard algorithm and its implementation. If the goal of the competition is training, these tasks are fine, but if it's a competition where rankings need to be made and most participants are expected to be well-prepared in all the standard algorithms, the task again makes for inefficient rankings. In this case, most competitors have the full number of points and very few are those who failed to do the task. Such is the **SubsetMex** problem from the just passed European Girls Olympiad or again an example from RMI 2022(2) - the **revstring** problem.

However, these tasks are a bit more useful because they give the competitors a chance to believe in their abilities and not end up with a zero score at the end of the competition. This also matters, especially at the age referred to in the article - high school students and especially junior high school students. In terms of ranking, however, this kind of task is just as unnecessary as ad hoc tasks.

Here the established thesis is that the best way to select the problems is to make each sub- problem require a different level of knowledge of the contestant - to have a naive solution that can be written by everyone and bring a certain number of points. The subtasks should follow the level of training, with each successive task applying increasingly difficult algorithms and data structures, while the maximum number of points requires ad hoc observation and solution.

Such are a large part of the tasks that have been given in recent years at IATI, Moscow Open finals and other competitions. As an example I can point to the task **news** from IATI - 2021(1). A careful reading of both the condition and the analysis, and of the contestants' results, reveals that the problem involves a large number of algorithms and data structures, with each subgroup requiring increasingly in-depth knowledge and advanced skills on the part of the contestant. In spite of all the requirements, however, the task gives a good distribution of competitors, having quite a difference as number of points. Here, in addition to achieving the goal of obtaining an equal distribution in the ranking, the other goals that have already been commented- training and educational- are also achieved.

It is good to pay attention to one more problem when creating the tasks- the grading system. There are examples of tasks that meet the requirements described in the previous paragraph, but the distribution of points is not very appropriate. There are many instances of such uneven distributions of results, but some of the most recent are some of the eJOI - 2022 tasks. Many interesting tasks were offered, but in most of them the "easy" points were

very difficult to achieve and were too few. There was an opportunity in some of the tasks to have a smoother transition to the difficult sub-tasks, which would have stimulated children to struggle to solve them. When the work to be put in is very low "paid" the competitor becomes demotivated and generally gives up fighting until the last moment, and this is one of the qualities that competitive programming builds in kids.

Ultimately, it should be noted that creating good assignments is an extremely difficult, creative job, and the professionals who do it usually do it as an extra commitment. Because there is a lot of work involved in creating a task, authors often get "worn out". At some point, ideas are born less and less, and the next race is coming up.

One way in which the problem of task creation can be solved is to pool the efforts of colleagues from more than one country and, especially when it comes to training or selection competitions, to take tasks of several different teams. In this way, more and more quality tasks will be created and the selection of competitors in different regions and countries could be more objective.

Bibliography

1. http://www.math.bas.bg/infos/Shumen_2021.html
2. https://rmi.lbi.ro/rmi_2022/
3. https://ejoi2022.org/
4. https://sepi.ro/ejoi/2021
5. MOLLOV, Anton; YOVCHEVA, Biserka; PETROV, Peter. Internal contests as an element of the training of pupils for competitions in informatics. *Математика и математическо образование*, София, 2009. с. 217-233, ISBN: 978-954-8212-01-4. 2009 г.

CZU: 37.02:5

STEM-ПОДХОДЫ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ДИСЦИПЛИН

Андрей Андреевич ДАВИДЕНКО, доктор (хабилитат), профессор
https://orcid.org/0000-0003-1542-8475
Национальный университет «Черниговский коллегиум» имени Т. Г. Шевченко

Резюме. В статье рассматриваются развития взглядов и подходов в преподавании естественных дисциплин. Обращается внимание на то, что образование определяется запросами общества, в частности, его производства. Для реализации концепции образования разрабатываются соответствующие подходы, приемы, методы, оборудование и т.п. Здесь же осуществляется анализ тех подходов, которые предусмотрены STEM. Акцентируется внимание на главные направления их реализации.
Ключевые слова: обучение, развитие, методы, учебные проекты, исследование, творчество, STEM.

STEM APPROACHES IN TEACHING NATURAL SCIENCES

Abstract The article discusses the development of views and approaches in the teaching of natural disciplines. Attention is drawn to the fact that education is determined by the demands of society, in particular, its production. To implement the concept of education, appropriate approaches, techniques, methods, equipment, etc. are being developed. It also analyzes the approaches provided by STEM. Attention is focused on the main directions of their implementation.
Key words: learning, development, methods, learning projects, research, creativity, STEM.

Как показала мировая педагогическая практика, усвоение учащимися формальных знаний не способствовало ни развитию науки, ни развитию техники, которая лежит в основе производства всего того, чем пользуется цивилизованный мир (средства связи, транспорт, медицинская аппаратура, лекарства и др.). Конечно, уровень усвоения формальных знаний легче оценивать с помощью тестов, но возникает вопрос: а нужно ли контролировать то, что не настолько важно для развития всего того, о чем сказано в первом предложении данного текста.

Если взглянуть назад, то мы увидим, что в педагогике, в частности, в методике обучения предметов естественно-научного цикла, появлялись научно обоснованные предложения отказаться от передачи учащимся знаний в готовом виде и перейти к таким методам обучения, в ходе применения которых они бы получали эти знания самостоятельно. Речь шла о применении исследовательских методов обучения, что было внедрено, даже, в сельских школах [3]. Одновременно, предлагалось вовлекать учащихся в творческую деятельность. Целью последнего, конечно, было не создание учащимися оригинального продукта, например, новых технических устройств и технологий, а развитие их творческих способностей [8]. В. Г. Разумовским и автором данного текста в разные годы были выполнены соответствующие научные исследования, результаты которых отражены в их докторских диссертациях [2, 7] и

успешно внедрены в педагогическую практику. Физикам-методистам и учителям физики известны статьи и методические пособия других авторов.

Однако, со временем активность такой работы со школьниками стала снижаться. На передний план опять выходило традиционное запоминание «готовых» знаний с последующим их воспроизведением во время текущего и итогового контроля результатов успеваемости. Для объяснения возврата к традиционной передачи учащимся готовых знаний причин указывалось более, чем достаточно. В первую очередь, называли снижение уровня материального обеспечения школ. Действительно, во многих случаях учителя самостоятельно занимались приобретением всего того, что было необходимым для организации исследовательской и творческой деятельности школьников. Автор этого текста помнит, как разбирал вышедшие из строя радиоприемники и телевизоры, как приобретал за свой счет паяльники, сверла и другое оборудование.

Во многих случаях организаторы образования ссылались на снижение уровня подготовки специалистов в высших педагогических учебных заведениях, что действительно имело место. Если чего и не было, то его можно было придумать в любое время, то есть и 30 лет назад и сейчас.

Однако, причины, по мнению автора, состояли и состоят в другом. Достигнув определенного развития производства, его организаторы не стремились к его дальнейшему развитию. Хотя и скрыто, но притормаживалось движение новаторов, которое приводило к росту производительности труда, а, значит, и к сокращению рабочих мест на производстве. На это своевременно реагировала система образования, ведь она выполняла и выполняет заказ производства и общества, в целом. Начался отток одаренной молодежи в те страны, где они были нужны развивающимся науке и производству, а отечественные учебные заведения снизошли к давно известной передаче учащимся готовых знаний с формальными способами оценки их уровня. Никакой тест не может дать правильную оценку уровней развития творческих способностей человека. Предлагаемые для выбора правильного ответа варианты творческого решения определенной задачи уже будут содержать определенную подсказку.

Однако, со временем пришло осознание того, что учебные заведения всех уровней не справляются с подготовкой научно-технической элиты, что с этим не могут справиться отдельно взятые страны. Исходя из этого, и стали возрождать естественно-математическое образование, которое было облачено в ту форму, которая со временем определилась акронимом STEM.

Что же есть главным, основополагающим в реализации STEM-подходов в таком образовании? С какими же проблемами встречаются учителя естественно-математических дисциплин? Как их (этих проблем) можно избежать? Об этом и будет сказано ниже.

В первую очередь, надо опасаться того, что STEM превращают в модную педагогическую кампанию, о чем, хотя и другими словами, пишет Maria Xanthoudaki [1]. И с ней нельзя не согласиться. Не только в странах Запада, но и у нас начали приписывать к первоначальному акрониму дополнительные буквы, да еще и с разной их интерпретацией. Так, например, спикер одного из многочисленных вебинаров по STEM предлагает его первую букву S понимать не только, как *наука* (хотя, даже в первоначальном виде ее надо понимать как *науки*), а еще и как *спорт*. Букву M, как *математика*, и как *медиа*. Здесь представлен кадр из видеоряда данного вебинара (рис. 1). Надписи на украинском языке, но в данном случае они понимаются достаточно легко.

Упомянутая выше исследователь STEM Maria Xanthoudaki предлагает не «обогащать» данный акроним другими буквами, а оставить его в первозданном виде. И с ней нельзя не согласиться. А во избежание различных в этом плане кривотолков, в 2020-м году распоряжением Кабинета Министров Украины одобрено *Концепцию развития естественно-математического образования (STEM-образования)* [4]. Уже в самом ее названии содержится ответ на то, что *STEM-образование – это естественно-математическое образование,* а не спорт, медиа, чтение, письмо, религия и пр.

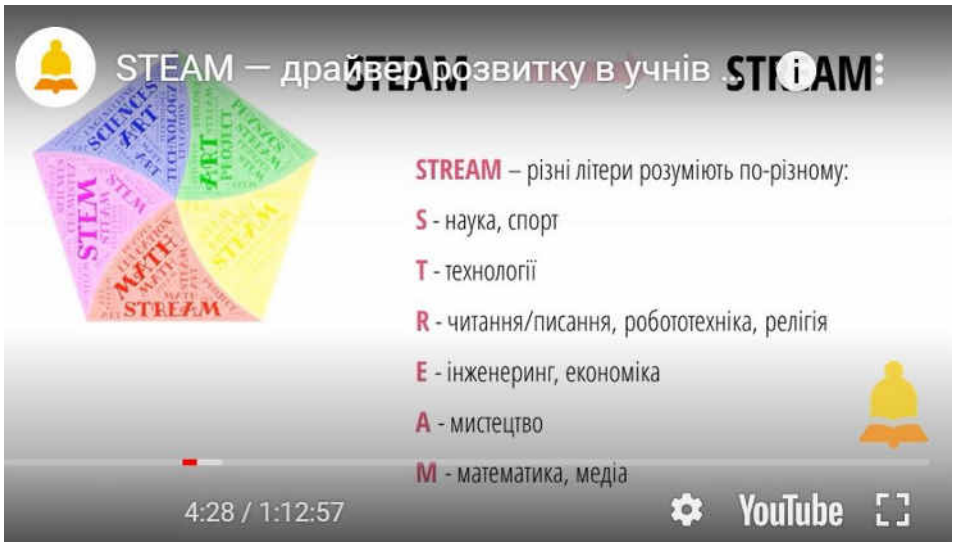


Рисунок 1. Кадр из видеоряда вебинара по STEAM

Какими же, исходя из этого, должны быть методические подходы в преподавании естественных дисциплин?

Условие первое. Учащихся необходимо убеждать в том, что знания в учебниках и, тем более, в электронных ресурсах, содержат данные, которые получили ученые с использованием специальных методов и оборудования. Естествознание привлекает многих не только необычностью явлений, но и самими методами, которые

применяются во время их исследования. Вспомним, с каким трепетом учащиеся воспринимают первые уроки физики, когда мы им демонстрируем соответствующие явления.

Исходя из этого, по мере возможности, необходимо так строить обучение, чтобы учащиеся самостоятельно выполняли несложные исследовательские работы. В который раз я положительно отзываюсь о том, что в школьные программы по естествознанию включено выполнение учащимися учебных проектов. А темы таких проектов найти достаточно легко.

Так, например, ученики автора, обнаружили, что во время фотографирования глаз кошек с применением искусственного освещения (фонаря или же фотовспышки)

Рисунок 2. Глаза кошки в отраженном свете

цвет глаз на снимке получается разным (рис. 2). Исследование школьников было достаточно интересным и привело их к получению совершенно новых для них знаний по физике и биологии.

Хорошо, если учитель сумеет организовать исследовательскую работу во время выполнения учащимися лабораторных и практических работ.

Вторым условием успешного реализации STEM-подходов в ходе обучения естественных дисциплин, в частности физики, является вовлечение школьников в творческую деятельность. Это выходит из буквы *E* рассматриваемого акронима. Они должны понять, что знания нужны не для игры в КВН или же для решения кроссвордов. Знания должны *работать*. Их надо использовать для создания новых технических устройств и технологий, а также веществ, например, лекарств.

Примером творческой работы может быть созданный моими учащимися велотренажер, который вырабатывает электроэнергию, оригинальный штатив для фотоаппарата, реостат для плавного регулирования силы тока и др. Значительное количество ученических проектов представлены в диссертации автора, его методических пособиях и статьях.

Данную идею реализуют STEM-проекты, которые предлагаются для выполнения в ходе обучения физике учащимся Республики Молдова (5, 6). Знаком с программами по физике многих стран и одним из лучших вариантов в этом плане являются программы по физике именно названной страны.

Список использованных источников

1. XANTHOUDAKI, Maria. From stem to steam (education): a necessary change or ‘the theory of whatever’? Spokes, No, 28. march 2017.
2. ДАВИДЕНКО, А. А. Теоретические и методические основы развития творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: Дис… докт. пед. наук: - Киев: НПУ имени М. П. Драгоманова, 2007. 467 с.
3. АБДУРАХМАНОВ, С. Д. Исследовательские работы по физике в 7-8 классах сельских школ. Кн. для учителя: Из опыта работы. М.: Просвещение, 1990. 110 с.
4. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [Электронный ресурс] – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p/print#n8 (дата обращения: 13.10.2022).
5. Национальный куррикулум. Куррикулярная область математика и естественные науки. Дисциплина физика VI–IX классы. URL: https://mecc.gov.md/sites/default/files/fizica_curriculum_gimnaziu_rus.pdf. (дата обращения: 13.10.2022).
6. Национальный куррикулум. Куррикулярная область математика и естественные науки. Дисциплина физика. X–XII классы. URL:https:// https://mecc.gov.md/sites/default/files/fizica_curriculum_liceu_rus.pdf . (дата обращения: 13.10.2022).
7. РАЗУМОВСКИЙ, В. Г. Проблема развития творческих способностей учащих-ся в процессе обучения физике: Автореф. дис… докт. пед. наук. – М.:НИИ общей педагогики АПН СССР, 1972. 62 с.
8. РАЗУМОВСКИЙ, В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1975. 272 с.

Section I.

Inter/transdisciplinary approaches in the study of mathematics (STEAM concept)

Secția I.

Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM)

CZU: 514.113:629.73

THE USE OF MATHEMATICS IN INTENSITY ESTIMATION WIND FOR UNMANNED AIR VEHICLES

Dorin AFANAS, doctor, associate professor
https://orcid.org/0000-0001-7758-943X
Department of Algebra, Geometry and Topology

Abstract. There are various weather risks that the operators of unmanned aerial vehicles must take into account and which depend on the following properties of the atmosphere [1, p. 82]: • Altitude density; • Temperature; • Visibility; • Humidity and saturation; • The wind. In this article we will investigate the estimation of the wind speed at the requested height.
Keywords: unmanned aerial vehicle, wind intensity, height, anemometer, Beaufort scale, functional dependence, formula.

Rezumat. Există diverse riscuri meteo de care operatorii vehiculelor aeriene fără pilot trebuie să ţină cont şi care depind de următoarele proprietăţi ale atmosferei [1, p. 82]: • Densitatea altitudinii; • Temperatura; • Vizibilitatea; • Umiditatea şi saturaţia; • Vântul. În prezentul articol vom cerceta estimarea vitezei vântului la înălțimea solicitată.
Cuvinte cheie: vehicul aerian fără pilot, intensitatea vântului, înălțime, anemometru, scara lui Beaufort, dependență funcțională, formulă.

Due to the small size, during the flight of an unmanned aerial vehicle, an important factor in the stability of its handling is the environmental conditions. One of these factors is the intensity equivalent to the wind speed at the height where this flight will take place. That is why it is very important that before the start of the flight we can estimate the intensity of the wind at that height.

The device with which we can determine the wind speed is called an anemometer (fig. 1). To be able to estimate the wind speed at the required height, the formula is usually used:

$$V_1 = V_0 \cdot \left(\frac{H_1}{H_0} \right)^k ,$$

where V_1 is the wind speed at the requested height;
V_0 – wind speed at the measured height;
H_0 – the height at which the measurements take place (for weather stations, $H_0 = 10\ m$ is considered);
H_1 – requested height;
k is an empirical coefficient and can take one of the following values shown in the table below:

Figure 1. Anemometer

Landscape features	The values of the coefficient *k*
smooth water surface	0
completely open terrain, such as airport runways	0,12
open farmland with some individual buildings	0,245
agricultural land with separate buildings fenced with 8-meter fences at a distance of more than 1250 *m*	0,257
agricultural land with separate buildings and 8 meter fences at a distance of 500 *m*	0,3
agricultural land with groups of buildings fenced at a height of 8 *m* and located at a distance of more than 250 *m* from each other	0,335
villages, small towns, farmland with individual buildings and high fences, forest and rough terrain	0,37
big cities with tall buildings	0,405
very big cities with tall buildings and skyscrapers	0,44

Students should also be trained in visual assessment of wind intensity equivalent to speed at a height of 10 *m*.

For this purpose, Beaufort's scale is presented:

Wind intensity, degrees	The name of the wind	Wind speed, *m/s*	Wind speed, *km/h*	The effects produced by the wind	
				on objects on the earth's surface	on the surface of water bodies
0	calm	0 – 0,2 (0)	0 – 1 (0)	The smoke rises vertically or almost vertically, the leaves of the trees and the flag cloth are motionless	The smooth surface of the water – like a mirror
1	Perceptible wind	0,3 – 1,5 (1)	1 – 5 (3)	Some leaves are moving, the smoke is rising at an angle to the direction of the wind	Light wrinkling of water
2	Light wind	1,6 – 3,3 (3)	6 – 11 (8)	We feel the breeze on our face, the leaves rustle from time to time, the flag cloth moves slightly	Waves appear with not too big crests
3	Weak wind	3,4 – 5,4 (5)	12 – 19 (15)	Small leaves and branches are in continuous motion, grass and seeds are moving with small amplitudes, the flag cloth is in continuous motion	The small crests of the waves begin to roll over, and the foam is not white but glossy like glass
4	Moderate wind	5,5 – 7,9 (7)	20 – 28 (24)	The wind sets the small branches of the trees in motion, raises the dust from the earth's surface, waves	Small waves are well observed, the crests of some of them overturn,

				appear on the surface of the grains and tall grasses, the flag cloth is kept stretched	forming white foam in places
5	Significant wind	8,0 – 10,7 (9)	29 – 38 (33)	The branches and thin stems of the trees are swayed, the web of the great flag is kept stretched	The waves are more pronounced, they form foam everywhere
6	Strong wind	10,8 – 13,8 (12)	39 – 49 (44)	The thick branches of the trees sway, the forest trembles. Tall grass and grain bend to the ground. I want the telegraph conductors	The crests of large waves appear, their foaming winds cover large areas, the wind begins to break the foam from the crests of the waves
7	Very strong wind	13,9 – 17,1 (15)	50 – 61 (55)	Tree trunks sway, thick branches bend. It takes effort to move against the wind. You can hear the whistling of the wind around buildings and stationary objects	The crests outline the large waves formed by the wind, the foam broken by the wind on the crests of the waves spreads in stripes on the shores of the waves
8	Extremely strong wind	17,2 – 20,7 (19)	62 – 74 (68)	Big trees are swayed, thin branches and dry twigs are broken. It becomes very difficult to advance against the wind. The pounding of the shore can be heard at enormous distances	Long strips of foam, torn by the wind, cover the shores of the waves, in some places they merge with their base
9	The storm	20,8 – 24,4 (23)	75 – 88 (81)	Insignificant damage to buildings is reported. Big tree branches are broken. Light objects are moved	The foam covers the coasts of the waves, and their surface becomes white, only in places there are portions without foam
10	Strong storm	24,5 – 28,4 (27)	89 – 102 (95)	Destruction is reported. Some trees can be cleared	The surface of the water is foamy. The air is supersaturated with water powder and spray. Visibility is extremely reduced
11	Violent storm	28,5 – 32,6 (31)	103 – 117 (110)	The wind causes considerable damage, breaks tree trunks	The surface of the water is covered with a dense layer of foam. Visibility

					is considerably reduced
12	Hurricane	Over 33	Over 117	Catastrophic destruction is reported. The trees are cleared	The surface of the water is covered with a dense layer of foam. Visibility is considerably reduced

After the presentation of the above concepts, laboratory works are carried out, which elucidate the functional dependence $V_1 = f(V_0, H_0, H_1)$.

Below are various type dependencies $V_1 = f(V_0, H_0, H_1)$ for completely open terrain such as airport runways.

Estimated wind intensity equivalent to speed at 30 *m* height, based on speed measured at 2 *m* height, for fully open terrain such as airport runways:

V_0, (m/s)	H_0, (m)	H_1, (m)	$\frac{H_1}{H_0}$	k	V_1, (m/s)
1	2	30	15	0,12	1,38
2	2	30	15	0,12	2,76
3	2	30	15	0,12	4,14
4	2	30	15	0,12	5,52
5	2	30	15	0,12	6,9
6	2	30	15	0,12	8,28
7	2	30	15	0,12	9,66
8	2	30	15	0,12	11,04
9	2	30	15	0,12	12,42
10	2	30	15	0,12	13,8

Estimation of wind intensity equivalent to speed at heights between 10 *m* and 120 *m*, depending on speed $V_0 = 2$ *m/s* measured at a height of 2 *m*, for completely open ground such as airport runways:

V_0, (m/s)	H_0, (m)	H_1, (m)	$\frac{H_1}{H_0}$	k	V_1, (m/s)
2	2	10	5	0,12	2,42
2	2	20	10	0,12	2,63
2	2	30	15	0,12	2,76
2	2	40	20	0,12	2,86
2	2	50	25	0,12	2,94
2	2	60	30	0,12	3,0
2	2	70	35	0,12	3,06
2	2	80	40	0,12	3,11
2	2	90	45	0,12	3,15
2	2	100	50	0,12	3,2
2	2	110	55	0,12	3,23
2	2	120	60	0,12	3,26

Estimation of the wind intensity equivalent to the speed at heights between 10 *m* and 120 *m*, depending on the speed V_0 = 4 *m*/*s* measured at the height of 2 *m*, for a completely open terrain, such as airport runways:

V_0, (*m*/*s*)	H_0, (*m*)	H_1, (*m*)	$\frac{H_1}{H_0}$	*k*	V_1, (*m*/*s*)
4	2	10	5	0,12	4,84
4	2	20	10	0,12	5,26
4	2	30	15	0,12	5,52
4	2	40	20	0,12	5,72
4	2	50	25	0,12	5,88
4	2	60	30	0,12	6,0
4	2	70	35	0,12	6,12
4	2	80	40	0,12	6,22
4	2	90	45	0,12	6,3
4	2	100	50	0,12	6,4
4	2	110	55	0,12	6,46
4	2	120	60	0,12	6,52

In case we want to check the correctness of the formula:

$$V_1 = V_0 \cdot \left(\frac{H_1}{H_0} \right)^k$$

it is important that the measurements taken at the ground surface are taken at the same time as those at the requested height. For this purpose, a device that measures the wind intensity is placed on board the unmanned aerial vehicle, after which the vehicle is maintained at the respective height.

In the absence of such a device, one method would be to travel the same distance at a constant speed by the air vehicle against and in the direction of the wind timing the time, after which we can easily determine the required data. But this method does not always give us accurate data.

Another laboratory work can be done based on the displacement calculation formula:

$$S = \frac{v_A}{nD},$$

where v_A is the velocity of the axial current, and *nD* – the speed of the outer points on the propeller circle.

This being the abscissa of the free movement diagram, we can express it through the functions:

- $K_T(S) = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$ – the value of Schube;
- $K_Q(S) = \frac{Q}{\rho n^2 D^5}$ – the torque value;
- $\eta_O(S) = \frac{T v_A}{2\pi n Q} = \frac{S}{2\pi} \cdot \frac{K_T}{K_Q}$ – vane angle measure value.

Conclusions

A small unmanned aerial vehicle is not recommended for flight:

- when the wind is strong;
- when the speed of the gusts can exceed the maximum speed of the unmanned aerial vehicle;
- less than 40 *km* from a storm, because hail can fall a long way from storm clouds
- near tornadoes;
- during freezing rain, which are the most unfavorable weather conditions. This is explained by the fact that ice can be stored on the surface of the unmanned aerial vehicle (icing) and therefore can change the aerodynamic characteristics of the propellers;
- in foggy weather, because it is more difficult to maintain visual contact with the unmanned aerial vehicle.

Article produced within the scientific research project "Methodology of ICT implementation in the process of studying real sciences in the education system of the Republic of Moldova from the perspective of inter/transdisciplinarity (STEAM concept)", included in the "State Program" (2020-2023), Priority IV: Societal challenges, number 20.80009.0807.20, with financial support provided by the National Agency for Development and Research.

Bibliography

1. Natalia NEDEOGLO, Corneliu ROTARU, Anton DANICI, Valeriu SEINIC, Veaceslav SPRINCEAN, Constantin VOZIAN, Valeriu CAZAN, Ion CORCIMARI, Eugenia CEBOTARU. Drone Education: Course Support. Chișinău: CEP USM, 2019. 330 p. ISBN 978-9975-142-85-4. (in romanian)

CZU: 51:629.73

APLICAREA UNOR MODELE MATEMATICE PENTRU VEHICULE AERIENE FĂRĂ PILOT

Dorin AFANAS, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0001-7758-943X
Catedra Algebră, Geometrie și Topologie
Lilia CARCHILAN, master în științe ale educației, lector universitar
https://orcid.org/0000-0001-7864-8868
profesor de informatică grad didactic unu, IPLT „Minerva” mun. Chișinău

Rezumat. Pentru a construi modele matematice aferente vehiculelor aeriene fără pilot sunt necesare cunoștințe profunde din diferite ramuri ale matematicii. În prezentul articol este cercetat aparatul matematic ce ne permite să determinăm traiectoria cea mai scurtă a unor astfel de aparate.
Cuvinte cheie: vehicul aerian fără pilot, traiectorie, programare, funcție, linie frântă.

APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS FOR UNMANNED AIR VEHICLES

Abstract. In order to build mathematical models related to unmanned aerial vehicles, deep knowledge in different branches of mathematics is required. In this article, the mathematical device that allows us to determine the shortest trajectory of such devices is researched.
Keywords: unmanned aerial vehicle, trajectory, programming, function, broken line.

Vehiculele aeriene fără pilot uman la bord, mai ales cele multirotor, motoarele căruia sunt bazate pe consumul energiei electrice, posedă un dezavantaj: sunt limitate de timpul de zbor. Majoritatea dintre ele se pot menține în aer cel mult 30 – 35 minute. Din această cauză este foarte important să cunoaștem cum putem planifica un zbor astfel încât traiectoria dintre punctele A și B să fie cea mai scurtă.

Tema cercetată aici pune în discuție anume problema menționată. Sunt prezentate diferite metode matematice de determinare a celei mai scurte traiectorii a unui vehicul aerian fără pilot uman la bord. În dependență de metoda aplicată, vor fi necesare cunoștințe din matematica superioară sau din matematica elementară.

Activitățile realizate în cadrul acestei teme facilitează conștientizarea aplicațiilor instrumentelor matematice la rezolvarea problemelor cu conținut cotidian atât la nivel gimnazial, liceal cât și la nivel de facultate.

Pentru a rezolva astfel de probleme studenții trebuie să posede următoarele cunoștințe și competențe din cadrul temelor:

- Teoria funcțiilor de mai multe variabile.
- Derivatele parțiale de ordinul întâi și doi ale funcțiilor de mai multe variabile.
- Algoritmul determinării extremelor funcțiilor de două variabile.
- Sistemul rectangular cartezian de coordonate în spațiu.

- Formula distanței dintre două puncte în spațiu.
- Ecuațiile dreptei în spațiu.
- Ecuațiile planului.
- Triunghiul dreptunghic.
- Teorema lui Pitagora.
- Rezolvarea triunghiurilor.

Se încep activitățile cu rezolvarea problemei de tipul: dependența funcțională $f(x) = \sqrt{x^2 + \alpha}$ ne caracterizează traiectoria matematică specifică a unui vehicul aerian fără pilot uman la bord din punctul *A* în punctul *B*, dependența funcțională $g(y) = \sqrt{y^2 + \beta}$ – din punctul *B* în punctul *C* și dependența funcțională $\varphi(z) = \sqrt{z^2 + \gamma}$ – din punctul *C* în punctul *D*.

Determinați:

a) traiectoria cea mai scurtă dintre punctele *A* și *D*, dacă variabilele *x*, *y* și *z* trebuie să satisfacă ecuației planului $ax + by + cz = \delta$;
b) expresia analitică în coordonate rectangulare carteziene a traiectoriei vehiculului aerian fără pilot uman la bord ce conține punctele *A*, *B*, *C* și *D*;
c) expresiile parametrice ale traiectoriei vehiculului aerian fără pilot uman la bord ce conține punctele *A*, *B*, *C* și *D*;
d) valorile parametrului *t* pentru fiecare dintre punctele *A*, *B*, *C* și *D*.

După realizarea acestor activități, problema de mai sus poate fi modificată propunându-se și rezolvându-se probleme cu un grad sporit de dificultate, în care obținem nu triunghiuri dreptunghice, dar triunghiuri arbitrare.

Problemă. Dependența funcțională $T(x) = \sqrt{x^2 + 1600}$ ne caracterizează traiectoria matematică a unui vehicul aerian fără pilot dintre punctele *O* și *A*, $T(y) = \sqrt{y^2 + 6400}$ – dintre punctele *A* și *B*, iar $T(z) = \sqrt{z^2 + 14400}$ – dintre punctele *B* și *C*.

Determinați:

a) traiectoria cea mai scurtă dintre punctele *O* și *C*, dacă variabilele *x*, *y* și *z* trebuie să satisfacă ecuația planului $x + y + z = 180$;
b) expresia analitică în coordonate rectangulare carteziene a celei mai scurte traiectorii a vehiculului aerian într-un plan paralel cu planul (*xOy*);
c) expresiile parametrice ale celei mai scurte traiectorii a vehiculului aerian;
d) valorile parametrului *t* pentru fiecare dintre punctele *O*, *A*, *B* și *C*.

După obținerea rezultatelor matematice:

e) programați în limbajul Scratch cu ajutorul blocurilor traiectoria vehiculului aerian;
f) realizați zborul la un simulator specializat conform traiectoriei programate;
g) realizați un zbor real cu un vehicul aerian educațional conform traiectoriei programate.

Rezolvare. Din condițiile problemei rezultă că traiectoria cea mai scurtă dintre punctele *O* și *C* va fi egală cu suma lungimilor traiectoriilor *OA*, *AB* și *BC*, adică $OC = OA + AB + BC$.

Pentru determinarea celei mai scurte traiectorii a vehiculului aerian dintre punctele O și C vom prezenta două metode [1].

Metoda 1. Această metodă poate fi prezentată studenților care sunt cunoscuți cu teoria funcțiilor de mai multe variabile și extremele lor.

Pentru determinarea celei mai scurte traiectorii trebuie să cercetăm la extrem funcția de trei variabile $f(x; y; z) = \sqrt{x^2 + 1600} + \sqrt{y^2 + 6400} + \sqrt{z^2 + 14400}$, unde $x + y + z = 180$, adică trebuie să determinăm minimul ei. Această metodă ne conduce la calcule destul de voluminoase care sunt reflectate în continuare.

Deoarece $z = 180 - x - y$, atunci obținem funcția de două variabile:

$$f(x; y) = \sqrt{x^2 + 1600} + \sqrt{y^2 + 6400} + \sqrt{(180 - x - y)^2 + 14400}.$$

Derivatele parțiale de ordinul întâi ale acestei funcții sunt:

$$f_x'(x; y) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + 1600}} - \frac{180 - x - y}{\sqrt{(180 - x - y)^2 + 14400}},$$

$$f_y'(x; y) = \frac{y}{\sqrt{y^2 + 6400}} - \frac{180 - x - y}{\sqrt{(180 - x - y)^2 + 14400}}.$$

Egalând aceste derivate cu zero: $f_x'(x; y) = f_y'(x; y) = 0$, vom primi

$x\sqrt{y^2 + 6400} = y\sqrt{x^2 + 1600}$, $x^2y^2 + 6400x^2 = x^2y^2 + 1600y^2$, $y^2 = 4x^2$, $y = \pm 2x$.

Admitem că $y = 2x$. Atunci obținem ecuația

$$\frac{x}{\sqrt{x^2 + 1600}} - \frac{180 - 3x}{\sqrt{(180 - 3x)^2 + 14400}} = 0,$$

ce admite unica soluție $x = 30$. Dar atunci $y = 60$ și $z = 90$. Deci un punct staționar are coordonatele: (30; 60; 90).

Admitem acum $y = -2x$. Atunci primim ecuaţia:

$$\frac{x}{\sqrt{x^2 + 1600}} - \frac{180 + x}{\sqrt{(180 + x)^2 + 14400}} = 0,$$

de unde rezultă ecuaţia pătrată:

$$x^2 - 45x - 4050 = 0,$$

care admite soluţiile: $x_1 = -45$ şi $x_2 = 90$. Dar atunci

$$y_1 = 90 \text{ şi } y_2 = -180, \text{ iar } z_1 = 135 \text{ şi } z_2 = 270.$$

Astfel am obţinut trei puncte staționare:

$$(30; 60; 90), (-45; 90; 135) \text{ şi } (90; -180; 270).$$

Aflăm valorile funcției $f(x; y; z)$ în punctele staționare:

$$f(30; 60; 90) = \sqrt{900 + 1600} + \sqrt{3600 + 6400} + \sqrt{8100 + 14400} =$$

$$\sqrt{2500} + \sqrt{10000} + \sqrt{22500} = 50 + 100 + 150 = 300;$$

$$f(-45; 90; 135) = \sqrt{2025 + 1600} + \sqrt{8100 + 6400} + \sqrt{18225 + 14400} =$$

$$= \sqrt{3625} + \sqrt{14500} + \sqrt{32625} = 30\sqrt{145} \approx 361{,}25;$$

$$f(90;\ -180;270) = \sqrt{8100+1600} + \sqrt{32400+6400} + \sqrt{72900+14400} =$$
$$= \sqrt{9700} + \sqrt{38800} + \sqrt{87300} = 60\sqrt{97} \approx 590{,}93.$$

Astfel studenții ajung la concluzia că traiectoria cea mai scurtă dintre punctele *O* și *C* va fi egală cu 300, deoarece valoarea cea mai mică a funcţiei cercetate este egală cu 300.

Pentru determinarea celei mai scurte traiectorii a vehiculului aerian dintre punctele *O* și *C* putem indica o altă metodă care nu necesită cunoștințe din domeniul matematicii superioare și deci o astfel de problemă poate fi rezolvată cu elevii din ciclul gimnazial.

Metoda 2. Această metodă se bazează pe ilustrații geometrice, triunghiul dreptunghic și teorema lui Pitagora.

Cercetăm figura 1. Traiectoria vehiculului aerian va fi cea mai scurtă atunci când lungimea liniei frânte *OABC* va avea lungimea cea mai mică.

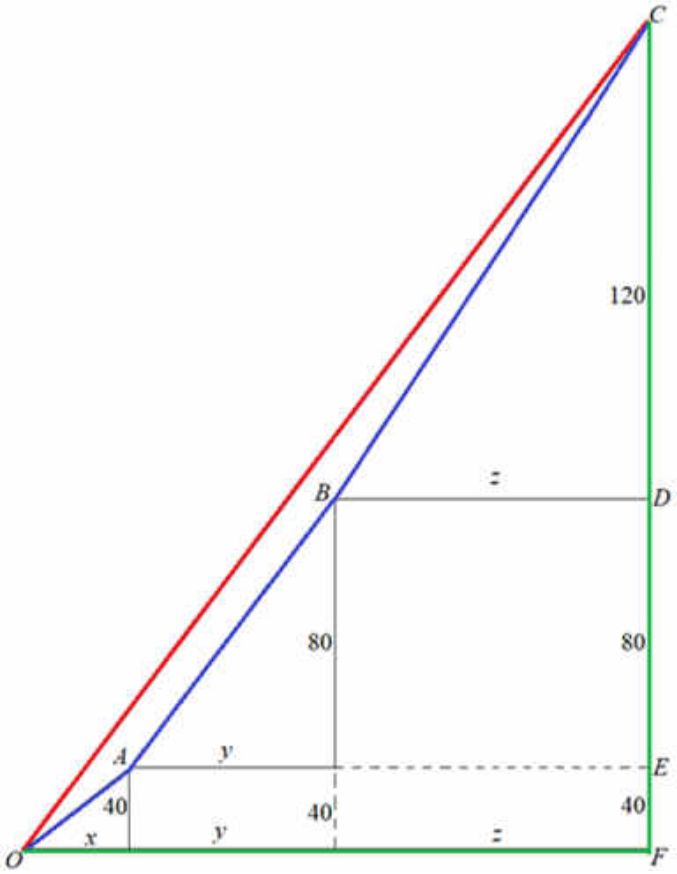


Figura 1.

Aceasta este posibil numai atunci când punctele *O*, *A*, *B* și *C* vor fi situate pe una și aceeași dreaptă, adică lungimea cea mai mică trebuie să fie lungimea segmentului *OC*, care este ipotenuza triunghiului dreptunghic *OFC*. Deoarece catetele triunghiului dreptunghic sunt 180 şi 240, rezultă că *OC* = 300.

b) Pentru a determina expresia analitică în coordonate rectangulare carteziene a traiectoriei vehiculului aerian fixăm un sistem rectangular cartezian de coordonate cu originea în punctul *O* (vezi fig. 2). Direcțiile pozitive ale axelor (*Ox*) și (*Oy*) le alegem așa cum este indicat în figura 2.

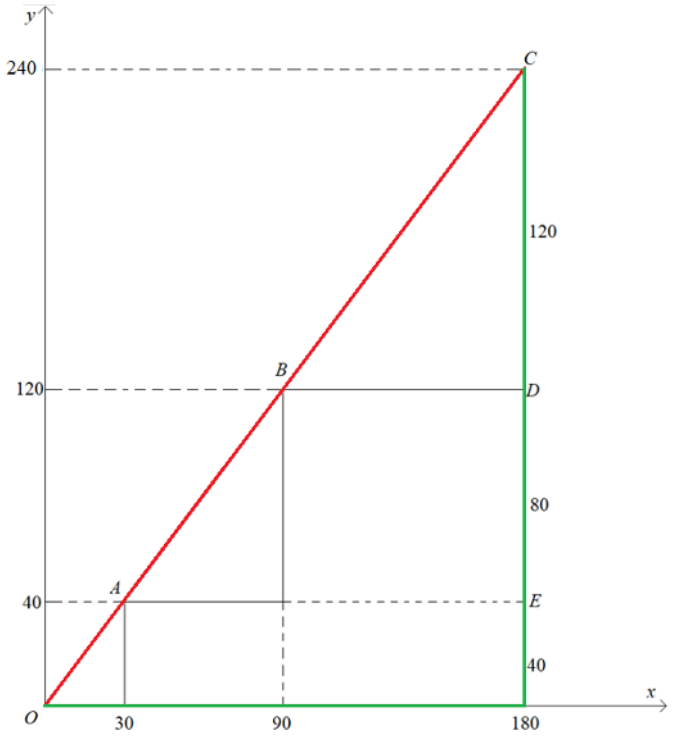


Figura 2.

Notăm $O(x_0; y_0)$ $A(x_A; y_A)$, $B(x_B; y_B)$ și $C(x_C; y_C)$. Deoarece punctul O este originea sistemului rectangular cartezian de coordonate, rezultă că $O(0; 0)$. Conform rezultatelor obținute mai sus rezultă că prima coordonată a punctului A este 30. Din egalitatea $AB = \sqrt{x^2 + 1600}$, formula distanței

$$OA = \sqrt{(x_A - x_0)^2 + (y_A - y_0)^2} = \sqrt{(30 - 0)^2 + (40 - 0)^2},$$

modul cum a fost ales sistemul rectangular cartezian de coordonate, din considerente practice și de securitate a realizării unui zbor cu vehiculul aerian, respectând legislația Republicii Moldova în vigoare, tragem concluzia că a doua coordonată a punctului A este 40. Deci punctul A are coordonatele (30; 40). În mod analog obținem: $B(90; 120)$ și $C(180; 240)$.

Deoarece traiectoria vehiculului aerian reprezintă o dreaptă, iar dreapta se determină în mod univoc de orice două puncte distincte ale ei, atunci alegem, de exemplu, punctele O și A cu ajutorul cărora determinăm ecuația ei în coordonate rectangulare carteziene:

$$\frac{x - x_0}{x_A - x_0} = \frac{y - y_0}{y_A - y_0}, \qquad \frac{x}{30} = \frac{y}{40}, \qquad 4x - 3y = 0.$$

Dacă substituim coordonatele punctelor B și C în ecuația dreptei obținute, atunci ne putem convinge că ele de asemenea aparțin dreptei $4x - 3y = 0$.

Prin urmare, ecuația traiectoriei vehiculului aerian are forma: $4x - 3y = 0$.

c) Expresiile sau ecuațiile parametrice ale traiectoriei vehiculului aerian ce conține punctele O, A, B și C vor avea forma:

$$\frac{x}{30} = \frac{y}{40} = t, \text{de unde } \begin{cases} x = 3t, \\ y = 4t. \end{cases}$$

d) Valorile parametrului t pentru fiecare dintre punctele O, A, B și C le aflăm substituind coordonatele punctelor respective în ecuațiile parametrice ale traiectoriei.

Astfel, pentru punctul $O(0;\ 0)$ avem $t = 0$, pentru punctul $A(30;\ 40)$ valoarea parametrului $t = 10$, pentru punctul $B(90;\ 120)$ obținem $t = 30$, iar pentru punctul $C(180;\ 240)$ parametrul $t = 60$.

După obținerea rezultatelor matematice continuăm cu activitatea de programare a zborului.

e) Programul pentru realizarea zborului vehiculului aerian fără pilot uman la bord în limbajul Scratch prin intermediul blocurilor este prezentat în figura 3.

Figura 3. Programul pentru realizarea zborului

Din considerente de securitate și comoditate zborul se va realiza în planul ce se determină de ecuația $4x - 3y + z = 90$. Realizarea zborului în acest plan și în localul respectiv nu necesită acordul autorităților respective.

Figura 4. Traiectoria vehiculului aerian fără pilot din punctul *O* în punctul *A*

După ce a fost programată traiectoria vehiculului aerian fără pilot uman la bord, studenții vor fi capabili să modeleze un zbor atât la un simulator specializat cât și să realizeze un zbor cu un vehicul aerian real printr-o singură apăsare pe butonul respectiv.

În figurile 4 – 6 este prezentată traiectoria vehiculului aerian, la un simulator, ce conține punctele *O*, *A*, *B* și *C*.

Figura 5. Traiectoria vehiculului aerian fără pilot din punctul *A* în punctul *B*

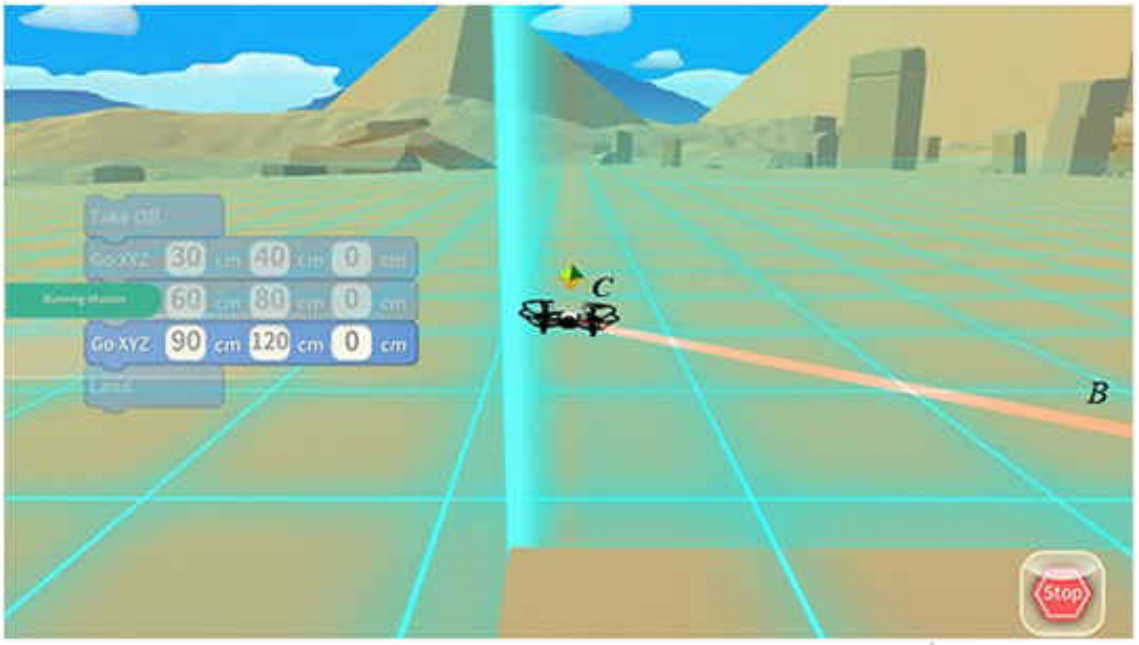


Figura 6. Traiectoria vehiculului aerian fără pilot din punctul *B* în punctul *C*

Evident, cadrul didactic poate modifica această problemă cerînd, de exemplu, să fie determinate toate traiectoriile posibile ale vehiculului aerian fără pilot aferente punctelor staționare ale funcției de trei variabile

$$f(x; y; z) = \sqrt{x^2 + 1600} + \sqrt{y^2 + 6400} + \sqrt{z^2 + 14400},$$

unde $x + y + z = 180$ și pentru traiectoriile obținute studenții să:

f) scrie programul în limbajul Scratch cu ajutorul blocurilor;

g) realizeze zborul la un simulator specializat;

h) realizeze zborul cu un vehicul aerian real.

În asemenea caz pentru punctul staționar cu coordonatele (–45; 90; 135), prin modelare, vom obține că traiectoria vehiculului aerian trece prin punctele $O(0; 0)$, $A_1(–45; 40)$, $B_1(90; 80)$ și $C_1(135; 120)$.

Observăm că punctele O, B_1 și C_1 aparțin dreptei $8x – 9y = 0$, iar punctul A_1 nu aparține dreptei date (fig. 7).

Însă punctele $O(0; 0; 90)$, $A_1(–45; 40; 90)$, $B_1(90; 80; 90)$ și $C_1(135; 120; 90)$ aparțin planului $z = 90$. Prin urmare, zborul îl putem realiza în planul ce se determină de ecuația $z = 90$. Traiectoria matematică a vehiculului aerian fără pilot este prezentată în figura 7.

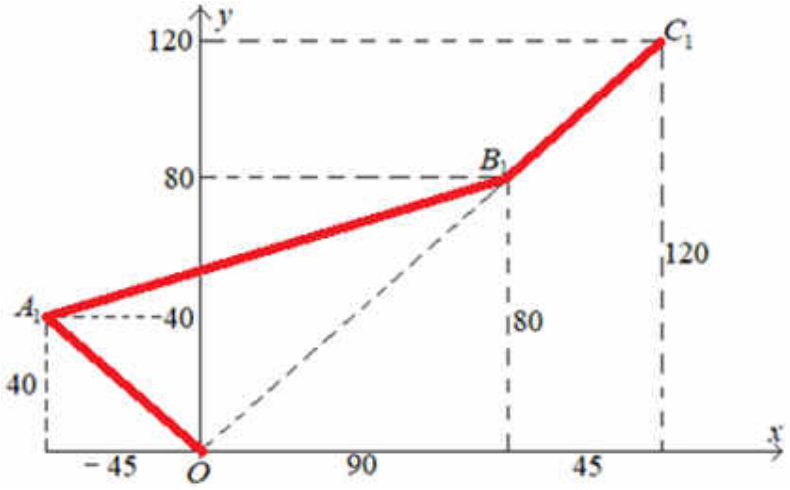


Figura 7. Traiectoria matematică a vehiculului aerian fără pilot pentru punctul staționar (-45; 90; 135)

Programul pentru realizarea zborului vehiculului aerian fără pilot în limbajul Scratch prin intermediul blocurilor este prezentat în figura 8.

Pentru punctul staționar cu coordonatele (90; –180; 270) – traiectoria vehiculului aerian de asemenea este o linie frântă și trece prin punctele: $O(0; 0)$, $A_2(90; 40)$, $B_2(–180; 80)$ și $C_2(270; 120)$. Observăm că punctele O, A_2 și C_2 aparțin dreptei $4x – 9y = 0$, iar punctul B_2 nu aparține dreptei date. Însă punctele $O(0; 0; 90)$, $A_2(90; 40; 90)$, $B_2(–180; 80; 90)$ și $C_2(270; 120; 90)$ aparțin planului $z = 90$. Prin urmare, zborul îl putem realiza de asemenea în planul ce se determină de ecuația $z = 90$. Traiectoria matematică a vehiculului aerian este prezentată în figura 9.

Figura 8. Programul pentru realizarea zborului aferent punctului staționar (-45; 90; 135)

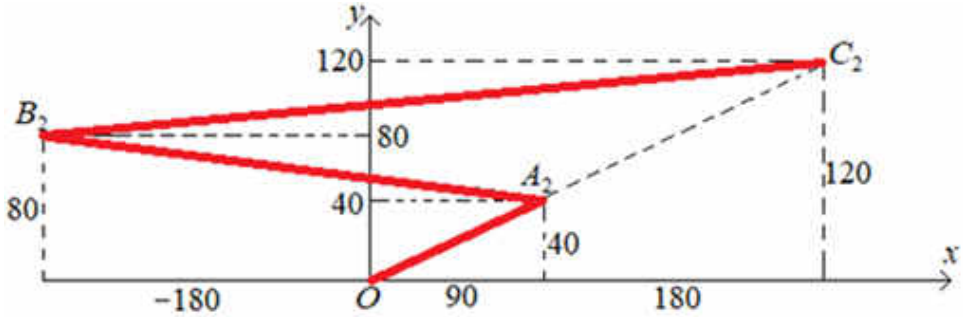


Figura 9. Traiectoria matematică a vehiculului aerian fără pilot pentru punctul staționar (90; -180; 270)

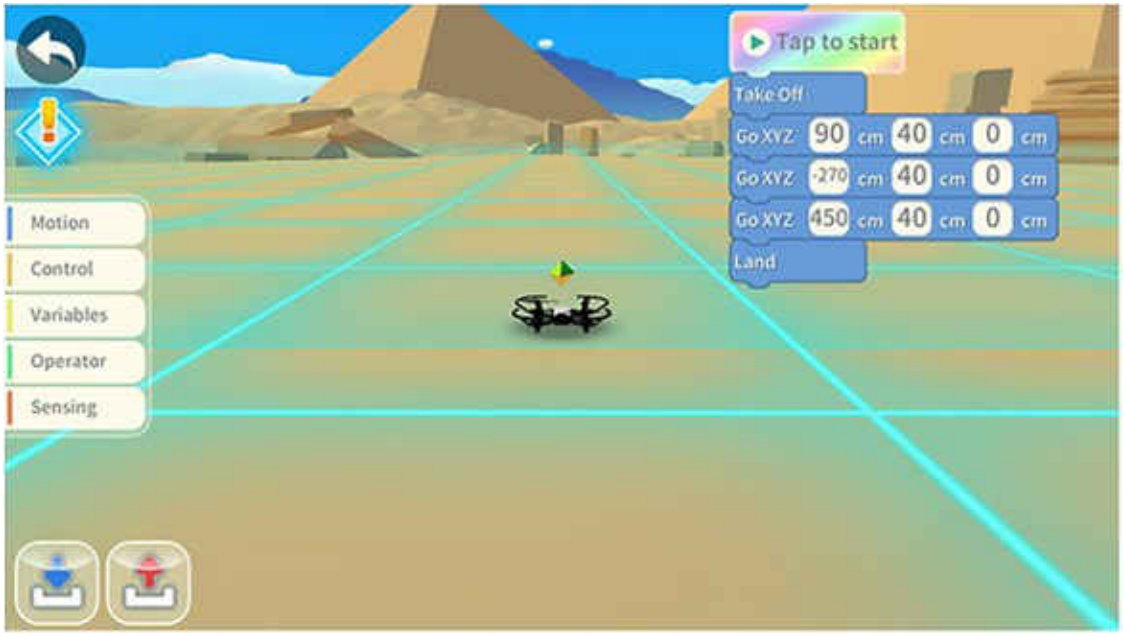


Figura 10. Programul pentru realizarea zborului aferent punctului staționar (90; -180; 270)

Programul pentru realizarea zborului vehiculului aerian în limbajul Scratch prin intermediul blocurilor este prezentat în figura 10.

Pentru consolidarea cunoștințelor și formarea competențelor de rezolvare a problemelor de tipul celei de mai sus prin metoda nonstandardă pot fi rezolvate și alte probleme, generalizându-le până la triunghiuri arbitrare.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. CALMUȚCHI, Laurențiu; AFANAS, Dorin; CIOBAN, Mitrofan. Geometrie analitică în spațiu. Chișinău: Univ. de Stat din Tiraspol, Catedra Algebră, Geometrie și Topologie, 2014, 210 p. ISBN 978–9975–76–118–5.

CZU: 378.4(091)

FILE DIN ISTORIA FACULTĂȚII FIZICĂ, MATEMATICĂ ȘI TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE A UNIVERSITĂȚII DE STAT DIN TIRASPOL

Laurențiu CALMUȚCHI, dr. hab., prof. univ, UST
https://orcid.org/0000-0001-6665-7927

Rezumat. În lucrare se reflectă unele file din istoria Universității de Stat di Tiraspol și a facultății ei Matematică, fizică și Tehnologii Informaționale. Sunt expuse unele rezultate din domeniile matematicii, fizici, informaticii și referitoare la metodele de instruire ale disciplinelor din domeniile matematicii, fizicii, informaticii și tehnologiilor informaționale.
Cuvinte cheie: matematică, fizică, informatică, știință, cercetare.

PAGES FROM THE HISTORY OF THE FACULTY OF PHYSICS, MATHEMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES OF THE TIRASPOL STATE UNIVERSITY

Abstract. The present article reflects some files from the history of Tiraspol State University and its Faculty of Mathematics, Physics and Information Tehnologies. Some results from the fields of mathematics, physics, informatics and regarding the training methods of the disciplines from the fields of mathematics, physics, informatics and information tehnologies are presentend.
Keywords: mathematics, physics, computer science, science, segsetage.

La 1 octombrie 2022 s-au împlinit 92 de ani de la constituirea învățământului superior din Republica Moldova. În prima zi a lunii brumar, în 1930, prin Hotărârea Administrației Publice Centrale a fostei Republici Autonome Moldovenești, a fost creată prima instituție de învățământ superior din republică – Universitatea de Stat din Tiraspol.

Pe parcursul existenței sale, Universitatea de Stat din Tiraspol și-a schimbat denumirea de câteva ori: în 1931 Institutul Moldovenesc de Educație Publică este reorganizat în Institutul Moldovenesc de Educație Socială, în 1933 este denumit Institut Pedagogic Moldovenesc. În 1939, Instituției respective i se conferă numele lui Taras Șevcenko, cu ocazia aniversării 125 de ani de la nașterea poetului.

Pe parcursul anilor, Universitatea a format zeci de mii de specialiști de calificare înaltă, contribuind substanțial la dezvoltarea tezaurului cultural, social-politic și economic al țării.

Astăzi, aproape în toate localitățile urbane și rurale, în instituțiile administrației publice centrale și locale, în centrele universitare si de cercetare activează absolvenții universității noastre.

Concomitent, vom observa că, din nefericire, calea parcursă de Universitate este destul de dramatică și reflectă veridic fenomenele sociale, prin care a trecut si trece Republica Moldova.

E suficient să amintim că, în primii 10 ani de funcționare a Universității, la conducere s-au aflat 10 rectori (directori), cinci dintre care au fost supuși în anii 1937-1938 represaliilor (Avram Bihman, primul director al Universității în anii 1930-1932, Mihail Halostenko (1933-1934), Aleksandr Pohinin (1935-1937), Dimitrie Prestesco (1937), Tihon Nițuleas (1937-1938)). Toți au fost reabilitați post-mortem.

Războiul din anii 1941-1944 impune comasarea Institutului Pedagogic din Tiraspol cu cel din Chișinau și evacuarea acestora în regiunea Orenburg (Federația Rusă), unde și-a reluat activitatea în 1942, pregătind doar o promoție de 19 absolvenți (în anul 1944).

Anul 1944 marchează, de fapt, sfârșitul războiului și revenirea în orașul natal. Mulți dintre foștii studenți și profesori nu s-au mai întors din război. Au căzut pe câmpul de luptă renumiții dascăli: I. Borisiuc, S. Vasilatii, studenții A. Manicovski, S. Mospan, V. Osadcii, A. Serghienko, P. Racul, M. Malaev, Z. Matusar.

În detașamentele de partizani și-au jertfit viața studenții: B. Abjelean,S. Boșneaga, G. Banicovski, S. Erofeev.

Imediat după război, înmatricularea studenților la facultățile universității devine o problemă extrem de dificilă, întrucât foarte puțini tineri aveau studii medii complete.

În legătură cu deschiderea în republică a unor noi instituții de învățământ superior și de cercetare, multe cadre profesoral-didactice ale universității au devenit fondatori și co-fondatori ai Institutului Pedagogic de Stat și ai Universității de Stat din Chișinău, ai Bazei Moldovenești de cercetări științifice a Academiei de Științe a U.R.S.S. , o parte dintre aceștia devin manageri în diverse instituții de învățământ și de cercetare din republică.

Deja în 1955 în cadrul Institutului Pedagogic activau 20 de doctori în științe, creându-se toate premisele privind organizarea laboratoarelor științifice în domeniile: chimie, geografie, biologie, fizică, pedagogie.

În anul 1954 se înființează doctorantura la specialitățile: zoologie, botanică, chimie, geografie, iar în luna aprilie 1955 a fost organizată prima conferință științifică a colaboratorilor, care ulterior a devenit o tradiție anuală.

La finele anilor 50 ai secolului trecut au fost stabilite direcțiile prioritare de cercetări științifice ale colaboratorilor B. Matienco, P. Crăciun, M. Kozlovski, I. Burdian, V. Gurov, I. Procopeț, E. Natanzon, Gh. Șișcanu, N. Mihai, V. Zapadaev, E. Feldman, N. Rîmbu, A. Lungu, A. Frenk, I. Valuță, Ia. Cioban, G. Verșigora.

Între anii 1960-1970, are loc o dezvoltare vertiginoasă a universității. Au fost deschise specialități noi: biologie și chimie, fizică și chimie, limba germană, limba franceză și limba germană, fizică și astronomie, biologie și bazele producției agricole. Au fost create și dotate cu cele necesare noi săli de studii, laboratoare științifice în domeniile cristalografiei, fizicii semiconductorilor, fiziologiei, chimiei, geografiei, paleogeografiei și geologiei, pedagogiei și psihologiei.

Potențialul științifico-didactic acumulat în anii 1960-1970 a permis o creștere apreciabilă a acestei instituții pedagogice.

Kozlovsky Miroslav Ivanovici (7 mai 1918- 20 noiembrie 1982), fizician, specialist în domeniul cristalografiei, a studiat, înainte de război, doi ani la Universitatea din Iași, iar în 1949 a absolvit Institutul Pedagogic din Chișinău „I. Creangă". Din 1951, a lucrat la Institutul Pedagogic din Tiraspol T. G. Shevchenko, în perioada 1958-1962 a fost rector, iar între anii 1965-1971 - prorector, în 1971-1978. - șef al catedrei de Fizică Generală și Metodica Predării Fizicii, din 1978 - Profesor al acestei Catedre. El a fost doctor în științe fizice și matematice (1968), profesor (1970), Om emerit al Școlii Superioare a RSS Moldovenești (1973).

În 1968, Miroslav Kozlovski susține prima teză de doctor habilitat, realizată în baza cercetărilor efectuate în laboratoarele universității, iar în 1969, în universitate a fost lansat primul în republică Birou studențesc de construcții, în care cu ajutorul studenților și profesorilor au fost create diverse clase automatizate, destinate evaluării cunoștințelor tineretului studios, care ulterior au fost implementate în 38 de școli și 3 instituții de învățământ superior din republică.

În perioada anilor 1967- 1987 și-au adus o contribuție vădită la dezvoltarea instituției noastre rectorii: Anton Novac și Andrei Hariton. Ei au înlesnit dezvoltarea bazei tehnico-materiale a universității, reușind să construiască două blocuri moderne de studii, cu săli spațioase de cursuri, două cămine pentru studenți, un profilactoriu pentru colaboratori și studenți și o bibliotecă, ceea ce a permis deschiderea a noi facultăți (pedagogie), noi specialități și catedre.

În 1980 deja funcționau 5 facultăți: Fizică și matematică, Filologie, Bilogie și chimie, Geografie și Pedagogie. În cadrul celor 25 de catedre activau 216 cadre didactice, inclusiv 6 doctori habilitați și 117 doctori în științe. Pentru cercetări științifice și lucrări didactice în institut funcționau 33 de laboratoare și 26 de cabinete specializate – toate fiind dotate cu tehnică și utilaj performant la acea perioadă de timp. Au mai fost create, în această perioadă de timp, Școala de fizică și matematică pentru tineri, Societatea științifică a elevilor, Clubul geografic al călătorilor, Facultatea viitorului profesor școlar etc.

Astfel Institutul Pedagogic de Stat „Taras Șevcenko" din Tiraspol devine un centru științific solid, recunoscut nu numai în republică, dar și în afara hotarelor ei.

În 1980, prin Decretul Prezidiumului Sovietului Suprem al U.R.S.S., grație succeselor obținute în pregătirea cadrelor pentru învățământul public, Institutul Pedagogic de Stat „Taras Șevcenko" din Tiraspol a fost decorat cu Ordinul „Insigna de Onoare".

În preajma aniversării a 60-a a Institutului la cele 5 facultăți studiau 5800 studenți la învățământul de zi și cu frecvență redusă. Promoțiile anuale constituiau circa 1000 de specialiști.

Începând cu luna mai, 1992, Institutul Pedagogic de Stat din Tiraspol a căpătat Statutul de Universitate de Stat, iar în iulie, 1992, în urma declanșării conflictului militar de către forțele antinaționale, separatiste, Universitatea de Stat din Tiraspol este evacuată în municipiul Chișinău, în conformitate cu Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 480

din 9 iulie 1992. Anul de studii 1992-1993 începe la Chișinău în condiții extrem de dificile. Lipsită de baza materială, care a fost acumulată cu atâta trudă și sacrificii timp de jumătate de secol și ulterior înstrăinată forțat, universitatea reușește să activeze totuși într-un ritm stabil, fiind ajutată la modul cuvenit de către conducerea Republicii Moldova și, implicit, de universitățile surori și centrele științifice din municipiul Chișinău.

Pe parcursul anilor 1992-1996 a fost creat suportul material necesar pentru a continua procesul de învățământ și cercetare. Cu toate circumstanțele nefavorabile, cu care se confruntă UST, colectivul profesoral-didactic continuă misiunea sa nobilă, contribuind în modul cel mai evident la pregătirea cadrelor didactice de înaltă calificare, la modernizarea învățământului formativ în contextul integrării europene, la procesul de renaștere națională și restabilire a identității naționale.

În anul 2010 UST a sărbătorit aniversarea a 80-a de la fondare. Prin Decretul Prezidențial, Universității de Stat din Tiraspol i-a fost conferit Ordinul „Credința Patriei", clasa I, în semn de profundă recunoștință și apreciere a meritelor deosebite în dezvoltarea învățământului universitar, pentru eforturile depuse de generațiile de colaboratori la pregătirea cadrelor didactice, pentru activitatea metodico-științifică prodigioasă și pentru curajul și patriotismul de care a dat dovadă colectivul profesoral în apărarea demnității umane și naționale.

Universitatea de Stat din Tiraspol a fost decorată cu cea mai înaltă distincție a Academiei de Științe a Moldovei –Medalia „Dimitrie Cantemir" pentru pregătirea cadrelor de înaltă calificare, rezultate remarcabile în cercetare și în legătură cu sărbătorirea a 80 de ani de la fondarea instituției.

Zeci de universități, sute de facultăți activează astăzi în țară formând un sistem de învățământ superior valoros, un sistem care-și începuse istoria circa 92 de ani în urmă cu prima facultate din țară – facultatea Fizică și Matematică a Institutului Pedagogic din Tiraspol.

Cu o singură catedră, doi lectori și 25 de studenți la 1 octombrie 1930, concomitent cu crearea Institutului Pedagogic din Tiraspol – prima instituție de învățământ superior din Moldova, a fost fondată facultatea Fizică și Matematică (astăzi facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale).

În câțiva ani numărul studenților s-a majorat esențial, dar în perioada celui de-al II-lea Război Mondial (1941–1945) facultatea și-a continuat activitatea formal, renăscând către anul 1947, când a avut 11 absolvenți.

În perioada anilor 1950–1960 prima facultate din țară se dezvoltă vertiginos: numărul studenților se apropie de 2000.

În urma apariților altor instituții superioare, în perioada anilor 1970 – 1980 numărul studenților facultății se micșorează puțin, dar ea rămâne a fi cea mai mare facultate din Moldova.

În diferite perioade, Facultatea FMTI a fost condusă de către decanii: Nicolae Vârlan

(1950-1953), Constantin Cozlovschi (1953-1957), Ion Valuță (1957-1960, 1963-164), Ion Burdian (1964-1967), Andrei Hariton (1967-1971), Visarion Bivol (1971-1977, 1995-1997), Ion Florea (1977-1980), Eugen Gheorghiță (1980-1982), Andrei Cioban (1982-1987), Ion Pancenco (1987-1992), Nestor Dodon (1992-1995), Laurențiu Calmuțchi (1997-2002), Boris Korolevski (2002-2010), Andrei Braicov (2011 și până în prezent).

Arhivele UST menționează că în anul 1980 la facultate își făceau studiile circa 1300 de studenți. Aceștia erau îndrumați de 52 de lectori, dintre care 2 profesori universitari și 28 de conferențiari universitari. În cadrul facultății activau 7 catedre: Algebră superioară; Geometrie; Metodica predării matematicii; Analiza matematică; Metodica predării fizicii și mijloacele tehnice de instruire; Fizica generală; Fizica teoretică. Facultatea Fizică și Matematică avea 15 laboratoare didactice (inclusiv de Electrotehnică, Film didactic, Mijloace tehnice de instruire, Metodica matematicii), zeci de cabinete de tip școlar la matematică și fizică, 2 laboratoare științifice (Optică și Fizica cristalelor), un Observator astronomic și Planetarul.

În anul 1985 este fondată prima catedră de Informatică și Tehnică de Calcul din țară care avea sarcina primară de a pregăti cadre didactice la Informatică. Din momentul fondării și până în anul 2005 șef al catedrei a fost doctorul conferențiar Iulian Marcov.

Astfel, facultatea Fizică și Matematică devine cel mai important centru național în pregătirea profesorilor de fizică, matematică, astronomie și informatică pentru sistemul preuniversitar de învățământ. În același timp, prima facultate din țară este și un centru științific esențial, care furnizează specialiști pentru cercetare și cadre didactice pentru învățământul superior din Moldova.

Absolvenții facultății devin lectori și colaboratori științifici de renume național și internațional. Menționăm doar câțiva dintre ei: T. Șișianu – doctor habilitat, profesor universitar, membru-corespondent al AȘM, șef de catedră; M. Vladimir – doctor habilitat, profesor universitar, șef de catedră (UTM), M. Caraman – doctor habilitat, profesor universitar, șef de catedră (USM), T. Munteanu – doctor habilitat, profesor universitar, M. Ursul – doctor habilitat, profesor universitar (Universitatea din Oradea), M. Cioban, academician al AȘM, președintele Societății Matematicienilor din Republica Moldova, N. Vulpe – doctor habilitat, membru-corespondent al AȘM, L. Calmuțchi – doctor habilitat, profesor universitar, rector al UST, L. Chiriac – doctor habilitat, profesor universitar, D. Cozma – doctor habilitat, profesor universitar etc.

Facultatea se mândrește cu discipolii săi și, în particular, de absolvenții Facultății FMTI: academicianul Petru Soltan, membrul corespondent al AȘM Nicolae Vulpe, profesorii Vasile Ceban, Ipolit Antoseac, Sergiu Miron, Nicolae Mihai, Chiril Prisăcaru, Alexandru Basarab și alții.

Cu regret, în anul 1992, împreună cu celelalte facultăți ale Universității de Stat din Tiraspol, facultatea este evacuată în condiții grele la Chișinău. În Tiraspol rămâne o bază material-didactică impunătoare: un campus studențesc cu 4 blocuri de studii, o mare

bibliotecă universitară, 7 cămine studențești, un profilactoriu - sanatoriu etc.

Totuși, principalul tezaur al facultății – corpul profesoral-didactic, în componența sa majoritară, vine la Chișinău, alături de cei pentru care și-au dedicat viața – studenții.

La 1 septembrie 1992 își continuă activitatea la Chișinău într-un singur bloc de studii și fără cămine studențești. Peste 10 ani UST are deja două blocuri mari de studiu, campus studențesc cu cămin pentru studenți, stadion și toate celelalte necesare pentru a asigură un proces educațional la standarde europene.

La 85 de ani de la fondare facultatea întrunește 5 catedre și pregătește specialiști în domeniile Matematică, Informatică și Fizică.

Oferta educațională include la ciclul I (de licență) specialități cu frecvența: la zi cu 4 ani de studii (Matematică și Informatică, Fizică și Informatică, Matematică și Fizică etc.) și cu 3 ani de studii (Matematică, Informatică, Fizică); redusă cu 4 ani de studii (Matematică, Informatică, Fizică).

La ciclul II (masterat) facultatea FMTI pregătește cadre didactice la specialitățile Matematici modeme și tehnologii moderne de instruire, Tehnologii informaționale în instruire, Fizica modernă și tehnologii formative, Management și comunicare instituțională, Management educațional.

Absolvenții facultății se angajează în calitate de cadre didactice (în gimnazii, licee, colegii, universități), ingineri, specialiști TIC, manageri în sistemul educațional, cercetători științifici etc.

Baza materială a facultății este concentrată în 8 laboratoare de studii, un laborator interdepartamental în colaborare cu AȘM pentru specializare în domeniul Fizicii corpului solid, 6 săli de calculatoare, un Centru de formare continuă în domeniul TIC, centru de formare continuă a cadrelor didactice preuniversitare.

Menționăm că în 2015 renumita Agenție germană AQAS (Agentur für Qualitätssicherung durch Akkreditierung von Studiengängen) a acreditat cu un calificativ de succes programul de studii (specialitatea) *Matematică și Informatică*, ciclul I a facultății. Acesta este prima reușită de valoare în domeniul Asigurării calității obținută de învățământul universitar din Moldova.

În baza rezultatelor acreditării activității din sfera științei și inovării în anul 2009, UST a devenit membru de profil al Academiei de Științe a Moldovei.

În anii 2006-2010 au fost efectuate cercetări în cadrul a 5 proiecte instituționale, un proiect în Program de Stat, un proiect bilateral moldo-rus și 14 granturi externe TEMPUS Visitors Programme, WETEN - Western-Eastern Teacher Education Network etc. În anii 2010-2014 s-au efectuat cercetări în cadrul a 7 proiecte instituționale, un proiect din cadrul Programului de Stat, 2 proiecte pentru tinerii cercetători, 14 proiecte interne, un proiect din Programul FP7, a continuat activitatea în 4 proiecte TEMPUS. În anii 2015-2019 s-au efectuat cercetări în cadrul a 6 proiecte instituționale, un proiect pentru tinerii cercetători, 14 proiecte interne, 2 proiecte NATO, a continuat activitatea proiectul din Programul FP7 și 4

proiecte TEMPUS.

Obținerea acestor proiecte se datorează, pe bună dreptate, doctorului conferențiar Andrei Braicov.

Senatul Universității, la prezentarea Facultății FMTI, pentru studiul celor mai complicate probleme de actualitate din domeniile matematicii, fizicii și informaticii, crearea școlilor de cercetare cu renume, aportul esențial în pregătirea specialiștilor de înaltă calificare pentru universitate, recunoaștere și prețuire academică pentru întreaga activitate a acordat titlul de Doctor Honoris Causa al Universității următoarelor personalități: academicienilor Radu Miron, Petru Soltan, Dumitru Ghițu, Adelina Georgescu, Alexandr Arhangelskii, Valeriu Canțer, Antonina Usova, Constantin Gaindric, profesorilor Vladimir Ivanov-Omski, Mihail Popa, Alexandru Șubă.

Cercetările în domeniile matematice și fizice au fost organizate la începutul anilor treizeci ai secolului douăzeci. Teroarea existentă în URSS în acei ani, acționa negativ asupra atmosferei creatoare de cercetare. Primele publicații în domeniul matematicii au fost ale docentului I.F. Volkov, care a absolvit aspirantura în Moscova.

În anul 1939 a fost trimis la studii de doctorat Vasile G. Ceban, absolvent al universității la specialitatea matematica. După sfârșitul războiului, în 1945, el se întoarce în funcție de șef de catedră, apoi a fost numit rector al Universității de Stat din Bălți. Începând cu anul 1961 a activat în funcție de director adjunct al Institutului de Matematică și Informatică. A susținut teza de doctor habilitat în științe fizico-matematice și menționat cu Premiul de Stat al Moldovei.

Cercetările fundamentale în matematică și fizică s-au activat în anii 60 ai secolului trecut și au avut un aport deosebit la dezvoltarea matematicii în Republica Moldova prin organizarea simpozioanelor Tiraspolene la topologie generală și aplicațiile ei, organizate în colaborare cu Institutul de Matematică și Informatică și cu sprijinul Universității M. V. Lomonosov din Moscova. Inițiatori al simpozioanelor topologice au fost academicianul Pavel S. Alexandrov, șef catedră la Universitatea M.V. Lomonosov din Moscova, profesorii universitari P. C. Osmatescu, I.I. Valuță din cadrul UST și academicianul Vladimir Andrunachievici, director al IMI. La primele două ediții din anii 1965 și 1969 academicianul M. Cioban, a participat cu comunicări științifice fiind student, și apoi doctorand al Universității M. V. Lomonosov din Moscova. La lucrările simpozionului au participat savanți cunoscuți din toate centrele științifice ale fostei USSR, savanți din România, Bulgaria și Cehia. În perioada anilor 1965 – 1990 au fost organizate opt ediții ale acestui simpozion.

Începând cu anul 1993 facultatea participă activ la organizarea Conferințelor internaționale ale Societății Române de Matematică Aplicată și Industrială – CAIM. Inițiator ale acestor conferințe a fost profesorul universitar doctor Adelina Georgescu (1942-2010).

Șapte ediții ale acestor conferințe anuale au fost organizate în Republica Moldova. La conferințe au participat savanți din peste douăzeci de țări: SUA, Canada, Japonia, Germania, Israel, Italia, Bulgaria, Ungaria, Rusia, Elveția, Austria și altele.

Matematicienii și informaticienii din cadrul UST au participat activ la conferințele organizate de Societatea de Matematică a Republicii Moldova, la conferințele organizate în cadrul UST și au fost invitați la diverse conferințe organizate în centrele științifice din România, Bulgaria, Rusia și țările din fosta URSS, Italia, Franța, Germania, Elveția, Cehia, Slovenia, Japonia, China, SUA, Canada și altele.

Cercetările matematice sunt efectuate în următoarele direcții: Analiză Matematică și Analiză Funcțională; Ecuații Diferențiale și Sisteme Dinamice; Geometrie și Topologie; Algebră și Logică Matematică; Algebră Topologică; Teoria Descriptivă a Mulțimilor; Optimizarea Topologică; Teoria Măsurii și Teoria Probabilităților; Istoria și Metodologia Științei; Teoria Algebrică a Limbajelor, Automatelor și Rețelelor; Bazele Matematice ale Informaticii.

Succesele în domeniul pregătirii cadrelor științifice se datorează esențial colaborării cu diverse centre științifice și savanți din diverse țări. În domeniile matematicii, fizicii și informaticii sunt deosebit de avantajoase colaborările cu Universitatea de Stat „M. V. Lomonosov” din Moscova, Universitatea Al. Ioan Cuza din Iași, Universitatea Națională din Minsk, Universitatea din Montreal, Universitatea Națională din Cernăuți, Institutul de Matematică și Informatică din Sofia, Institutul de Matematică și Informatică din Chișinău și alte centre de prestigiu.

Lucrările cercetătorilor din domeniile matematicii, fizicii și informaticii sunt citate în sute de lucrări ale savanților din țară și de peste hotare. În rezultatul cercetărilor științifice, au fost lansate noi teorii, care au permis rezolvarea unui șir de probleme formulate de savanți cu renume mondial. În continuare vom menționa unele din cele mai valoroase rezultate științifice ale cercetătorilor facultății.

Direcția principală de cercetare a academicianului M. Cioban a fost „Clasificarea spațiilor și funcțiilor (aplicațiilor)”. Această direcție determină un număr impunător de domenii de interese științifice. Rolul teoriei aplicațiilor se extinde în mod esențial dacă odată cu aplicațiile univoce se examinează și aplicațiile multivoce. În anul 1967 dl. M. Cioban a introdus o nouă metodă de construire a secțiunilor, numită de autor „metoda acoperirilor”, care în prezent mai mult este numită ”Choban method” sau metoda Ciobanu. Această metodă este mult mai puternică decât cele cunoscute anterior. Cu ajutorul acestei metode s-au obținut un număr mare de rezultate foarte importante în diferite domenii ale matematicilor moderne.

Au fost demonstrate un șir de teoreme referitoare la existența secțiunilor continue și măsurabile. Unul dintre rezultate conține soluția importantă a problemei lui E. Michael, formulată în anul 1990, despre G_δ –secțiuni în mulțimea aplicațiilor deschise ale spațiilor

compacte. Din punctul de vedere al existenței diferitor tipuri de secțiuni M. Ciobanu a reușit să caracterizeze diferite clase de spații.

Fiecare rezultat obținut de M. Ciobanu nu prezintă un fapt izolat, dar este un element dintr-un lanț armonios de concepte și rezultate. Rezolvările propuse de M. Ciobanu:

- Conțin o analiză extinsă și profundă a spațiilor și aplicațiilor determinate de conținutul problemei;
- Propun, după necesitate, noi clase de spații care armonios și natural se încadrează în structura claselor de spații construite;
- Pentru fiecare clasă de spații introdusă se determină relațiile cu unele clase clasice de spații ce permite să stabilească locul clasei în structura ierarhică a claselor de spații cunoscute;
- Se determină comportarea la diverse aplicații a clasei de spații propuse și se construiesc exemple care determină particularitățile clasei de spații propuse.

Toate cele expuse permit de a construi noi teorii elegante și de a rezolva problemele apărute. Pe parcursul anilor Academicianul Mitrofan Cioban a reușit să rezolve zeci de probleme formulate de personalități notorii în lumea matematică și care multe decenii nu fusese anterior soluționate. Printre acestea sunt probleme formulate de așa savanți cum: E.Mihael, E.Hausdorf, A.N. Tihonov, P.S. ALexandrov, A.V. Arhanghelkii, A.Pelcinsckii, W.Konfort, B.A.Passankov, A.I.Malțev, Felstph și Namioca etc.

Monografiile domnului academician *Teoria spațiilor P-disperse, Algebre universale topologice, Extensii Compacte ale Spațiilor Topologice* au devenit lucrări de referință pentru savanți din lumea întreagă și surse puternice de cunoaștere pentru tineretul studios. Multe rezultate obținute de M. Ciobanu au stimulat nenumărate cercetări științifice a multor matematicieni din lume, au devenit clasice și au fost incluse în multiple monografii și manuale de topologie, analiză, optimizare și algebră topologică scrise de mari corifei matematicieni din diverse țări.

Academicianul M. Cioban împreună cu discipolii săi, profesorii L. Calmuțchi și L. Chiriac, cu un ciclu de lucrări - Metode funcționale și algebrice în topologie, au cucerit Premiul de Stat al Republicii Moldova în domeniul științei, tehnicii și producției pe anul 2001.

În anul 2007, Laurențiu Calmuțchi (consultant M. Cioban) a susținut teza de doctor habilitat în științe fizico-matematice „*Metode algebrice și funcționale în teoria extensiilor spațiilor topologice",* în care a fost propusă o teorie generală a T_0-spațiilor topologice. În teză au fost rezolvate următoarele probleme concrete, care și determină inovația ei științifică:

- au fost elaborate metode noi de constituire a extensiilor de tipurile: extensii spectrale; pc-extensii; $\omega\alpha$-compactificări; compactificări perfecte;
- pentru T_0-spații au fost construite și cercetate compactificările Wallman, Wallman-

Shanin, Choquet, Freudenthal-Morita și altele;

- au fost introduse și cercetate compactități de tipurile: compactități critice, cvasi-compactități, compactități duble; compactități virtual minimale, compactități minimale etc.;
- au fost introduse și cercetate $\omega\alpha$-proximități pentru clasa de T_0-spații.

În 2011, Liubomir Chiriac (consultant M. Cioban) a susținut teza de doctor habilitat în științe fizico-matematice cu tema „*Sisteme topologico-algebrice și aplicațiile lor*". Rezultatele principale prezentate în teză sunt:

- au fost determinate condițiile pentru ca omomorfismele continuie ale grupoizilor topologici cu diviziune continuă să fie deschise;
- au fost introduse și cercetate quasigrupurile cu unități multiple;
- a fost elaborată metoda de construcție a măsurii Haar pe quasigrupuri mediale;
- a fost construită o acoperire universală pe E-algebre topologice cu signatură continuă.

Metodologia aplicată, concepțiile și metodele elaborate în lucrare au permis soluționarea unor probleme concrete sau unele aspecte ale lor formulate de A. I. Malțev, L. S. Pontriagin, M. M. Cioban.

În 2014 Dumitru Cozma a susținut teza de doctor habilitat în științe fizico-matematice cu tema "*Integrabilitatea sistemelor diferențiale cubice ce posedă curbe algebrice invariante*" sub îndrumarea profesorului universitar Alexandru Șubă. În baza investigațiilor realizate D. Cozma a propus o direcție nouă de cercetare a problemei centrului pentru sistemele diferențiale polinomiale - problema consecutivităților centrice. Examinarea acestei probleme i-a permis să generalizeze teorema clasică de integrabilitate Darboux. Doctorul habilitat Dumitru Cozma a rezolvat problema consecutivităților centrice pentru sistemele diferențiale cubice: cu patru drepte invariante; cu trei drepte invariante; cu două drepte invariante și o conică invariantă.

Rezultatele științifice ale profesorului Mihail Popa sunt legate de folosirea proceselor invariante în cercetarea calitativă a ecuațiilor diferențiale. A fost propus un nou punct de vedere asupra metodei invarianților algebrici în teoria calitativă a ecuațiilor diferențiale, fondată de academicianul C. Sibirschi. El constă în aplicarea algebrelor Lie a operatorilor reprezentărilor grupurilor liniare în spațiul coeficienților sistemelor de ecuații diferențiale polinomiale și algebrelor graduate a invarianților și comitanților la cercetarea geometriei acestor sisteme. O parte însemnată a rezultatelor se referă la studiul algebrei Lie reductive a operatorilor Lie pentru grupul centroafin și reprezentarea lui în spațiul coeficienților sistemului de ecuații diferențiale ordinare polinomiale autonome de ordinul întâi. O pagină nouă în utilizarea algebrelor Lie și algebrelor invarianților o constituie extinderea lor asupra sistemelor diferențiale autonome multidimensionale de ordinul întâi cu membrii drepți polinoame, ce au coeficienți constanți. Ultimul rezultat, ce ține de soluționarea problemei generalizate a centrului și focarului vine să încununeze o biografie științifică excepțională a

matematicianului Mihail Popa.

Cercetările științifice ale profesorului Alexandru Șubă țin, în fond, de teoria calitativă a ecuațiilor diferențiale și sunt axate pe următoarele direcții:

- dezvoltarea și sistematizarea teoriei topologice a sistemelor disperse și semidinamice,
- problema integrabilității Dulac și Darboux a sistemelor dinamice,
- problema centrului și focarului în sens Poincaré,
- problema GL(2, R)−orbitelor, problema clasificării sistemelor diferențiale ce posedă curbe algebrice invariante ș. a.

După elaborarea unui sistem de axiome pentru sistemele semidinamice a fost posibilă sistematizarea teoriei topologice a acestor sisteme care a fost expusă în monografia „Sisteme semidinamice. Teorie topologică". Se reușește să fie soluționată complet problema centrului pentru sistemele diferențiale cubice ce posedă cel puțin trei drepte invariante. Stabilește un set de proprietăți ale sistemelor cubice ce posedă drepte invariante ce a permis clasificarea și studiul calitativ ale sistemelor date în prezența unui anumit număr de astfel de drepte. Cercetările unor cazuri particulare de sisteme diferențiale arătau că ele nu posedă GL(2, R)−orbite de dimensiunea unu. Dl A. Șubă demonstrează acest fapt în caz general și propune o clasificare a sistemelor diferențiale polinomiale în raport cu dimensiunile GL(2, R)−orbitelor.

Direcțiile de cercetare preferate ale profesorului Vasile Neagu sunt*:*

- ecuații integrale singulare,
- probleme la limită de tip Riemann pentru funcții analitice,
- studiul algebrelor Banach generate de operatori integrali singulari și probleme de regularizare a ecuațiilor integrale.

De asemenea a adus o contribuție semnificativă în domeniul – teoria ecuațiilor integrale singulare în cazul conturului nemărginit și de tip Liapunov pe porțiuni. În colaborare cu profesorul N. Krupnik, a demonstrat că norma, norma esențială și simbolurile operatorilor lui Riesz depind atât de coeficienții operatorilor, cât și de conturul de integrare. este diferit de zero.

Direcțiile științifice ale profesorului Eugen Gheorgiță au fost:

- -Influența manganului asupra spectrului energetic a purtătorilor de sarcină liberi și localizați în materialele cu bandă îngustă în baza de $Hg_{1-x}Cd_xTe$;
- -Cercetarea proprietăților fizice ale semiconductoarelor semimagnetice $Hg_{1-x}Mn_xTe$, $Hg_{1-x}Fe_xTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xMn_yTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xZn_yTe$ în scopul de obținere a materialelor noi ca alternative pentru confecționarea receptoarelor de radiație infraroșie;
- -Studierea proprietăților fizice ale antimonidului de galiu dopat cu pământuri rare.

Din punct de vedere teoretic și experimental au fost argumentate concepțiile fizice ale comportării electronilor fierbinți în materiale cu lărgimea îngustă a benzii energetice interzise, determinând condițiile aplicative ale acestor materiale pentru confecționarea

receptoarelor de radiație infraroșie pentru diapazonul spectral (4÷12)μm. Experimental a fost demonstrată majorarea stabilității materialelor studiate sub influența manganului și posibilitatea majorării temperaturii de lucru a receptoarelor de radiație infraroșie. Teoretic și experimental s-a demonstrat influența manganului la determinarea rolului acestui dopant în interacțiunea de schimb specifică acestor materiale.

Direcțiile științifice de cercetare ale doctorului I. Postolachi sunt:

- Influența manganului asupra spectrului energetic al purtătorilor de sarcină liberi și localizați în materialele cu bandă îngustă în baza de $Hg_{1-x}Cd_xTe$;
- Cercetarea proprietăților fizice ale semiconductoarelor semimagnetice $Hg_{1-x}Mn_xTe$, $Hg_{1-x}Fe_xTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xMn_yTe$, $Hg_{1-x-y}Cd_xZn_yTe$ în scopul de obținere a materialelor noi ca alternative pentru confecționarea receptoarelor de radiație infraroșie;
- Studierea proprietăților fizice ale antimonidului de galiu dopat cu pământuri rare.

În cadrul direcției științifice abordate pentru prima dată a studiat experimental structura spectrelor de iradiere ale materialelor semimagnetice de tipul HgMnTe, a demonstrat că la temperaturi joase în câmpuri magnetice slabe crește esențial intensitatea de iradiere determinând în așa fel diverse posibilități de aplicație la confecționarea laserilor magnetice.

Cu părere de rău în volumul unui articol este imposibil de a aduce lista integrală a rezultatelor științifice obținute de toți cercetătorii facultății. Apreciem rezultatele realizate de tinerii cercetători, doctori, conferențiari: Andrei Braicov, Vitalie Puțintică, Vadim Repeșco, Maria Pavel, Tatiana Veveriță etc. și avem mari speranțe, că nu se vor opri la cele realizate.

Cercetările în domeniile psihopedagogiei matematice din anii 50 ai secolului trecut au avut un aport enorm asupra eficientizării procesului de studiu matematic. În această direcție au fost inițiate de Gerș Isaac Gleizer cercetările referitoare la rolul istorismului în procesul de studiu al matematicii. Au fost publicate 3 volume în limba română în anii 1960 – 1966 în editura Lumina din Chișinău, iar 4 volume au fost publicate în limba rusă la editura Prosveșcenie din Moscova în anii 1964, 1981, 1982, 1983. Unele din aceste volume au fost traduse în limbile japoneză, bulgară, croată, cazacă, letonă și altele. În anii 60 ai secolului trecut Profesorul Andrei Hariton a inițiat cercetările axate pe învățământul programat. Învățarea programată este o învățare conform unui program special de formare conceput, care prezintă o succesiune de sarcini specifice prin care activitățile profesorului și ale elevilor sunt desfășurate și controlate. A susținut teza de doctor în științe pedagogice și în jurul anilor 80 a publicat două monografii. Începând cu anul 1976 el a fost redactorul responsabil al culegerilor de articole, în două volume anuale, în domeniile psihopedagogiei și editate de Ministerul Educației al Republicii. În anii 1966 – 1990 a condus cu seminarul științifico-practic pentru profesorii școlari conferențiarul universitar doctor Zinaida I. Turlacov. În anul 1990 doctorul conferențiar universitar Ion Achiri formează în cadrul facultății un grup de cercetători în componența căruia erau profesorul universitar Mihai

Anastasiei, doctorii conferențiari universitari Zinaida Turlacov și Gheorghe Gaidarji, lectorii superiori universitari Efgraf Cebotarenco și Natalia Solomon cu scopul elaborării cursului „Metodica predării matematicii în școala medie", publicat de Editura Lumina în 3 volume în anii 1992, 1995, 1997. În această perioadă academicianul M. Ciobanu și profesorul A. Hariton au fondat un seminar științific pentru profesorii școlari cu scopul deschiderii doctoratului la științele din domeniile psihopedagogiei. În cadrul domeniilor menționate activează laboratoare științifice, colective de cercetare coordonate de un centru științific în domeniile didacticii științelor exacte, reale și ale naturii.

În cercetările profesorului Ilie Lupu:

- au fost specificate principiile motivaționale pentru studiul algebrei în învățământul preuniversitar;
- au fost elaborate și implementate diverse strategii de eficientizare a procesului educațional la matematică în sistemul preuniversitar;
- au fost evidențiați și studiați factorii contextuali care influențează randamentul elevilor la matematică;
- a fost caracterizat spațiul informațional educațional ca o nouă paradigmă a autoinstruirii în mediul digital.

La conferința „Lecturi academice ale Academiei Internaționale de Științe pentru Învățământul Superior" din 2003, în comunicarea academicianului M. Ciobanu și profesorilor A. Hariton și I. Lupu, au fost formulate unele probleme actuale ale didacticii și metodelor de predare a matematicii. Multe din ele sunt la o formă generală și pot fi considerate ca proiecte de cercetare.

În cadrul facultății au fost organizate:

- seminarul științific pentru profesori, care a stat la baza formării seminarului republican de profil pe probleme ale metodelor de instruire în domeniul științelor reale abilitat cu dreptul de a examina teze de doctorat (conducătorul seminarului – profesorul A. Z. Hariton);
- Consiliul științific specializat D 36-13. 00. 02-27. 03. 08 – Teoria și metodologia instruirii (pe discipline), abilitat cu dreptul de organiza susținerea tezelor de doctorat la specialitatea nominalizată (președintele consiliului – profesorul I. I. Lupu).

Începând cu anul 2000 colaboratorii Facultății FMTI sunt co-autori la elaborarea curriculumului național și a manualelor pentru sistemul preuniversitar la matematică (Andrei Braicov), fizică (Viorel Bocancea), informatică (Andrei Braicov). Profesorii din cadrul facultății au participat la elaborarea manualelor pentru școli (Viorel Bocancea, Andrei Braicov, Mitrofan Cioban, Andrei Hariton, Ilie Lupu) și autori la un număr enorm de materiale didactice pentru studenți.

În ultimul timp cercetările psiho-pedagogice din cadrul facultăți sunt orientate spre realizarea proiectului de cercetare inter-universitar „*Metodologia implementării TIC în*

procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, conducătorul proiectului profesorul Lubomir Chiriac. Obiectivele proiectului sunt orientate către elaborarea noilor metodologii de implementare TIC in procesul de predare-învățare a științelor reale prin prisma interdisciplinarității (conceptului STEAM: știință, tehnologii, inginerie, artă, matematică). Astfel vor fi lansate și dezvoltate noi abordări și produse didactice care vor motiva creșterea interesului elevilor și studenților în raport cu studierea științelor reale, să conștientizeze conexiunile interdisciplinare (STEAM) și să le poată aplica cunoștințele la soluționarea diverselor probleme practice, inclusiv care țin de economia reală. Menționăm, că în proiect participă toți membrii catedrei ITI.

Bibliografie

1. BRAICOV, A. Facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale. Universitatea de Stat din Tiraspol la 85 ani. Chișinău: UST, 2015, pp.59-107.
2. CALMUȚCHI, L., VALUȚĂ, I. Două somități în matematică - mândria tuturor matematicienilor. Făclia, Nr. 29-30 (3713-3714), 26 august 2022, p. 3.
3. CALMUȚCHI, L. Universitatea de Stat din Tiraspol la 85 ani. Chișinău: UST, 2015, pp. 4-58.
4. CIOBAN, M. Matematica și Informatica în Universitatea de Stat din Tiraspol. Învățământ superior: tradiții, valori, perspective. Conferința științifică națională cu participare international. Chișinău: UST, 2020, pp. 258-278.

CZU: 514:793.3

DEZVOLTAREA ȘI REZOLVAREA MODELELOR MATEMATICE ÎN ȘTIINȚĂ ȘI ARTĂ PRIN INTERMEDIUL GEOMETRIEI

Lilia CARCHILAN, master în științe ale educației, lector universitar,
https://orcid.org/0000-0001-7864-8868
profesor de informatică grad didactic unu, IPLT „Minerva” mun. Chișinău
Dorin AFANAS, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0001-7758-943X
Catedra Algebră, Geometrie și Topologie

Rezumat. Pentru a obține cunoștințele necesare aplicabile în practica viitoarei profesii cea mai necesară competență este cea matematică. În prezentul articol sunt cercetate metodele generale ale matematicii.
Cuvinte cheie: metodă, model, geometrie, dans.

DEVELOPING AND SOLVING MATHEMATICAL MODELS IN SCIENCE AND ART THROUGH GEOMETRY

Abstract. In order to obtain the necessary knowledge applicable in the practice of the future profession, the most necessary competence is the mathematical one. In this article the general methods of mathematics are investigated.
Keywords: method, model, geometry, dance.

Pitagorienii afirmau că cifrele conduc lumea, Alexandr Suvorov a numit matematica „gimnastica minții”. Tot mai des întâlnim elevi care afirmă că formulele matematice și calculele algebrice complexe nu trebuie în viața de zi cu zi, ceea ce-i determină pe mulți din ei să aplice la profilul uman pierzând cele mai interesante elemente din matematică și ratând șansa descoperirii magiei creativității matematice și necesității studierii științei matematice la profilul artă și sport.

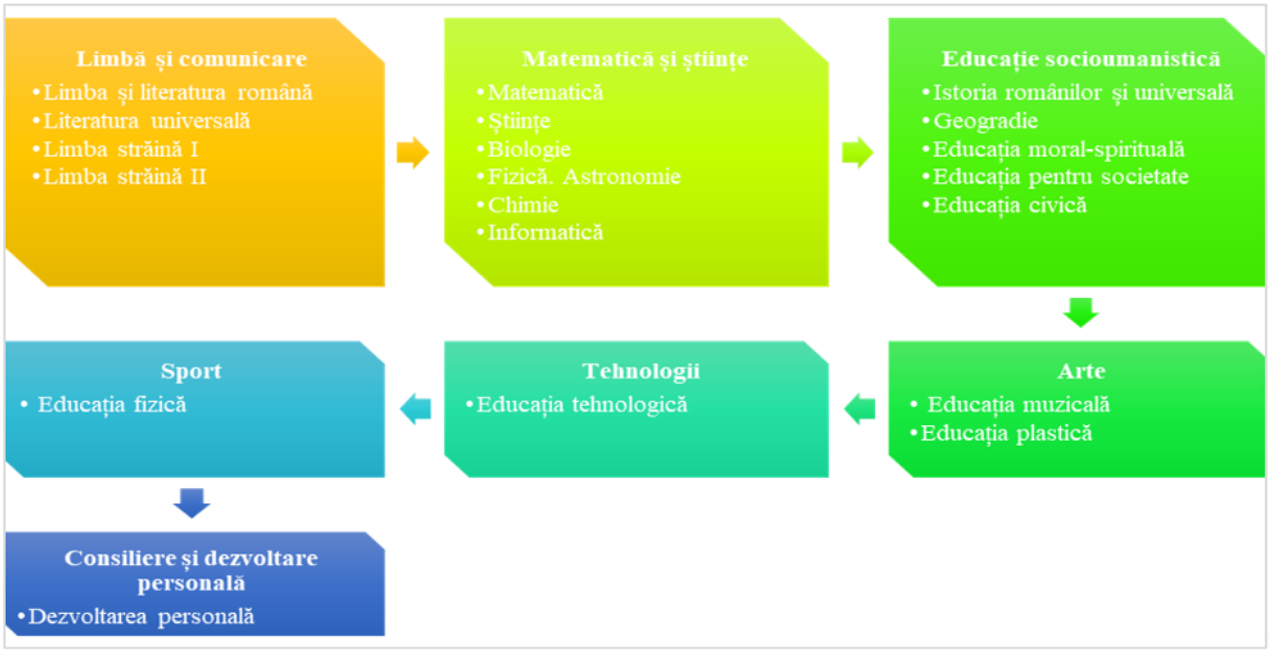


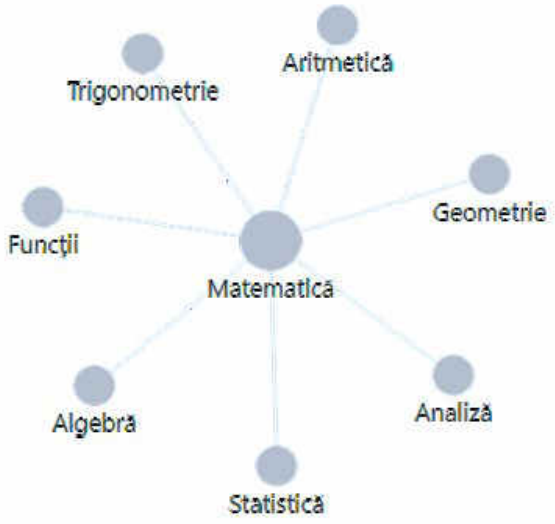
Figura 1. Structura ariilor curriculare [4]

Deoarece liceenii de la profilul real susțin obligatoriu examenul de capacitate la matematică, foarte mulți elevi capabili de studierea disciplinelor reale (matematica, fizica, chimia, biologia, geografia, informatica) aleg profilul uman în speranța de a susține mai ușor examenul de bacalaureat, ceea ce este în detrimentul viitorului specialist din domeniul științelor socio-uman, sport și artă.

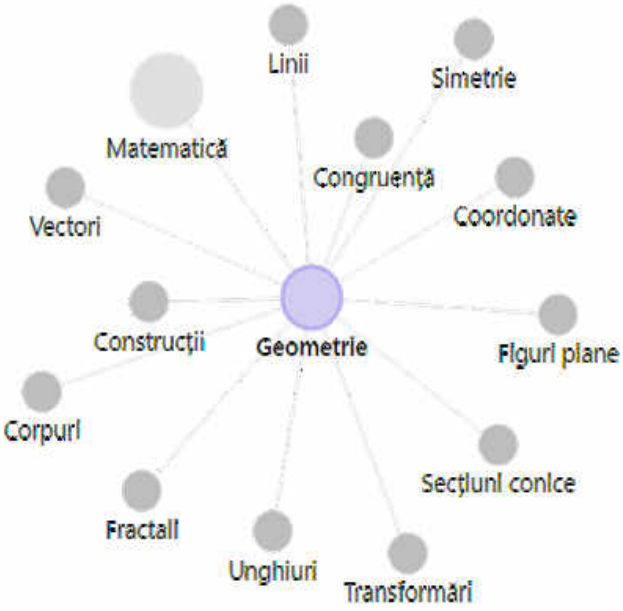
Structura ariilor curriculare [4] este reprezentată în figura 1.

Pentru a obține cunoștințele necesare aplicabile în practica viitoarei profesii cea mai necesară competență este cea matematică și în special aplicarea geometriei [1] în domeniul știință și artă.

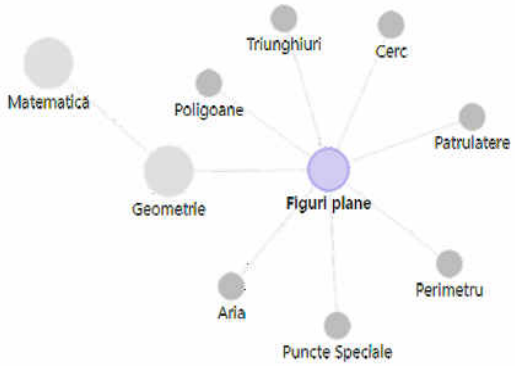
Modelele generale ale matematicii [5] sunt:



Dacă analizăm modelele geometriei [5] obținem:



Dacă alegem doar modelul figuri plane atunci obținem:

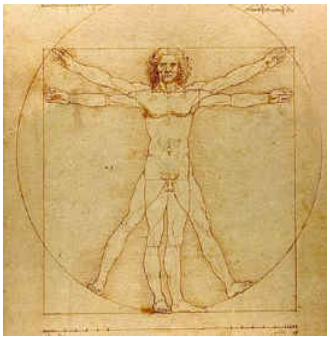


Cele mai des utilizate elemente geometrice: punctul, linia, triunghiul, cercul, patrulaterul, poligonul se întâlnesc în diferite domenii.

Richard Heath în cartea „Geometria sacră” în baza unor analize complexe demonstrează că numerele și geometria sunt mediul primar ale creației divine fiind construite în baza unor numere și modele geometrice specifice care corespund octavei muzicale [2, p. 107].

Triunghiul dreptunghic este remarcabil deoarece încorporează funcţiile trigonometrice proiectând un punct pe un cerc de raza egală cu latura cea mai lungă. Geometria sacră nu funcționează dacă nu vrei să construiești un monument sacru. O provocare pentru geometrie a fost transformarea în pătrat a cercului prin aria lui precum și secțiunea de aur [2, p. 46].

Aceste elemente sunt de valoare nu doar în studiul divin al elementelor geometrice dar



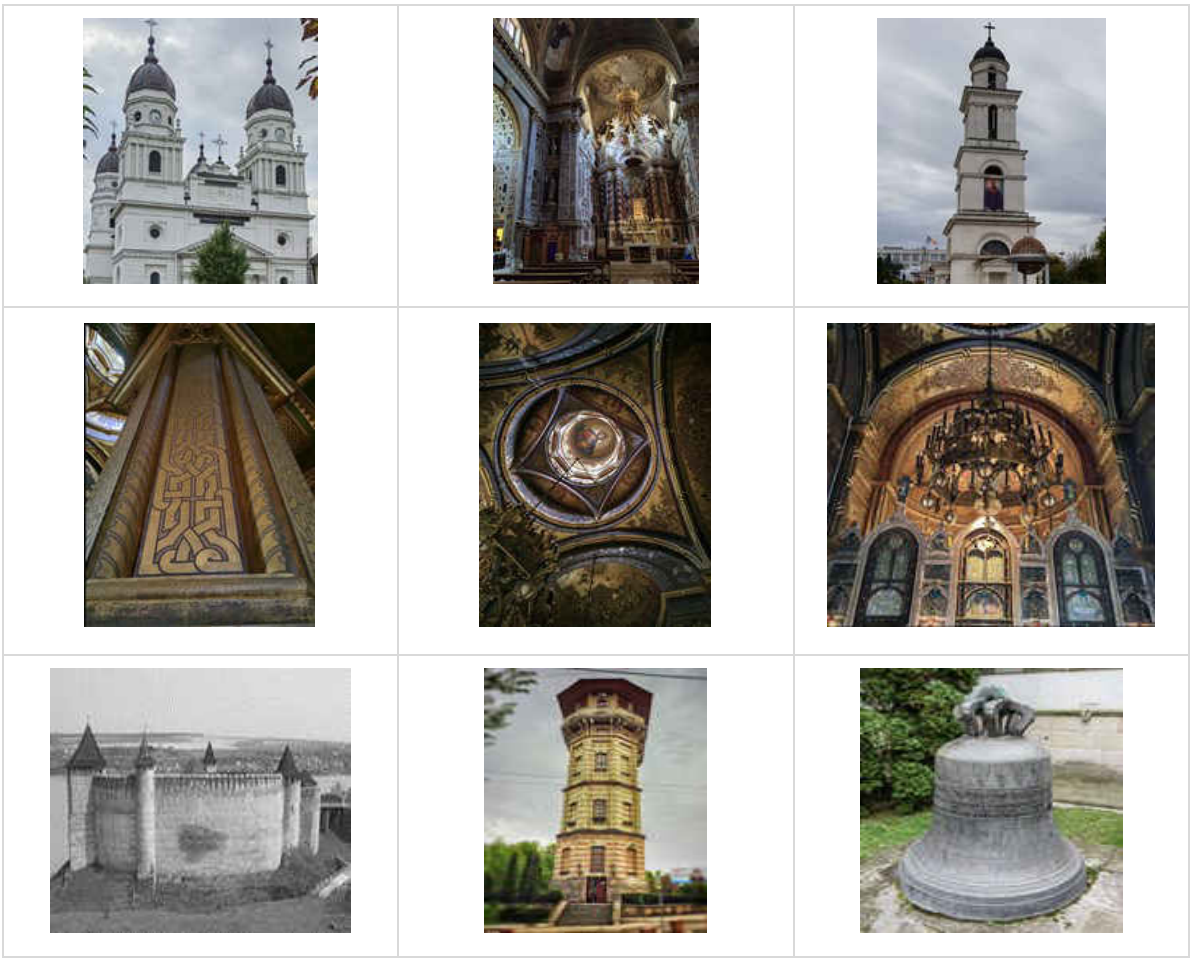
și la educația plastică elevii fac cunoștință cu elementele de perspectivă (reprezentarea punctului, a dreptei, a figurilor și a corpurilor geometrice în perspectivă); reprezentarea grafică și cromatică, construcții tridimensionale, modelaj, modelare computerizată; expresivitatea corpului și a figurii umane; proporțiile corpului uman [3] având ca bază de analiză regula nr 279 a lui Leonardo da Vinci: „Cea dintâi și cea mai înaltă îndeletnicire a artei este închipuirea părților alcătuitoare a ceva, în al doilea rând, înfățișarea mișcărilor legate de ceea ce trebuie ele să facă și după felul ființelor ce săvârșesc mișcările” deoarece proprietățile figurilor geometrice au fost folosite încă din antichitate de arhitecți în proiectele lor de arhitectură la proiectarea diferitor tipuri de arcade și cupole:

Matematicianul britanic Marcus du Sotoy afirmă că toți suntem „matematicieni” din care considerent putem afirma că matematica și creativitatea sunt strâns legate între ele. Bertrand Russell a numit frumusețea matematică dură, iar marele matematician Charles Lutwidge Dodgson (Lewis Carroll) în lucrările sale a demonstrat frumusețea matematică prin fantezii, joc de cuvinte și logică matematică. Marele matematician englez Godfrey Harold Hardy zicea: „Un matematician ca un poet asemenea unui pictor trebuie să facă modelele frumoase”. Unul din modelele „neobișnuite” matematice ce are la bază fractalii utilizat în Egiptul antic este „Setul Cantor” în decorarea coloanelor, precum și la baza ornamentelor.

Din punct de vedere matematic „Setul Cantor” are următoarea formula:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{2^n}{3^{n+1}} = \frac{1}{3} + \frac{2}{9} + \frac{4}{27} + \frac{8}{81} + \cdots = \frac{1}{3}\left(\frac{1}{1-\frac{2}{3}}\right) = 1.$$

Pe când din punct de vedere al aplicării în viața reală:



Broderiile naționale, costumele populare nu sunt doar un moft al unei tradiții de mult apuse. Ele reprezintă de fapt întreaga moștenire culturală a unui popor. Este vorba despre un tot unitar de legende, povești, basme, fabule, culori și înțelesuri profunde prin simbolism ascuns. Este vorba de magie și fascinație, originalitate și păstrarea tradiției. Iar unele motive coboară din preistorie. Ele spun multe despre zona geografică, istoria, tradiția fiecărui grup.

Aceste simboluri erau magice pentru strămoșii noștri, fie erau purtătoare de noroc. Aceste simboluri sunt folosite nu doar în vestimentație (ie, cojoc, pieptar, cămașă, ițari) și obiecte de podoabă (năframa, basma, batistă), ci și pe obiecte uzuale din gospodărie. Motivele variază foarte mult de la flori, frunze, fructe la păsări, animale, figuri abstracte, elemente cosmice [6].

Dacă e să vorbim despre mișcare, nu vom vorbi din punctul de vedere al fizicii ci din punctul de vedere al dansului, am putea spune la prima vedere că nu are nici o legătură cu matematica sau geometria, dar aici greșim amarnic deoarece dansul și geometria sunt foarte strâns legate între ele deoarece prin dans studiem legile armoniei, funcționarea legilor matematice, proporția și proprietățile acestuia.

Mișcările în dans au la bază întoarcerile (rotirile), simetria axială, simetria central utilizând grafica, geometria, figurile de grup, numărătoarea.

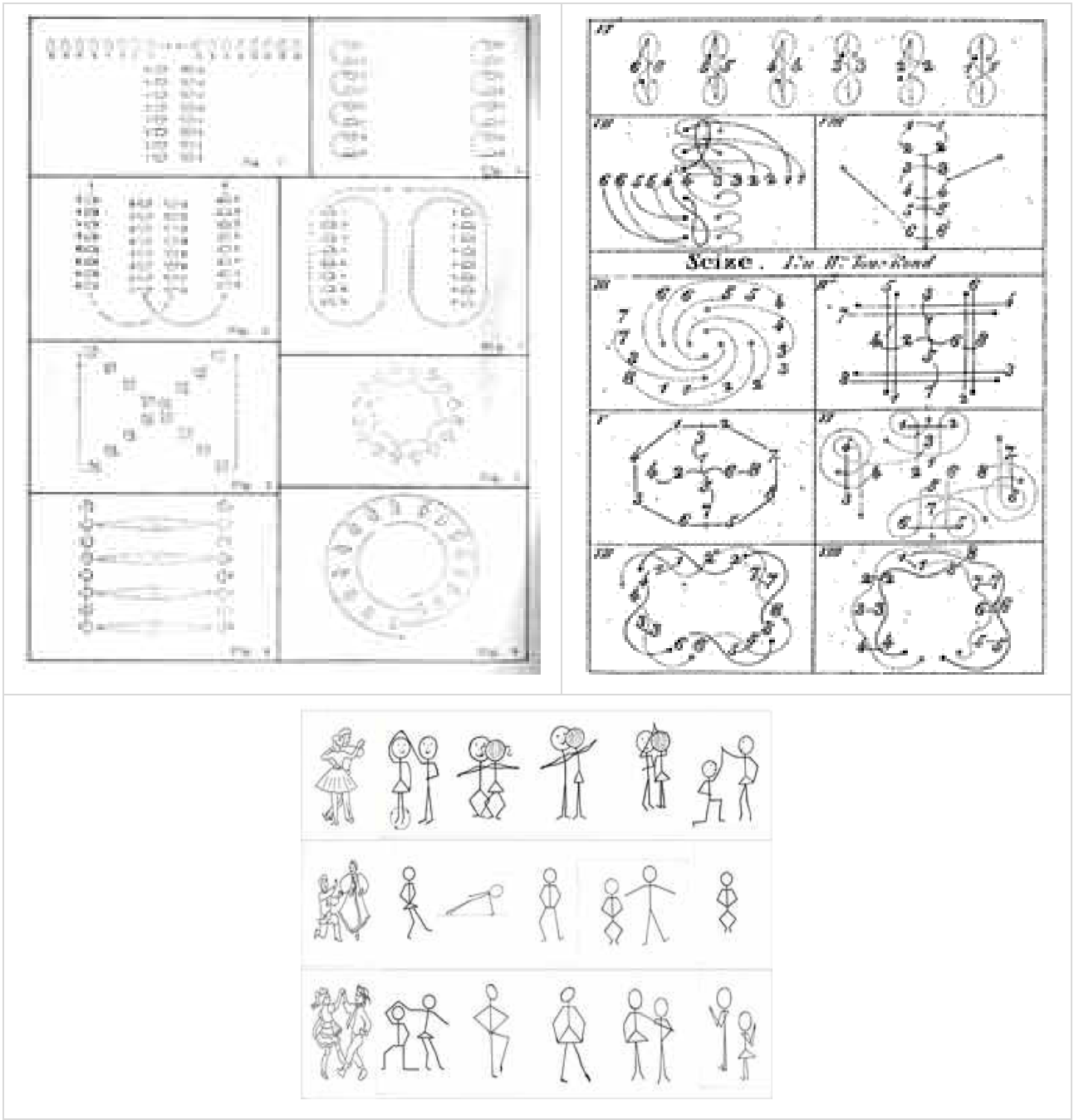
Dacă e să analizăm istoria dansului [7] atunci observăm că prin dans oamenii ne transmit un mesaj printr-o succesiune de mișcări ritmice, variate și expresive ale corpului, executate în ritmul muzicii, având caracter religios, de artă sau de divertisment.

Poporul român are dansuri de o deosebită bogăție și varietate, care se execută individual, sau în grup (perechi, linie, cerc), diferind de la regiune la regiune. Caracteristică este practica folosirii ca suport muzical a unor melodii diverse pentru unul și același dans, ca și executarea pe aceeași melodie a mai multor dansuri. Cele mai răspândite sunt hora, sârba, învârtita, călușul și multe altele, cu tendința de generalizare datorită activităților artistice de amatori și, îndeosebi, a televiziunii.

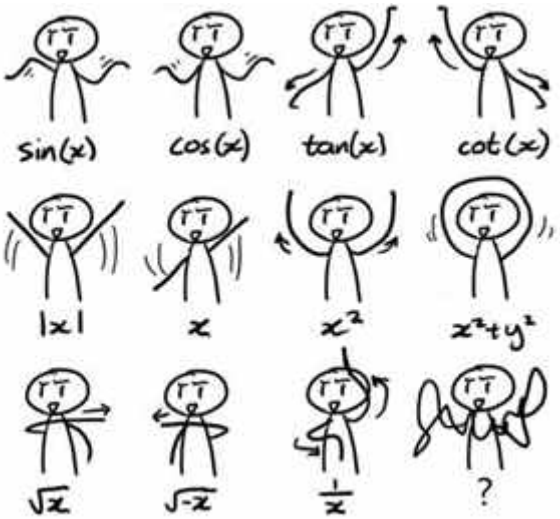
În creația muzicală românească, dansurile populare au fost utilizate mai întâi în aranjamente, rapsodii instrumentale, apoi au stat la baza unor prelucrări mai complexe, mergând până la invenții melodico-ritmice sugerate de structurile tipice.

Dansul românesc a pătruns nu numai în muzica de balet a lui Mihail Jora, Paul Constantinescu, Zeno Vancea ș.a., ci și în creația corală, camerală și simfonică a lui George Enescu, M. Jora, Mihail Andricu, Marțian Negrea, P. Constantinescu, Theodor Rogalski ș.a.

Pentru a realiza un dans este nevoie de a reprezenta din punct de vedere schematic compoziția în mai multe etape sau în mai mulți pași, altfel spus de descompus problema complexă în mai multe probleme simple sau din punctul de vedere informatic de realizat algoritmul programului principal prin subprograme ca fiind realizat de un compilator, în cazul de față executantul de bază este omul, în cazul generalizat ar fi robotul. De exemplu:



Dacă e să utilizăm dansul la orele de matematică ca elevii să înțeleagă mai bine unele funcții matematice ar reprezenta cam așa:



Dansul conține figuri, fracții, proporții, fiind realizat în linie, diagonală paralel, perpendicular, simetric sau asimetric, utilizând ca unitate de măsură pasul.

Este imposibil doar prin matematică să măsurăm frumusețea și armonia dansului, dar matematica ne ajută să diversificăm desenul dansului. Iar dansul ne ajută să ne dezvoltăm intelectul.

Deci dacă doriți să deveniți mai inteligent, atunci dansați. Dar dacă doriți să dansați mai bine atunci învățați matematica, în special geometria.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare.

Bibliografie

1. POGORELOV, Alexei. Geometria: manual pentru clasa 7-11. Chișinău: Editura Lumina, 1990. ISBN 5-372-00851-2.
2. HEATH, Richard. (tradus de Daniela Andronache) Geometria Sacră: Limbajul îngerilor. București: For You, 2022. ISBN 978-606-639-421-5.
3. STOICA, Elena; GRIGORE, Adina; IMETS, Laszlo; STOCHECI, Patricia. Educația plastică: clasa VIII. Buzoești, Ars Libri, 2020. ISBN 978-606-36-1350-0.
4. https://mecc.gov.md/sites/default/files/combinepdf_1.pdf
5. https://www.geogebra.org/materials
6. https://mythologica.ro/ce-semnificatie-au-desenele-de-pe-costumele-populare-romanesti/
7. https://ro.wikipedia.org/wiki/Dans
8. https://calabonga.files.wordpress.com/2011/04/dancing1.jpg

CZU: 51:37.018.43

ORGANIZAREA ACTIVITĂȚILOR DE MATEMATICĂ MINTALĂ PENTRU ELEVII AFLAȚI LA DISTANȚĂ

Ana CEBAN, doctorandă
https://orcid.org/0000-0003-3529-6967
Școala Doctorală „Științe ale Educației”

Rezumat. În articol este descrisă matematica mintală ca metodă de dezvoltare neurocognitivă a elevilor care poate fi predată atât cu prezență fizică, cât și la distanță. În cazul organizării activităților de predare la distanță se utilizează softuri specializate care generează exerciții de calcul mintal după anumite criterii de complexitate. Organizarea corectă a transferului de informații și de recepționare a nivelului de însușire a materialului studiat facilitează scurtarea perioadei de studiere a matematicii mintale cu o eficacitate sporită a rezultatelor.
Cuvinte-cheie: aritmetică mintală, predare la distanță, dezvoltare intelectuală, abilități matematice, tehnologii informaționale, soft.

ORGANIZING MENTAL MATH ACTIVITIES FOR DISTANCE LEARNERS

Abstract. This article describes mental arithmetic as a method of neurocognitive development processing of students that can be used in classroom and distance teaching.In the case of distance teaching activities, we use specialized software for better mental calculation exercises according to certain complexity.
The right organization of the study materials and coincident level of appropriation receiving makes it easier to get the shorter period of mental arithmetic studying with the higher results.
Keywords: mental arithmetic**,** distance learning, intellectual development, mathematical abilities, informational tehnologies, soft.

Introducere

În ultima perioadă se atestă o îngrijorare majoră în rândul părinților moderni care tot mai des vorbesc despre imaginația și creativitatea slab dezvoltată a copiilor săi. Cert este că antrenăm preponderent emisfera stângă a creierului copilului, care este responsabilă de abilitățile de logică și matematică - dar dezvoltăm emisfera dreaptă foarte puțin. Emisfera dreaptă a creierului recunoaște tipare vizuale și auditive complexe responsabile de concentrare și imaginație. Abilitățile cognitive ale copilului depind de dezvoltarea armonioasă a celor două emisfere ale creierului copilului [2].

Matematica mintală, numită și aritmetica mintală este o metodă originală de dezvoltare a intelectului copiilor prin utilizarea unui instrument numit abac (cuvânt de origine chineză), sau soroban (cuvânt de origine japoneză).

Aritmetica mintală este studiată în peste 52 de țări ale lumii. Pentru prima dată în Republica Moldova o astfel de metodă a apărut în anul 2016 și a început foarte intensiv să ia amploare printre centrele educaționale din țară. Începând cu 2020, este introdusă ca disciplină/curs opțional și „*poate fi predat atât în școlile primare, gimnazii și licee, cât și în diverse centre educaționale, în cadrul învățământului non-formal*” [3].

Curriculum pentru disciplina opţională „Aritmetica mintală și Abacus” a fost elaborat în cadrul proiectului „Asigurarea ştiinţifică a calităţii, eficienţei şi relevanţei procesului educaţional în învăţământul secundar general”, Sectorul Calitatea Educaţiei, Institutul de Ştiinţe ale Educaţiei, şi aprobat de Consiliul Naţional pentru Curriculum (Ordinul MECC nr. 792 din 25 mai 2018).

Caracteristicile matematicii mintale

În urma mai multor studii s-a stabilit că abilitățile matematice ale copiilor care au trecut prin programa de aritmetică mintală sunt mult mai profunde, comparativ cu cei care nu au studiat abacul. Tatyana Chernigovskaya, doctor în științe biologice și specialist în neuro-știință, afirmă [4] că „Aritmetica mintală influențează dezvoltarea creierului copilului și dezvoltă inteligența emoțională. Cercetări asupra aritmeticii mintale trebuie efectuate nu o lună, dar ani de zile, adică se necesită cercetări de lungă durată pentru a identifica ce se întâmplă cu copiii în viitor.”

Primele cercetări din domeniul aritmeticii mintale sunt tratate din anii 1980. Cercetătorii din Japonia, G. Hatano și K. Osawa au relatat [5] următoarele: „abilitatea de calcul mintal facilitează memorarea mai ușoară a numerelor lungi”. Cercetătorul american J. W. Stigler descrie în cartea sa “mintal abacus” [6] observațiile cu privire la calculul mintal extrem de rapid la o fetiță de 11 ani. Cercetătorii de la Universitatea Stanford M. C. Frank și D. Barner au ajuns la concluzia [7] că calculele mintale cu multe cifre se bazează pe experiențe vizuale, în particular pe abilitatea de a crea imaginea mai multor obiecte grupate împreună concomitent cu imaginea vizualizărilor acestora.

În lucrarea sa științifică „Cum Aritmetica mintală influențează abilitățile intelectuale ale copilului”, E. Kuprinova prezintă un experiment care urmează să demonstreze dacă pe parcursul a 5 luni de studiu a matematicii mintale vor reuși elevii să execute 3 acțiuni simultane: să calculele mintal și să recite poezii executând în același timp exerciții fizice. Experimentul a fost desfășurat pe 2 grupe de elevi: fără pregătire specială de aritmetică mintală și cei care frecventează extrașcolar lecții de aritmetică mintală. În urma experimentului efectuat s-a stabilit că elevii din grupa 2, care deja frecventau lecții de aritmetică mintală au prezentat cele mai bune rezultate. Spre exemplu, la viteza de 0,5 sec între fiecare operație - grupa elevilor cu pregătire în prealabil s-au descurcat 90% dintre elevi comparativ cu 18% în cazul elevilor cu pregătire obișnuită. La finalul cele 5 luni de experiment s-a reușit a constata că este posibil de realizat concomitent 2 activități intelectuale și 1 activitate fizică.

Matematică mintală pentru elevii aflați la distanță: Platforme, soft-uri

În mod Standard, programul de studiu la disciplina/ cursul de Aritmetică mintală este format din 10 nivele [3]. În dependență de vârsta copilului, scopul scontat de la curs și frecvența lecțiilor, întreaga programă poate fi însușită într-o o perioadă de la 3 la 5 ani. Dacă

până în prezent a fost posibilă predarea doar cu prezență fizică, în ultimii 5 ani se atestă o activitate largă în **predarea la distanță** a Aritmeticii mintale. Digitalizarea acestor activități a sporit atât numărul cadrelor didactice care oferă servicii de tutoriat în învățarea calculului oral, cât și numărul elevilor dornici să însușească mintal matematica. Există multe asociații care reprezintă interesul dezvoltării ramurii date. Una dintre ele este PANGEA-UNITED, care posedă o platformă online, https://mindskills.online, destinată dezvoltării abilităților intelectuale și creative la distanță. Platforma conține diverse programe educaționale, cum ar fi elemente de citire rapidă, dezvoltare a memoriei, dezvoltarea atenției, matematică (fig. 1).

Figura 1. Compartimentele principale ale platformei

Conținuturi și activități educaționale

De obicei, lecțiile de Aritmetică mintală au o structură bine definită. La începutul lecției, elevii lucrează la dezvoltarea atenției, memoriei și dezvoltarea câmpului vizual prin exercițiul numit „Flash-Cards".

Flash-Card-urile sunt niște imagini ale tijelor pe abac, pe care sunt reprezentate numere. Profesorul setează vizualizarea unui număr mare de imagini la o viteză de până la 0,1 secunde, iar elevul trebuie să numească numerele cât mai repede posibil.

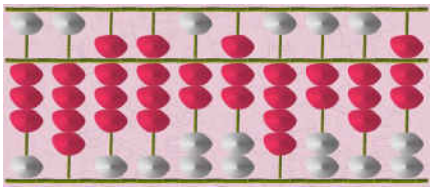


Figura 2. Imagine ale tijelor pe abac (flash-card)

Ulterior, elevii **exersează** pe abac exerciții pe care profesorul le setează din rubrica „Exerciții în coloniță", începând de la 3-4 operații până la 10, 20 sau mai multe operații.

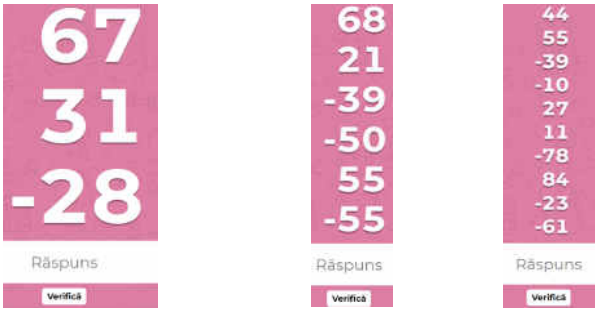


Figura 3. Exerciții în coloniță

Pentru predarea temei noi, profesorul trebuie să expliciteze elevului mișcarea bilelor pe soroban. Pentru aceasta, profesorul poate arăta mișcarea utilizând camera video și demonstrând pe abacul său fizic, poate demonstra un filmuleț video (pe care îl pregătește în prealabil) sau poate folosi un abac digital (fig. 4), cum ar fi cel oferit de platforma „Mindskills.online”.

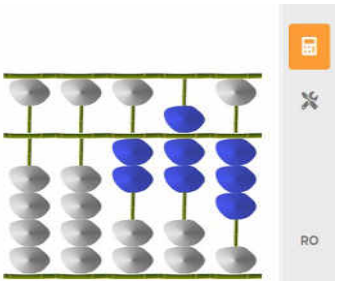


Figura 4. Abac digital

După ce este însușită tema nouă, copiii exersează aceleași tipuri de sarcini, însă fără abacul propriu-zis. Aici apare noțiunea de „calcul mintal” și identificăm mai multe tipuri de activități educaționale:

- dictare vizuală, când elevul vede numerele , dar nu le „aude”;
- dictare auditivă, când elevul doar „aude” numerele, dar nu le vede;
- dictare vizual-auditivă, când elevul vede și „aude” numerele pentru calcul.

Toate exercițiile apar pe ecranul calculatorului, fiind alese de către profesor din setările platformei. Fiecare subiect al lecției are anumite exerciții aplicabile anume temei respective. Între aceste **etape de bază** ale unei lecții de Aritmetică mintală, se recomandă includerea obligatorie a unor exerciții de stimulare a creierului, precum scrierea simultană cu ambele mâini, tabeluri Shullte, labirinturi, puzzle, neuro-gimnastică, exerciții de reacție, probe corective.

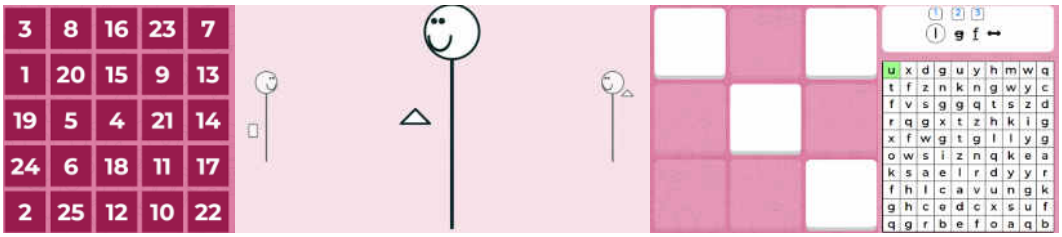


Figura 5. Activități de dezvoltare neurocognitivă

Un avantaj al acestei platforme este stabilirea temelor pentru acasă pentru elevi. Acestea pot fi create din cabinetul profesorului pentru o grupă de copii, cât și pentru copii în mod individual. La fel, în cadrul aceleași grupe de elevi, profesorul poate modifica dificultatea exercițiilor de la un elev la altul.

Platforma „Mindskills.online” permite încărcarea unor conținuturi video, pe care copilul le poate vizualiza înainte de începerea exersării pentru a-și reaminti conținutul studiat la lecție sau pentru a primi indicații noi.

Însuși procesul de studiu are loc prin orice platformă de conectare online, cum ar fi Zoom, Google Meet, Skype sau orice altă platformă, iar ulterior conținutul educațional este predat prin intermediul portalului sus descris.

O altă aplicație foarte utilă pentru predarea la distanță este aplicația „*Simple Soroban*” care poate fi descărcată gratuit din aplicația Google Play (fig. 6). Ea permite utilizarea unui abac digital și cuprinde lecții gratuite și seturi de exerciții. Este o aplicație potrivită atât pentru studiul la distanță asistat de profesor, cât și pentru studiul individual. Dezavantajul acestei aplicații este imposibilitatea profesorului de a monitoriza evoluția elevului.

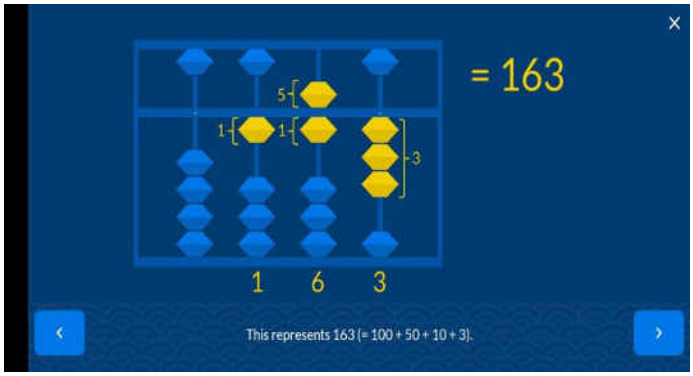


Figura 6. Imaginea unui număr în aplicația „*Simple Soroban*”

Exemple de bune practici

În Republica Moldova matematica mintală este valorificată în câteva centre de dezvoltare intelectuală a copiilor:

1. ”Intelligent Mental Arithmetic Moldova” din 2016;
2. ”Soroban” din 2017;
3. ”Indigo” din 2018;
4. ”CDI Extra-Kids” din 2019;
5. ”Genius” din 2019.

Vom prezenta în continuare un exemplu de practici reușite de valorificare a matematicii mintale de către Centrul de dezvoltare Intelectuală pentru copii „CDI EXTRA-KIDS” din Orhei (administrat de autor/autori), în care se practică predarea la distanță a cursului de aritmetică mintală pe parcursul ultimilor 2 ani. În această perioadă au fost formate 19 grupe după categorii de vârstă, dintre care 16 grupe cu frecvență fizică și alte 3 grupe cu activități la distanță, la fel au fost instruiți 7 copii individual aflați la distanță (însumând un total de 114 copii).

Pe parcursul primelor 6 luni circa 30% din copiii din grupe au abandonat lecțiile. În urma discuțiilor cu părinții s-a depistat că copiii nu își doresc teme pentru acasă - un punct

obligatoriu pentru reușita însușirii materialului. *În cazul lecțiilor individuale doar 1 copil a abandonat lecțiile, restul continuând și prezentând interes sporit față de materia de studiu. La fel, în cazul lecțiilor individuale s-a reușit a studia temele într-un mod mai rapid decât cele în grup, întrucât a fost posibil stabilirea unui plan individualizat de studiu, unde de exemplu au fost predate chiar și două teme la o singură lecție. Totuși asemenea cazuri sunt strâns legate de caracterul, temperamentul și interesul fiecărui copil în parte.*

Experiența acumulată în cadrul Centrului menționat sugerează că în procesul de livrare la distanță a activităților educaționale de matematică mintală trebuie de ținut cont de următoarele constatări:

- activitățile de învățare trebuie planificate individualizat;
- este necesar ca fiecare elev să aibă posibilitatea să aleagă perioada de timp când dorește să exerseze aritmetica mintală, să revizuiască materialul video predat, să acorde mai multă atenție la un anumit fragment de predare a temei,
- este important să asigurăm un feedback continuu elevului, astfel încât acesta să poată oricând adresa întrebări profesorului (de exemplu, folosind un chat);
- accesul la resursele de învățare trebuie extins geografic (elevul și profesorul vor putea lucra din orice loc, contând doar prezența unui dispozitiv digital și a conexiunii la Internet);
- elevul va studia individual într-un spațiul temporar confortabil;
- studierea la distanță este accesibilă și pentru copiii care din anumite motive (boală, condiții climaterice, deficiențe locomotorii etc.) nu se pot deplasa spre instituția educațională;
- platformele educaționale pentru Matematica mintală sporește spiritul competitiv al elevilor, crescând astfel motivația lor pentru învățare (ei pot concura, acumulând puncte din rezolvarea exercițiilor).

Concluzii

Comparativ cu monitorizarea activităților de acasă, în manuale – monitorizarea de la distanță este mult mai eficientă, întrucât utilizând un soft sau un portal bine ales, profesorul vede fiecare rezultat al elevului, iar aplicația îi poate prezenta chiar și o statistică a reușitelor și performanțelor elevului. Totuși rămâne descoperit moment când elevul mișcă bilele pe abac. În aritmetica mintală există mișcări exacte cu anumite degete, care nu pot fi monitorizate de la distanță.

Analizând experiența proprie, cât și a colegilor, constatăm faptul că formele de învățământ la distanță nu numai ușurează procesul de studiu, întrucât sunt utilizate la maxim tehnologiile informaționale, dar și reprezintă noi posibilități de dezvoltare abilităților creative ale elevilor, îi stimulează continuu spre dezvoltarea personală. La fel, predarea la distanță ajută profesorii să își avanseze gradul de cunoaștere a platformelor, să își formeze noi deprinderi în sfera digitală.

Bibliografie

1. IRWING, P. Effects of Abacus training on the intelligence of Sudanese children / P. Irwing, Hamza, O. Khaleefa, R. Lynn // Personality and Individual Differences Journal. – 2008, Nr. 45(7). – P. 694-696.
2. SPERRY, Roger Wolcott. 20 August 1913—17 April 1994. T. J. Voneida, Published: 01 November 1997 Disponibil pe: https://doi.org/10.1098/rsbm.1997.0025
3. *Curriculum pentru disciplina opţională „Aritmetica mentală şi Abacus" (Copii de 7-9 şi 10-14 ani*). Achiri Ion, Zacon Veronica. Disponibil pe: https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/70072
4. ЧЕРНИГОВСКАЯ, Т.В. Ментальная арифметика: тренд или новое слово в образовании: / Т.В. Черниговская. – Москва, Вместе-ТВ, 2019. – Disponibil pe:: https://www.youtube.com/watch?v=gAFAXHnl-pU.
5. HATANO, G. Digit memory of grand experts in abacus-derived mental calculation / Hatano, G. & Osawa, K. //*Cogniti*on, 15(1-3), 95-110. DOI: 10.1016/0010-0277(83)90035-5.
6. STIGLER, J. W. Mental abacus: The effect of abacus training on Chinese children's mental calculation / J. W. Stigler, // *Cognitive Psychology*, 16(2), 145-176. DOI: 10.1016/0010-0285(84)90006-9.
7. FRANK, M. C. Representing exact number visually using mental abacus / M. C. Frank, D. Barner, // *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 134-149. DOI: 10.1037/a0024427.

CZU: 51:37.02

O BIJUTERIE... STE(A)M

Vladimir CERBU, profesor de matematică
https://orcid.org/0000-0002-7590-283X
Colegiul Național Militar „Ștefan cel Mare” Câmpulung Moldovenesc, România

Rezumat. Abordările inter/transdisciplinare în predarea științelor reale trebuie să conducă spre un scop mai nobil: formarea unor adulți capabili să rezolve situații-problemă concrete, apărute la locul de muncă sau în viața cotidiană. Articolul de față propune transformarea unor probleme clasice de matematică în situații-problemă a căror rezolvare presupune cunoașterea și îmbinarea ingenioasă a unor noțiuni de matematică, informatică, fizică, inginerie etc.
Cuvinte cheie: abordare transdisciplinară, situație-problemă, proiecte STEM/STEAM.

A JEWEL... STE(A)M

Abstract. Transdisciplinary approaches in the teaching of real sciences must lead to a noble goal: the formation of adults capable to solve concrete problem situations from the workplace or in everyday life. This article proposes the transformation of some classic math problems into problem-situations whose solution requires knowledge and the ingenious combination of some math notions, computer science, physics, engineering, etc.
Keywords: transdisciplinary approach, problem-situation, STEM/STEAM project.

Introducere

Este bine cunoscut faptul că derularea proiectelor STEM/STEAM are ca principal scop folosirea cunoașterii disciplinare într-o manieră integratoare, transdisciplinară. În plan educațional, câștigul imediat constă în implicarea elevilor/studenților în situații de învățare reale, consistente, a căror rezolvare presupune proiectarea unei soluții, aplicarea ei în practică, analiza rezultatelor obținute, optimizarea soluției și realizarea documentației finale. În acest mod este activată gândirea critică, este încurajată inovația, este pus în valoare lucrul în echipă, se dezvoltă capacitatea de comunicare și, nu în ultimul rând, este maximizată motivația pentru învățare a elevilor/studenților.

Situația problemă analizată

Unui bijutier i s-a comandat un inel de aur de lățime h, având forma unui corp mărginit de o suprafață sferică cu centrul în O și de suprafața unui cilindru de rază r a cărui axă trece prin punctul O (vezi figura 1).

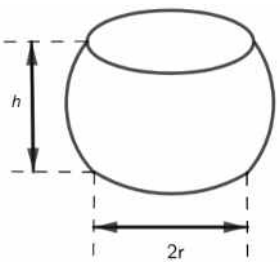


Figura 1. Bijuteria STE(A)M

Bijutierul a făurit un astfel de inel, dar a luat pe *r* prea mic. Cât aur trebuie să mai adauge dacă *r* trebuie mărit de *k* ori, iar lățimea *h* rămâne neschimbată?

Această problemă a apărut în revista sovietică *KVANT*. Se demonstrează că volumul inelului sferic, adică al corpului ce se obține prin rotirea unui segment de cerc *AB* (zona colorată cu verde în figura 2) în jurul diametrului *MN* care nu se intersectează cu *AB* este

$$\frac{\pi}{6} \cdot AB^2 \cdot A'B',$$

unde $A'B'$ este proiecția coardei *AB* pe diametrul *MN* [4].

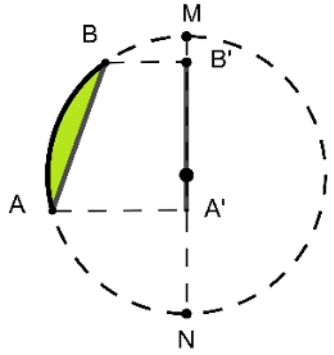


Figura 2. Segmentul de cerc

Prin urmare, volumul inelului va fi egal cu $\frac{\pi}{6} \cdot h^3$, adică nu depinde de raza *r*, deci bijutierul nu trebuie să mai adauge aur.

Abordări STE(A)M

Pentru elevii din clasele mari, putem calcula efectiv volumul inelului cu ajutorul integralei definite. Fie $a = \frac{h}{2}$ și considerăm funcțiile $f, g: [-a, a] \to \mathbb{R}_+, f(x) = \sqrt{r^2 - x^2}$ și $g(x) = \sqrt{r^2 - a^2}$. Inelul sferic apare ca diferența dintre corpul de rotație generat de funcția f și corpul de rotație generat de funcția constantă *g*.

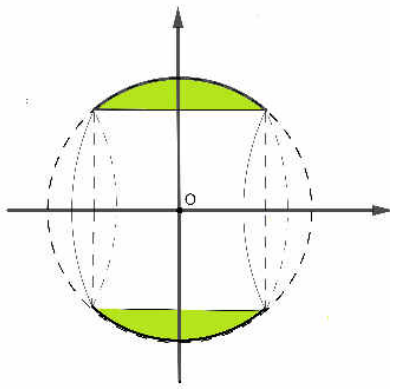


Figura 3. Corpul de rotație

$$V = \pi \int_{-a}^{a} \left(\sqrt{r^2 - x^2}\right)^2 dx - \pi \int_{-a}^{a} \left(\sqrt{r^2 - a^2}\right)^2 dx =$$

$$= 2\pi \int_{0}^{a} \left(\sqrt{r^2 - x^2}\right)^2 dx - 2\pi \int_{0}^{a} \left(\sqrt{r^2 - a^2}\right)^2 dx \Rightarrow$$

$$V = 2\pi \int_0^a (r^2 - x^2)dx - 2\pi \int_0^a (r^2 - a^2)dx = 2\,\pi \left(a^2 x - \frac{x^3}{3}\right)\Big|_0^a = \frac{4\pi a^3}{3} = \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{h^3}{8} = \frac{\pi}{6} \cdot h^3.$$

Am regăsit același rezultat, care nu depinde de *r*, adică bijutierul nu trebuie să mai adauge aur pentru a realiza un inel mai „larg”.

Acest inel poate fi obținut (evident, nu din aur!) cu ajutorul unei imprimante 3D. Cu ajutorul programatorilor din echipa de robotică, am obținut un astfel de inel. Folosind programul CREO Parametric am putut modela problema, urmând ca obiectul din final să fie printat la imprimanta 3D. Inelul a fost realizat în următorii trei pași prezentați în imaginile următoare:

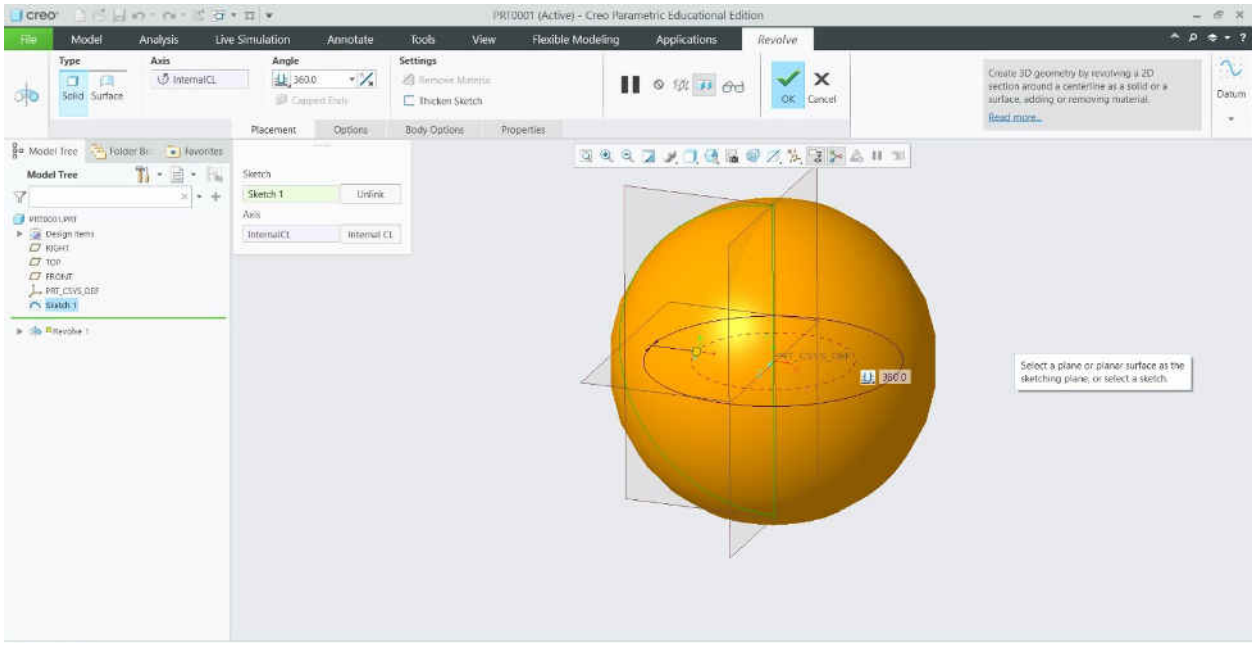


Figura 4. Crearea unei sfere

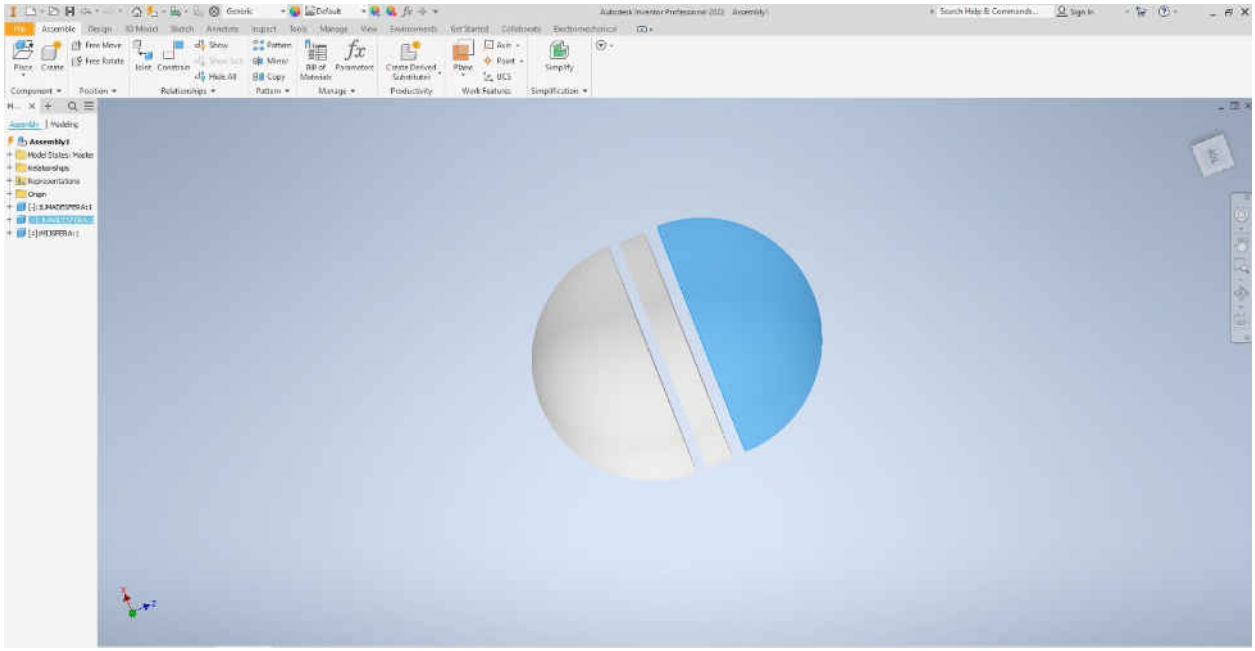


Figura 5. Segmentarea sferei in 3 părți prin secționarea cu două plane paralele

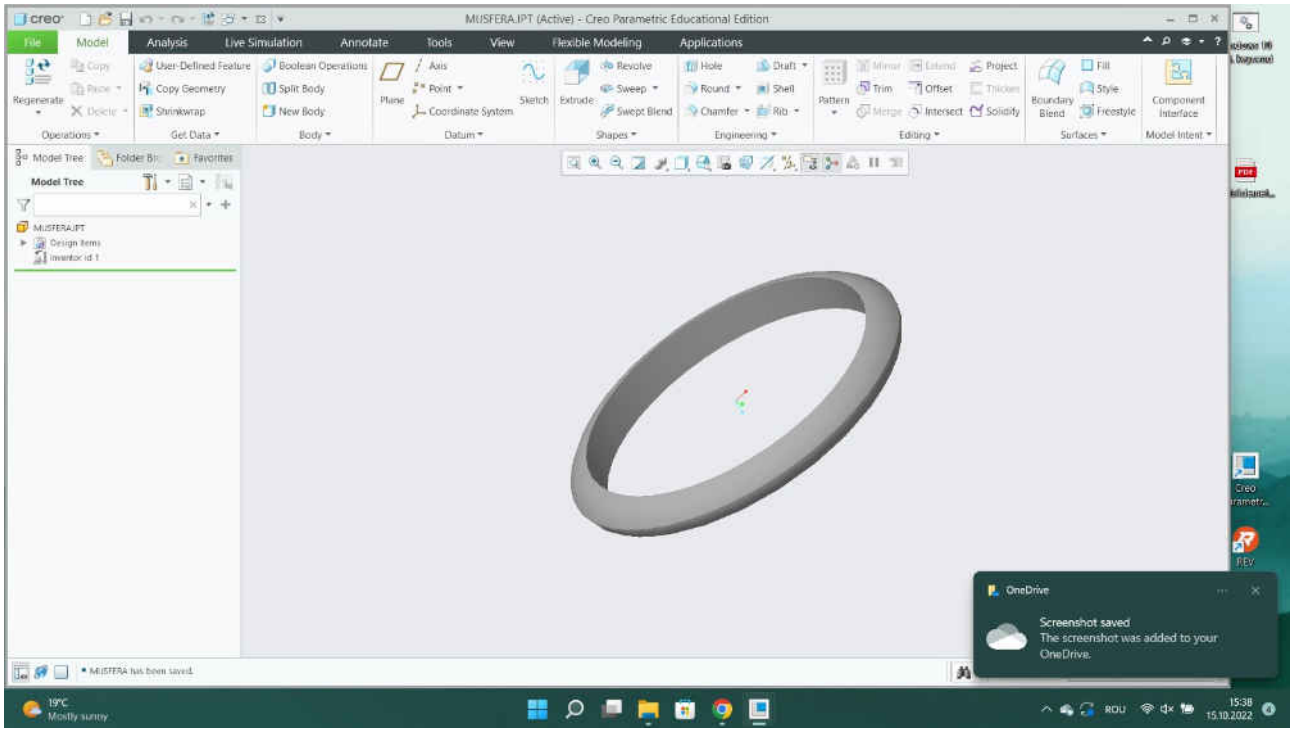


Figura 6. Tăierea unui cilindru cu diametrul mai mic în interiorul segmentului sferă rămas la mijloc

După realizarea programului informatic, este foarte simplu de dovedit pe cale experimentală că volumul rămâne constant. Se confecționează la imprimanta 3D mai multe inele, pentru valori diferite ale lui *r*. Aceste inele sunt scufundate în apă, într-un pahar gradat. Observăm că, de fiecare dată, apa se ridică la aceeași înălțime. Quod erat demonstrandum!

Concluzii

Deoarece beneficiile abordărilor inter și transdisciplinare, de tip STEM/STEAM, mi se par evidente, în loc de concluzii voi propune spre reflecție celor interesați alte trei probleme practice.

1. Un coridor este format din două holuri perpendiculare de lățimi *a* și *b*, ca în figura 7.

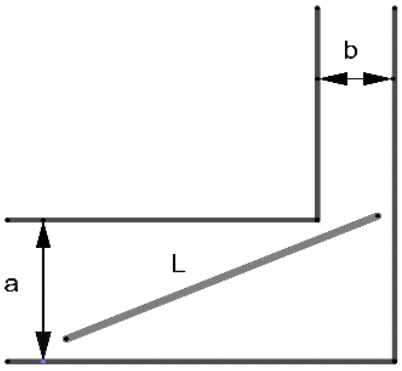


Figura 7. Coridoare perpendiculare

Un geam de sticlă trebuie să fie transferat din holul cu lățimea a în cel cu lățimea b. Care este lungimea maximă a geamului astfel încât să putem face transferul?

2. Să se determine sub ce unghi α față de orizontală trebuie aruncat un proiectil cu viteza inițială v_0, astfel încât să atingă distanța maximă R?

3. Care este cea mai mică lungime pe care trebuie să o aibă o bucată de sârmă din care se pot confecționa muchiile unui cub cu latura de 10 cm? (sârma poate trece de-a lungul unei muchii de două ori, se poate îndoi la $90°$ și la $180°$, dar nu se poate rupe.)

Bibliografie

1. *Probleme de matematică traduse din revista sovietică KVANT*. București: Editura didactică și pedagogică, 1983, 272 p.
2. CERBU, Vladimir. Probleme de numărare. In: *The 29th Conference on Applied and Industrial Mathematics CAIM 2022*. 25-27 august 2022, Chişinău. Chișinău, Republica Moldova: Tiraspol State University, 2022, pp. 103-109. ISBN 978-9975-76-401-8.
3. HADAMARD, Jacques. *Lecţii de geometrie elementară. Geometrie plană*. București: Editura Tehnică, 1962.

CZU: 37.026:51(091)

IMPORTANȚA STUDIERII MATEMATICII PRIN UTILIZAREA SECVENȚELOR DIN ISTORIA DIDACTICII MATEMATICII

Ion COJOCARU, doctor în științe pedagogice, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-5107-614X
Andrei HARITON, doctor în științe pedagogice, profesor universitar
https://orcid.org/0000-0003-0298-590X
Laurențiu CALMUȚCHI, doctor habilitat, profesor universitar
https://orcid.org/0000-0001-6665-7927

Rezumat. Dacă la orele de matematică și la activitățile extracurriculare s-ar aplica secvențe din istoria didacticii matematicii bazate pe o analiză riguroasă în concordanță cu metoda genetico-istoric, atunci s-ar putea obține o creștere a randamentului muncii profesorului în ceea ce privește calitatea cunoștințelor elevilor.
Cuvinte cheie. Istoria didacticii matematicii, metoda genetico-istorică, cunoștințe matematice de bază, secvențe istorice, orizont științific cognitiv, bază metodologică, programa școlară, cultura matematică, educație matematica.

THE IMPORTANCE OF STUDYING MATHEMATICS BY USING THE SEQUENCES FROM THE HISTORY OF MATHEMATICS DIDACTICS

Abstract. If sequences from the history of mathematics didactics based on a rigorous analysis in accordance with the genetic-historical method were applied to mathematics classes and extra-curricular activities, then we could obtain an increase in the teacher's work yield in terms of the quality of students' knowledge
Keywords. History of mathematics didactics, genetic-historical method, basic mathematical knowledge, historical sequences, cognitive scientific horizon, methodological basis, school curriculum, mathematical culture, mathematical education

Istoria noțiunilor matematice expune din punct de vedere al evoluției sale dezvoltarea teoriei pedagogice şi practica instruirii în învățământul matematic, legătura şi dependența lor de condițiile vieții materiale ale societății, de acea atmosferă socială, atât politică cât şi economică, în care ele s-au constituit. Însușirea moștenirii trecutului lărgește orizontul științific cognitiv, sporește calitativ cultura general umană şi cea pedagogică, contribuie la dezvoltarea capacităților profesionale pedagogice, ajută la aplicarea în mod creativ a cunoștințelor dobândite în practica pedagogică.

Ca bază metodologică a studierii se pune metoda genetic-istorică, care a obținut fundamentare şi dezvoltare în operele multor matematicieni militanți în perioada respectivă a activității lor pedagogice: H. Freudental, F. Klein (Germania, 1892-1900), V. Bobânin (Rusia, 1893-1900) ș.a.

În conformitate cu metoda genetic-istorică, cel ce studiază trebuie să parcurgă calea studierii matematicii pe care au mers cei ce au descoperit noțiunile, ideile, teoriile pedagogice etc. Principiul instruirii active urmărește ca cel instruit să descopere de sine stătător maximul posibil de adevăruri matematice. Combinarea metodei genetic-istorice de studiere a noțiunilor

istorice cu principiul instruirii active vorbește despre faptul, că cel ce studiază matematica trebuie din nou să descopere aceea ce el trebuie să însușească. Aceasta îl pune pe pedagog în postura de a dirija procesul cercetărilor, descoperirilor și determinării legăturilor logice între noțiunile matematice care se studiază.

O tratare științifică a studierii noțiunilor matematice permite de a se orienta clar şi liber în materialul istoric, imens în volum şi variat după conținut, într-un atare mod, încât să fie evidențiată baza legăturilor istorice cu realitatea cotidiană, să privească la fiecare întrebare de pe poziţiile: cum a apărut genetic în matematică noțiunea dată, ce etape importante în evoluția sa a trecut şi, de pe aceste poziții, de sesizat importanța ei practică la momentul actual şi care este rolul ei în contextul obiectivelor educaționale în conformitate cu curriculumul actual la matematică.

Studiind concepțiile şi activitatea pedagogilor militanți, trebuie de accentuat anume ce au adăugat ei nou, progresist în învățământul matematic în comparație cu predecesorii săi, ce este important şi valoros în aceste opere pentru dezvoltarea continuă a gândirii pedagogice în domeniul didacticii matematicii. De subliniat atât părțile forte cât şi cele slabe ale acestor opere în raport cu condițiile concrete istorice şi baza metodologică a instruirii matematice pe care s-au afirmat. De arătat acele bariere istorice ce au condiționat mărginirea sau triumful ideilor expuse de ideologia făuritorilor lor.

Studierea apariției ideilor şi noțiunilor, a premiselor sociale ale dezvoltării cunoștințelor științifice şi tehnice, a legăturilor științelor cu procesul de producere, indicarea proceselor acestor căutări, înfruntarea diverselor obstacole şi greutăți pentru distingerea adevărurilor științifice au o mare importanță educațională, contribuie la altoirea la elevi a voinței, fermității, dragostei faţă de munca intelectuală, tendința faţă de dobândirea cunoștințelor.

Utilizarea elementelor de istorism matematic poate contribui la sporirea eficienței şi calității realizării orelor de matematică. O deosebită atenție trebuie de atras la îmbinarea informațiilor istorice propuse în ghid cu logica expunerii problematicii lecției de studiu în conformitate cu curriculumul actual la matematică.

Ilustrul matematician şi pedagog german Felix Klein în opera sa: „*Matematica elementară din punctul de vedere al celei superioare*” menționează: „*Pentru a reda mai concis atașamentul meu referitor la predarea matematicii în școală, voi apela la acea lege fundamentală biogenetică, după care individul în dezvoltarea sa parcurge în mod simplificat toate stadiile dezvoltării omenirii. Aceste idei au devenit în timpul actual un bun comun al omului cult. Acestei legi fundamentale, eu presupun, ar trebui să se supună – măcar în linii generale – şi predarea matematicii, după cum şi oricare predare-învățare. Noi trebuie să ne adaptăm la vocația, la predispozițiile naturale ale tinerilor, lent şi încet să-i conducem spre problemele matematicii superioare şi numai la final să-i cunoaştem cu ideile abstracte. Predarea trebuie să meargă anume pe aceeaşi cale , după care întreaga omenire a mers de la starea sa naivă primitivă până la înălţimile cunoştinţelor moderne! E necesar întotdeauna de repetat această cerință, deoarece se găsesc tot timpul astfel de oameni, care după exemplul*

scolasticilor din Evul Mediu încep predarea sa de la cele mai generale idei şi apără această metodă ca unica, după părerea lor, pur ştiinţifică.

Această fundamentare, printre altele, e incorectă: a instrui ştiinţific înseamnă a învăţa omul să gândească ştiinţific, dar nu de năucit pe el cu acea rece ştiinţific tensionată sistematizare. O barieră esenţială în calea răspândirii unei astfel de metode de instruire naturală şi într-adevăr ştiinţifică prezintă prin sine, fără îndoială, lipsa de cunoştinţe din istoria matematicii". „Pentru a ne lupta cu această aroganţă, ar trebui orice expunere de materie de studiu de împletit cu o mulţime de momente istorice. Aceasta va arăta elevilor cum încet şi anevoios au apărut toate ideile/noţiunile matematice, cum ele au apărut iniţial mai mult sub formă de presupuneri şi numai după o evoluţie de lungă durată au obţinut forma statică bine cristalizată a unei expuneri sistematice.

Aş dori ca aceste puţine propuneri să aibă un efect de o durabilă influenţă asupra caracterului expunerii materiei de studiu la mulţi pedagogi în procesul predării matematicii în şcoală" [4].

În mod analog şi renumitul metodist-matematician rus I. Depman în [6, p. 3-4] menţionează că „*O aranjare cât mai dibace a întregului proces de predare a matematicii, anume în clasele I-V joacă un rol deosebit de important în formarea personalităţii oricărui om şi totodată îi educă un anumit ataşament faţă de matematică, uneori pentru toată viaţa* ".

Comunicările de astăzi conţin recomandări privind studierea tezaurului cultural uman în domeniul didacticii matematicii, cât şi a acelor noţiuni matematice ce se raportă la arealul populat de români.

Se subliniază aportul adus de oamenii de cultură din Moldova ca: Amfilohie Hotiniul, Gheorghe Asachi, Anton Velini, Andrei Teodorescu, etc. Prin munca lor au fost create primele manuale de matematică în limba poporului băştinaş; s-au introdus în uz cifrele hindus-arabe în locul slovelor alfabetului chirilic; s-a pus baza sistemului zecimal poziţional de numeraţie şi a sistemului metric de măsuri în locul celui popular. În operele lor au fost descrise regulile operaţiilor aritmetice cu numere; s-a pus baza studierii aritmeticii, algebrei, geometriei, trigonometriei şi elementelor de matematică superioară. Limbajul propus a stat la baza formării terminologiei matematice în limba poporului. Acest limbaj constituie baza terminologiei didactice matematice moderne şi a învăţământului matematic din România. De aceea, limitându-ne la toate sursele informaţionale existente publicate: articole, cărţi originale, documente, literatură populară etc. Apare necesitatea de a fi concepută o variantă de studiere a elementelor de istorie a didacticii matematicii universale şi a învăţământului matematic din România pentru a lega aceste noţiuni abstracte matematice de realităţile cotidiene şi a le da un colorit autohton.

Ca premise fundamentale pot servi reperele teoretice.

Din cele mai îndepărtate de vremuri, omul şi-a folosit mintea sa iscoditoare pentru a înţelege lumea din mediul său ambiant şi a se descoperi pe sine. Acolo unde se credea că nu va putea ajunge, l-a mânat curiozitatea, l-a însoţit ambiţia, a pătruns cu privirea şi imaginaţia,

a ajuns cu gândul şi inteligența. Şi-a stabilit reguli de a calcula, măsura, construi ciudate mașinării şi obiecte care să-l ajute, în cercetarea continuă a folosit natura în folosul său:

- 40000 ani î.e.n. – cele mai vechi urme de activitate omenească;
- 35000 ani î.e.n. – debitaj laminar (lame de cremene);
- 27000 ani î.e.n. – primele obiecte utilitare din os cu ornamente figurative;
- 9000 ani î.e.n. – producția bazată pe creșterea animalelor, început de agricultură, inventarea ceramicii;
- 7000 ani î.e.n. – fondarea primelor sate, prelucrarea cuprului, apariția olăritului şi a țesăturilor;
- 4500 ani î.e.n. – agricultură avansată-irigarea cu ajutorul canalelor, în Egipt este adoptat anul de 365 de zile;
- 3300 ani î.e.n. – primele semne de scriere în Sumer, necesitate de a aduce evidența bunurilor, distribuirea mărfurilor;
- 3200 ani î.e.n. – apare scrierea hieroglifică egipteană;
- 3000 ani î.e.n. – fondarea aritmeticii sumeriene bazată pe numerația sexagesimală şi decimală, primele noțiuni de geometrie pentru măsurările terenurilor în Egipt;
- 2778 ani î.e.n. – prima piramidă în Egipt. Imhotep – considerat ca primul învățat matematician din lume. Prima balanță cu două talere atârnate pe o tijă;
- 2500 ani î.e.n. – statueta policromă a scribului din calcar – prima atestare a importanței funcției de scrib ca socotitor ce ducea evidențele bunurilor;
- 2300 ani î.e.n. – răspândirea scrisului cuneiform şi a matematicii akkadiene;
- 2250 ani î.e.n. – în Babilon e atestată prima mențiune despre aceia ce va deveni mai târziu teorema lui Pitagora;
- 1850 ani î.e.n. – papirusul Rhind: calcule de arii şi volume, scriere de fracții; prelucrarea bronzului cu ornamente complicate matematice;
- 1600 ani î.e.n. – scrierea cretană (nedescifrată);
- 1050 ani î.e.n. – apariția stilului geometric în ceramică;
- 900 ani î.e.n. – perioada înfloririi ceramicii cu motive geometrice etc.

Cele mai vechi surse care atestă preocupări „matematice” sunt documentele nescrise: diferite obiecte cu crestături, semne, noduri, desene etc. Din această categorie se pot enumera:

- Femurul de lup cu crestături (Moravia).
- Plăcuțele din coarne de cerb (Franța).
- Lemnișoarele crestate (la sciți).
- Crăcile cu noduri „*quipu*” (la incași).
- Brâiele cu mozaic „Wampum” (la triburile nord-americane).
- Desenele sculptate, calendarele (la mayași, englezi, români).

- Pietrele colorate (Mas d'Azil – Franța) – care par să reprezinte un „*alfabet*" şi calcule cu ... milioane.
- Bețele de fag, cu crestături (la popoarele germanice).

O altă sursă importantă pentru istoria învățământului matematic o constituie documentele scrise ce s-au păstrat. Din această categorie fac parte :

- Inscripțiile (pe monumente, obiecte, construcții edificii).
- Textele cu conținut matematic (papirusuri, pergamente, scoarță de copac, trestie de bambus, tăblițe cu scris cuneiform din lut).
- Comentarii, tratate, periodice istoric-matematice scrise.

Astfel din aceste relatări se poate constata că omul a reușit în rezultatul activității sale practice, fiziologic-mintale „*să alerge*" mai repede decât ghepardul „*să zboare*" mai sus şi mai repede decât vulturul, „*să vadă*" nevăzutul şi „*să audă*" neauzitul. Omul s-a depășit şi pe sine, a creat cu ajutorul matematicii mașini care sunt mai „*harnice*", apreciază mai corect, calculează mai precis decât el. Ce ar fi reușit omul fără matematică în activitatea sa?

Obiectul de studiu, metodele de cercetare, principiile şi forțele motrice ce au contribuit la dezvoltarea matematicii arată legătura interdisciplinară cu alte științe, cu tehnica, filozofia etc.

Elevul care este cunoscut cu evoluția noțiunilor matematice în plan genetic-istoric mai bine înțelege materia de studiu. Astfel, elevul cunoaște istoria formării acestor noțiuni, etimologia cuvintelor, calea genetică a transformărilor şi perfecționărilor lor, munca depusă de cercetători în definirea noțiunilor şi a determinării căilor lor de însușire etc., aceasta la rândul său dezvoltă la elevi o atașare pozitivă faţă de matematică şi o mândrie faţă de compatrioții săi, de succesele marilor fondatori. Metoda genetic-istorică este un indicator al raționamentului logic şi nicidecum substituirea lui [4, p. 225].

Se propun unele indicații suplimentare la Curriculumul şcolar la matematică în ciclul primar şi gimnazial referitor la expunerea acelor informații istorice, care pot fi utilizate de profesori, pentru a face orele de studiu matematic cât mai interesante şi bogate în conținut [5].

Pe tot parcursul dezvoltării învățământului matematic se observă un fenomen de înstrăinare a majorității copiilor faţă de matematica studiată în şcoală. Ponderea elevilor ce însușesc la matematică materia studiată se poate compara cu o piramidă la care baza o constituie elevii ce însușesc accesibil materia la matematică în clasa I- şi vârful corespunde numărului de elevi ce însușesc materia clasei finale (9 sau 12). Uneori această piramidă se transformă într-un trunchi de piramidă la care lipsește cu desăvârșire vârful. Spre regret, şi aceasta este contestată de toți metodiștii la timpul lor, vina principală aparține cadrului didactic. Totul depinde de gradul de pregătire în plan metodic a profesorului de matematică. [4-6].

Un mare aport în susținerea materiei de studiu la matematică constituie ponderea aplicării în procesul de predare a materialului atractiv şi a lucrului practic de aplicare a

cunoștințelor căpătate de elevi în viața cotidiană, de a înțelege corect legăturile logic-istorice ale întregului, format din părți separate.

Ghidul propune unele indicații suplimentare la Curriculumul școlar la matematică în ciclul primar şi gimnazial referitor la expunerea acelor informații istorice, care pot fi utilizate de profesori, pentru a face orele de studiu matematic cât mai interesante şi bogate în conținut [5]. Dintre toate treptele de studiere a matematicii în ciclul preuniversitar, cea mai vulnerabilă devine anume cea gimnazială, când elevii trec de la treapta primară (de la un singur profesor), la treapta secundară (cu mai mulți profesori ce au diverse cerințe). Anume la această etapă elevii mai slab însușesc disciplinele matematice. Însușirea insuficientă a matematicii la această treaptă se răsfrânge asupra soluționării exemplelor în diverse compartimente ale matematicii, calcule, care se practică în studiul altor discipline. Neputința de a efectua calcule simple matematice în mod rapid şi raţional are urmări în modalitatea de a soluționa diverse probleme practice. Aceste efecte negative au repercursiuni destul de nefaste mai apoi în activitatea productivă din cotidian.

Importanța influenței interesului spre cunoașterea obiectului de studiu asupra însușirii conștiente şi fundamentale a materiei de studiu în conformitate cu Curriculumul în vigoare este cunoscut, de aceea crearea unei motivări de învățare bine organizate la despărțitura, tema, capitolul ce se studiază recent la ore este una dintre primele probleme de cea mai stringentă importanță pentru orișicare profesor de matematică. Un pedagog cu experiență de lucru niciodată nu va începe expunerea temei noi, nemaivorbind despre o nouă despărțitură a matematicii, fără o parte introductivă de referință la tema abordată, care ar trezi atenția şi interesul elevilor şi le-ar crea o motivare special orientată în studierea materiei preconizate după plan. Așa un fel de reclamă la temă. Este bine, ca acolo unde aceasta este justificat de Curriculum de organizat o parte introductivă şi este necesar de organizat timp de vreo 3-5 minute sub forma unei povestiri atractive, legată de istoria didacticii matematicii.

Comunicarea informațiilor din istoria didacticii matematicii, după cum am spus, este pur şi simplu destul de folositoare în planul cognitiv, deoarece contribuie la formarea la elevi a unui concept referitor la lumea înconjurătoare. O astfel de expunere dă posibilitatea de a arăta elevilor pe parcursul studierii fiecărei despărțituri noi sau a unei teme noi, că matematica ca știință despre formele spațiale şi raporturile cantitative ale lumii reale a apărut şi evoluează în strânsă legătură cu activitatea practică a omului. Toate proprietățile, regulile, teoremele ce se studiază în școală şi au intrat programa de studiere a cursului preuniversitar de matematică- este nu altceva decât o totalitate de informații utile a experienței milenare a omenirii. Ele s-au format, stocat, adaptat şi adeverit în rezultatul cunoașterii lumii înconjurătoare, a mediului ambiant, confirmate în practica utilizării permanente şi nu sunt date ca ceva de-a gata de cineva. Aceste părți introductive a informațiilor din istoria didacticii matematicii îi convinge pe elevi în faptul, că forța motrică a dezvoltării în ascensiune a științei se află în necesitățile stringente ale procesului de producere.

E bine de atenționat că savanții metodiști demult au ajuns la concluzia: că elementele de istoria didacticii matematicii, care sunt un procedeu efectiv de trezire a motivării învățării la elevi faţă de matematică, este unul din cele mai importante modalități de educare intelectuală, estetică, patriotică şi internațională a elevilor.

Istoria didacticii matematicii, după cum şi istoria altor științe este bogată din belșug de exemple extraordinare de comportament civic şi moral impecabil şi patriotism măreț a savanților timpului dat. Pentru a educa elevii în spiritul patriotismului mari posibilități ne permit informațiile din istoria învățământului matematic din Moldova şi din țările vecine, din istoria didacticii matematicii din Moldova, Europa şi cea mondială, informații din istoria dezvoltării științei în Moldova, la popoarele vecine şi la popoarele din cele mai remarcabile civilizații din lume. Este bine de apelat la secvențe din istoria didacticii matematicii din Rusia, ca o școală matematică fără precedent în lume. Cunoscutul istoric şi metodist – matematic rus I. I. Depman pe drept confirmă: „*comunicarea informațiilor istorice despre matematica Patriei sale şi realizările ei în mod firesc dezvoltă sentimente patriotice şi dragoste faţă de patria sa, faţă de poporul său. Matematica rusă, după cum cea veche, astfel şi cea nouă, dă posibilități nemărginite pentru aceasta*”. [6]

Într-adevăr cunoașterea elevilor cu viața şi activitatea savanților autohtoni, demonstrarea dorinței lor de a proslăvi știința patriei scumpe are o mare importanță educativă în formare la elevi a sentimentului de patriotism, a noțiunii de datorie, a devotamentului faţă de Patrie. Spre exemplu la studierea numerelor prime şi compuse, a numerelor pare şi impare în clasa a V-a, vorbind despre rolul matematicienilor eminenți de talia lui Euclid, Eratostene în statornicirea şi evoluția teoriei numerelor este necesar de vorbit elevilor şi despre acel măreț aport ce l-au adus în acest domeniu marele matematician rus P. L. Cebâşev (1821-1894) – fondatorul școlii matematice ruse, marii noştri compatrioți: Amfilohie Hotiniul fondator de școli în limba poporului şi autorul cărții *Elemente aritmetice arătate fireşti* (1795) – ca autor a primei cărți – manual școlar de matematică în limba poporului, Gh. Asachi: fondatorul întregului sistem de învățământ din Moldova anilor 1813 – 1848, autor a trei manuale școlare: *Aritmetica, Algebra* şi *Geometria* şi a prelucrării metodice „*Despre metod*”, ca prima carte în care se găsesc referiri la metoda predării matematicii din punct de vedere a nivelului pedagogiei şi psihologiei timpului său; Anton Velini – autor al primului *Manual de pedagogie şi didactică în clasele primare* (1836) cu un volum de peste 250 pagini dintre care 71 de pagini sunt dedicate *Metodicii predării matematicii în clasele primare*; Gheorghe Codrean – autor a unei prime culegeri de probleme autohtone şi mulți alții, care au creat opere în spiritul poporului autohton, legate de realitățile plaiului natal şi tradițiile seculare populare.

În formarea diferitor motivări de studiere şi trezirea interesului elevilor spre studierea cointeresată a matematicii, o mare importanță le revine primelor ore de studiu în clasa V-a. Lecția trebuie de început cu povestirea despre evoluția matematicii, despre importanța practică a matematicii în dezvoltarea altor științe, despre L. F. Magniţki şi cartea sa „*Aritmetica*” (1703), despre compatriotul nostru Nicolae Milescu-Spătarul, care a fost

educatorul, pe când era copil mic, a țarului Rusiei. Petru cel Mare şi-a scris pentru el o carte numită *Aritmologion* – știința etică despre cifre, înzestrată cu zicale, proverbe şi alte povețe expuse prin cifre, despre mitropoliții şi episcopii Țării Moldovei, care au stat la baza fondării școlii naționale şi a învățământului matematic în limba poporului: Varlaam, A. Hotiniul, V. Măzăreanu, V. Costache, A. Șaguna ş. a.

La studierea temei *Valoarea aproximativă a numărului* în clasa V-a trebuie de povestit elevilor despre marile merite ale pedagogilor iluminiști care au arătat prin activitatea lor importanța calculului aproximativ şi la care grad trebuie tras atenție în dependență de sfera lui de utilizare.

Cunoașterea elevului cu aportul adus de fiecare popor al anumitor civilizații, țări care se învecinează cu țara noastră, în evoluția matematicii, începând ci timpurile antice şi terminând cu numele marilor savanți pedagogi, matematicieni cunoscuți în lume, în mod firesc vor fi însoțite de formarea unui atașament pozitiv faţă de aceste popoare, faţă de compatrioții săi, faţă de colegii săi din clasă.

Dragostea faţă de patrie se începe odată cu apariția acestui sentiment faţă de poporul său, faţă de meleagul natal, faţă de oamenii eminenți ai acestui plai. De aceea pentru a dezvolta sentimentul de patriotism o mare importanță are şi cunoașterea elevilor cu istoria dezvoltării economiei naționale a statului, a culturii, a științei statului dat.

Cunoașterea cu elemente din istoria evoluției matematicii în Moldova şi a învățământului matematic se poate efectua prin:

1) includerea în expunerea materiei noi a elementelor separate din istoria evoluției matematicii şi a învățământului matematic din Moldova;
2) petrecerea unui lucru variat a muncii extrașcolare: cercuri istoric-matematice, serate tematice, editarea ziarelor tematice, calendarul istoric-matematic, excursii tematice etc.

Secvența de fapte istorice pot fi utilizate la orișicare etapă a unei lecții. Uneori aceste informații este util de dat înainte de a lămuri tema nouă, alteori de îmbinat organic aceste elemente de istorie a matematicii cu unele întrebări separate din tema lecției, sau de dat ca o totalizare sau cu un bilanț a celor învățate dintr-o despărțitură, sau temă a cursului de matematică.

În primul caz informațiile istorice pot ajuta mai bine de motivat importanța temei noi şi a noii despărțituri, ceea ce dezvoltă la elevi un interes sporit spre studiul ei. Spre exemplu, în discursul scurt la tema „*Citirea şi scrierea numerelor naturale*” în clasa a V-a se poate dezvălui elevilor istoria evoluției numerelor moderne şi de arătat superioritatea lor scrise în sistemul zecimal pozițional de numerație, faţă de alte sisteme de numerație.

Însă pentru a efectua niște generalizări mult mai profunde şi niște concluzii de caracter cognitiv, trebuie de comunicat informații istorice la consolidarea sau repetarea temei curente sau capitolului studiat.

Printre aceste pe parcurs se pot evidenția etapele evoluției istorice a teoriei şi de comunicat informații referitor la operele şi activitatea savanților, care au efectuat primii pași

în elaborarea acestei teorii, şi despre acei, care au sumat, prelucrat şi generalizat lucrările predecesorilor săi, creând teoria dată. Efectuând o excursie istorică, cu referiri la etapele evoluționiste istorice a teoriei, profesorul se bazează pe materia studiată recent şi prin aceasta contribuie la o însușire cât mai temeinică, accesibilă şi fundamentală a materiei temei studiate.

Credem că nu este problematic de a avea la lecția dată la matematică şi a hărții geografice a lumii. Atunci pe parcursul discursului său profesorul poate indica pe hartă la țările, savanții cărora au participat la elaborarea acestei teorii. O astfel de tratare a problemei este o demonstrare intuitivă a faptului că știința nu cunoaște granițe între țări şi argumentele ei adevărate sunt un bun al tuturor popoarelor din lume, ceea ce şi educă în elevi a sentimentului de internaționalist, de părtaș al făuririi culturii mondiale omenești.

Cele mai des utilizate procedee metodice la comunicarea informațiilor istorice sânt următoarele:

- discursul profesorului,
- convorbirea euristică,
- expunerea problematică,
- lecția,
- lucrul de cercetare a elevilor.

Procedeele utilizate de profesorul în cauză depind de specificul informației istorice, de scopul, obiectivele şi problemele puse în fața clasei, pe care profesorul le urmărește pe parcursul expunerii temei date. Printre ele , un loc important îl ocupă discursul profesorului, care pentru comunicarea unor informații separate importante este utilizat cel mai des. Elemente de expunere sub formă de lecție pot avea loc deja la orele de matematică în clasele medii, mai rar în clasa a V-a.

La utilizarea elementelor de istorie a matematicii se poate folosi şi abordarea problematică. Lămurirea materiei mai poate fi începută cu punerea problemei, care logic decurge din problema precedentă sau din materia studiată mai recent şi care ne conduce la necesitatea unei etape mult mai superioare de cunoaștere a mediului ambiant. O astfel de abordare a comunicării informațiilor istorice, ca regulă creează situația când apare un mare interes a elevilor față de matematică.

Pe parcursul lecției pentru a comunica datele biografice sau datele referitoare la activitatea a unui oarecare savant se apelează la ajutorul elevilor. După cum arată practica de lucru, chiar şi acei elevi, care nu prea iubesc matematica, de obicei, cu multă plăcere se atașează la pregătirea unui comunicat pe teme istorice. Totodată, trebuie de urmărit, ca pentru a-i deprinde pe elevi de a fi independenți, materia de comunicare de complicat succesiv. Astfel, inițial elevului i se poate propune un text de-a gata pentru a vorbi, apoi trebuie de dat lui doar tema de comunicare şi literatura bibliografică recomandată cu indicarea paginilor în ele, iar textul discursului el trebuie să-l scrie singur. După controlul din partea profesorului,

elevul ține discursul în fața clasei. În acest mod, elevii, încetul cu încetul, capătă deprinderi de a lucra de sine stătător cu literatura informațională şi de studiu.

Referitor la cerințele selectării materialului informațional istoric şi a datelor biografice ale savantului trebuie de ales astfel încât să fie în ele evidențiată ideea educării prin ele a elevilor în spiritul patriotismului, esteticii, moralei şi inteligenței, precum și legată de firul roșu al tematicii curente a temelor discutate.

La selectarea materialului informațional istoric este necesar de condus de Curriculumul actual la matematică. Materialul selectat trebuie să reflecte cele mai de bază informații referitor la evoluția matematicii ca știință. Pe parcursul expunerii materialului informațional istoric trebuie luate în considerație: vârsta elevilor, nivelul dezvoltării gândirii lor raţionale, pregătirea lor teoretic-instructivă. Materialului informațional istoric nu trebuie de povestit pur şi simplu, ci în mod ingenios şi dibaci de îmbinat în materia de studiu şi de utilizat pe el în plan atât educațional cât şi instructiv. Volumul acestui material, care se folosește la lecție, nu trebuie să fie mare, pentru a nu transforma ora de matematică în oră de istorie – una, precum și nu de durată mai mare de 5-7 minute – două, deoarece elevii se plictisesc. Este necesar de reținut obiectivul primordial a utilizării lui: abordarea istorică trebuie să contribuie la sporirea interesului, către studierea matematicii, pentru înţelegerea ei cât mai profundă şi fundamentală.

Selectând pentru lecție date biografice ale unui savant este de dorit de a stricta indicațiile următoarelor poziții:

1. Determinând locul, volumul şi conținutul informațiilor biografice referitoare la savant, este necesar de subliniat rolul savantului în dezvoltarea ulterioară a științei.
2. Expunerea biografiei savantului trebuie de însoțit de caracteristica epocii, în care el a trăit şi activat, de făcut elevilor cunoscute acele greutăți şi bariere, care apăreau în calea lui, realizând opera sa.
3. Subliniind aportul savantului în știință, de arătat legătura dintre operele lui şi operele predecesorilor lui şi importanța moștenirii lui științifice pentru evoluția ulterioară a științei.
4. De cumpănit posibilitatea de a utiliza biografia savantului ca material, ce trezește elevul către un atașament cât mai activ vital necesar:
   - organizarea comportamentului individual,
   - punerea în fața sa a problemelor în cauză,
   - prețuirea faptelor sale şi găsirea căilor de corectare.

Pentru a-i familiariza pe elevi cu datele creative din biografia savanților, trebuie de ales numele acelora, a cărui aport în știință, aspectul moral, căutările filozofice conceptul referitor la structura universului şi a lumii, postura socială şi comportament civic ar putea servi drept exemplu viu, pozitiv pentru elevi.

Utilizarea sistematizată în cursul școlar de matematică a elementelor de istorie a științei contribuie la dezvoltarea la elevi a unui interes stabil şi profund spre studierea obiectului, a

unei însușiri cât mai fundamentale şi conștiente a matematicii, formării la elevi a unei concepții corecte dialectice referitoare la realitatea înconjurătoare. Indicând caracterul colectiv şi internațional a creativității matematice, profesorul depune un efort considerabil în opera de educare a elevilor în spiritul internaționalismului şi globalizării culturii generale. În același timp un mic discurs referitor la eminenții savanți ai patriei noastre cultivă la elevi un sentiment de mândrie faţă de patria sa.

Pentru niște informații scurte istorice uneori sunt destule 2-5 minute pe parcursul unei lecții. Pierderea de timp se răscumpără prin interesul sporit a elevilor faţă de tema dată.

Bibliografie

1. ALBU, A.C. *O istorie a matematicii. Antichitatea până la secolul VI (XIII).* Pitești: Nomina, 2009, 457 p.
2. KOLMAN, E. *Istoria matematicii în antichitate*. București: Editura Științifică, 1963, 246 p.
3. ВАН ДЕР ВАРДЕН, Б.Л. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: физ-мат. литературы, 1959, 460 стр.
4. КЛЕЙН, Ф. *Элементарная математика с точки зрения высшей*. Москва: Наука, 1987, 4 –ое издание, Т. I, Арифметика, алгебра, анализ, 431 с.; Т.II, Геометрия, 416 с.
5. ГЛЕЙЗЕР, Г.И. *Историзмул ын предареа математичий.3 пэрць: Партя I. Аритметика. Партя II. Алжебра. Партя III. Жеометрия ши тригонометрия.* Кишинэу: Картеа Молдовеняскэ, 1960.
6. ДЕПМАН, И.Я. *История арифметики*. Москва: Просвещение, 1965, 415 стр.
7. РЫБНИКОВ, К.А. *Возникновение и развитие математической науки*. Москва: Просвещение, 1987, 160 стр.

CZU: 517.38

ASPECTE DIDACTICE PRIVIND APLICAREA INTEGRALEI DEFINITE ÎN REZOLVAREA DE PROBLEME

Dumitru COZMA, dr. hab., profesor universitar
https://orcid.org/0000-0003-4794-1935
Larisa SALI, dr., conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0003-1172-3055
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În lucrare este realizată o analiză a metodelor de integrare şi a unor greşeli întâlnite la calcularea integralelor definite. Sunt propuse unele sugestii privind diversificarea contextelor de aplicare a integralei definite în rezolvarea de probleme matematice.
Cuvinte cheie: integrala definită, metode de integrare, aplicații ale integralei definite.

DIDACTIC ASPECTS REGARDING THE APPLICATION OF THE DEFINITE INTEGRAL IN PROBLEM SOLVING

Abstract. In this paper an analysis of the integration methods and some mistakes encountered in the calculation of the definite integrals is carried out. Some suggestions regarding the diversification of contexts in application of the definite integral in solving mathematical problems are proposed.
Keywords: definite integral, integration methods, applications of the definite integral.

Introducere

Studiul matematicii în liceu are ca scop să contribuie la formarea şi dezvoltarea capacităţii elevilor de a reflecta asupra lumii, de a formula şi rezolva probleme pe baza relaţionării cunoștințelor din diferite domenii [1].

Calculul diferențial și cel integral sunt printre invențiile cele mai mari ale matematicii, cu efecte profunde asupra dezvoltării științelor reale și ale naturii. Bazele calculului integral au fost puse de către Isaac Newton, în 1666, pornind de la probleme de natură cinematică. Pentru Newton, calculul integral însemna găsirea „fluenților" atunci când sunt cunoscute „fluxiunile" (derivatele), obiectivul principal fiind determinarea legii de mișcare a unui punct material atunci când este cunoscută permanent viteza sa. Gottfried Wilhelm Leibniz a exprimat relația inversă de integrare și diferențiere, numită mai târziu teorema fundamentală a calculului în lucrarea sa din 1693 Supplementum geometriae dimensoriae.

Standardele de eficiență a învățării sunt instrumente esențiale pentru evaluarea succeselor elevilor. Astfel, în legătură cu noțiunea de integrală este formulat standardul 14: Elevul recurge la concepte şi metode de analiză matematică în abordarea unor situaţii cotidiene, pentru rezolvarea unor probleme uzuale sau studiul unor fenomene din ştiinţă, tehnică, societate. Indicatorii de eficiență sunt: 14.3. Aplică în situaţii reale sau modelate noţiunile de primitivă, integrală nedefinită, integrală definită. 14.4. Investighează valoarea de adevăr a unei afirmaţii referitoare la relaţii, şiruri, funcţii, derivată, *diferenţială,

integrală definită, integrală nedefinită. 14.5. Interpretează un rezultat sau demers simplu utilizând concepte (relaţii, şiruri, funcţii) şi metode de analiză matematică studiate [3].

Autorii manualului [2] recomandă la studierea modulului *Integrale definite* atingerea a patru obiective de bază: identificarea integralei definite în diverse contexte; calcularea integralei definite; utilizarea interpretării geometrice a integralei definite în rezolvări de probleme; utilizarea proprietăţilor integralelor definite în diverse contexte. Se aplică integrala definită la calcularea ariei subgraficului unei funcţii, calcularea volumului unui corp de rotaţie, calcularea lungimii graficului unei funcţii (opțional), calcularea ariei unei suprafeţe de rotaţie (opțional) și calcularea coordonatelor centrului de greutate a unei plăci (opțional). Integrale definite se întâlnesc frecvent la examenul de Bacalaureat, fiind propuse exerciții de calculare a integralei definite sau probleme de geometrie care solicită aplicarea integralei definite.

Constatăm că obiectivul privind utilizarea proprietăţilor integralelor definite în diverse contexte nu poate fi atins, dacă avem la dispoziție doar conținuturile expuse în manual. Pe lângă aplicațiile menționate mai sus, în cursul liceal de matematică integrala definită poate fi aplicată în contexte ce țin de calculul unor limite de şiruri, demonstrarea unor inegalități, determinarea funcțiilor cu anumite proprietăți extremale, calcularea drumului parcurs de un punct la mișcarea neuniformă, calcularea lucrului efectuat de forța variabilă etc.

Asupra metodelor de calcul a integralelor definite

În manualul pentru clasa 12-a nominalizat deja sunt descrise trei metode de calcul a integralei definite:

1. integrarea directă (prin aplicarea formulei Leibniz-Newton);
2. integrarea prin schimbarea de variabilă (metoda substituției);
3. integrarea prin parţi.

Cele mai simple integrale definite se calculează aplicând formula Leibniz-Newton, care reduce calculul integralei definite la determinarea unei primitive şi efectuarea unor operaţii asupra acestei primitive [2]:

Teorema 1 (formula Leibniz-Newton). Fie $f\colon [a,b] \to \mathbb{R}$ o funcţie integrabilă, care admite primitive pe $[a,b]$ şi $F\colon [a,b] \to \mathbb{R}$ o primitivă oarecare a funcţiei f. Atunci

$$\int_a^b f(x)dx = F(x)\Big|_a^b = F(b) - F(a). \qquad (1)$$

Formula (1) se aplică la calcularea integralelor definite de la funcţii $f(x)$ continue pe $[a,b]$ doar în cazul, când egalitatea $F'(x) = f(x)$ se realizează pe întreg segmentul $[a,b]$. În particular, primitiva $F(x)$ trebuie să fie o funcţie continuă pe întreg segmentul $[a,b]$. Vom examina unele contexte care conduc la erori de calcul al integralelor definite din motivul că nu sunt examinate minuțios cerințele de aplicare a metodelor de integrare. Deseori aplicând formula (1) nu se ţine cont de faptul că se poate obţine o primitivă a

funcţiei $f(x)$ care este discontinuă în careva puncte din $[a,b]$. Folosirea unei primitive discontinue poate duce la rezultate greşite.

Exemplul 1. Aplicarea incorectă a primitivei la calcularea integralei definite:

$$I=\int\limits_{\pi/4}^{3\pi/4}\frac{dx}{1+2\sin^2 x}=\int\limits_{\pi/4}^{3\pi/4}\frac{dx}{\cos^2 x+3\sin^2 x}=\int\limits_{\pi/4}^{3\pi/4}\frac{1}{1+3\operatorname{tg}^2 x}\cdot\frac{dx}{\cos^2 x}=$$

$$=\int\limits_{\pi/4}^{3\pi/4}\frac{d(\operatorname{tg}x)}{1+3\operatorname{tg}^2 x}=\frac{1}{\sqrt{3}}\int\limits_{\pi/4}^{3\pi/4}\frac{d(\sqrt{3}\operatorname{tg}x)}{1+(\sqrt{3}\operatorname{tg}x)^2}=\frac{1}{\sqrt{3}}\operatorname{arctg}(\sqrt{3}\operatorname{tg}x)\Big|_{\pi/4}^{3\pi/4}=$$

$$=\frac{1}{\sqrt{3}}\left(\operatorname{arctg}\left(\sqrt{3}\operatorname{tg}\frac{3\pi}{4}\right)-\operatorname{arctg}\left(\sqrt{3}\operatorname{tg}\frac{\pi}{4}\right)\right)=\frac{1}{\sqrt{3}}\left(-\frac{\pi}{3}-\frac{\pi}{3}\right)=-\frac{2\pi}{3\sqrt{3}}.$$

Să observăm că funcţia de integrare este pozitivă $f(x)=\frac{1}{1+2\sin^2 x}>0,\forall x\in\left[\frac{\pi}{4},\frac{3\pi}{4}\right]$, iar $I=-\frac{2\pi}{3\sqrt{3}}<0$. S-a obţinut un rezultat greşit, fiindcă aplicarea formulei Leibniz-Newton cu o primitivă $F(x)=\frac{1}{\sqrt{3}}\operatorname{arctg}(\sqrt{3}\operatorname{tg}x)$ discontinuă în punctul $x=\frac{\pi}{2}\in\left[\frac{\pi}{4},\frac{3\pi}{4}\right]$ nu este legitimă. Rezultatul corect putea fi obţinut astfel:

$$I=\int\limits_{\pi/4}^{3\pi/4}\frac{dx}{1+2\sin^2 x}=\int\limits_{\pi/4}^{3\pi/4}\frac{1}{\operatorname{ctg}^2 x+3}\cdot\frac{dx}{\sin^2 x}=-\int\limits_{\pi/4}^{3\pi/4}\frac{d(\operatorname{ctg}x)}{\operatorname{ctg}^2 x+\left(\sqrt{3}\right)^2}=$$

$$=-\frac{1}{\sqrt{3}}\operatorname{arctg}\left(\frac{\operatorname{ctg}x}{\sqrt{3}}\right)\Big|_{\pi/4}^{3\pi/4}=-\frac{1}{\sqrt{3}}\left(-\frac{\pi}{6}-\frac{\pi}{6}\right)=\frac{\pi}{3\sqrt{3}}.$$

În acest caz, primitiva $F(x)=-\frac{1}{\sqrt{3}}\operatorname{arctg}\left(\frac{\operatorname{ctg}x}{\sqrt{3}}\right)$ este continuă pe întreg segmentul $\left[\frac{\pi}{4},\frac{3\pi}{4}\right]$ şi formula Leibniz-Newton poate fi aplicată.

Integrale definite, mai complexe pot fi calculate prin metoda schimbării de variabilă. Această metodă este urmată de transformarea unor integrale complicate în integrale simple care pot fi calculate aplicând formula Leibniz-Newton. De obicei, schimbarea de variabilă se efectuează în baza următoarei teoreme [2]:

Teorema 2. Fie $f:[a,b]\to\mathbb{R}$ şi $\varphi:[\alpha,\beta]\to[a,b]$ funcţii cu proprietăţile:

a) funcţia $f(x)$ este continuă pe $[a,b]$;

b) funcţia $x=\varphi(t)$ este derivabilă şi are derivata φ' continuă şi diferită de zero pe $[\alpha,\beta]$;

c) $\varphi(\alpha)=a,\varphi(\beta)=b$. Atunci este adevărată *formula schimbării de variabilă*

$$\int\limits_a^b f(x)\,dx=\int\limits_\alpha^\beta f(\varphi(t))\,\varphi'(t)dt. \qquad (2)$$

Exemplul 2. Aplicarea incorectă a metodei substituţiei la calcularea integralei definite:

$$I=\int\limits_{\pi/2}^{3\pi/2}\frac{dx}{2-\cos x}=\begin{bmatrix}\operatorname{tg}\frac{x}{2}=t;\ \cos x=\frac{1-t^2}{1+t^2}\\ x=2\operatorname{arctg}t;\ dx=\frac{2dt}{1+t^2}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}x=\frac{\pi}{2},t=\alpha;\ x=\frac{3\pi}{2},t=\beta;\\ \alpha=\operatorname{tg}\frac{\pi}{4}=1;\ \beta=\operatorname{tg}\frac{3\pi}{4}=-1\end{bmatrix}=$$

$$= \int_1^{-1} \frac{2dt}{(1+t^2)\left(2-\frac{1-t^2}{1+t^2}\right)} = \int_1^{-1} \frac{2dt}{1+3t^2} = \frac{2}{\sqrt{3}} \int_1^{-1} \frac{d(\sqrt{3}t)}{1+(\sqrt{3}t)^2} =$$

$$= \frac{2}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg}(\sqrt{3}t)\Big|_1^{-1} = \frac{2}{\sqrt{3}}\left(\operatorname{arctg}(-\sqrt{3}) - \operatorname{arctg}(\sqrt{3})\right) = \frac{2}{\sqrt{3}}\left(-\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{3}\right) = -\frac{4\pi}{\sqrt{3}}.$$

Am obţinut $I < 0$ şi acest rezultat e greşit, fiindcă funcţia de integrare este pozitivă $f(x) = \frac{1}{2-\cos x} > 0, \forall x \in \left[\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}\right]$. Substituţia $t = \operatorname{tg}\frac{x}{2}, x \in \left[\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}\right]$ nu este admisibilă. Funcţia $t = \operatorname{tg}\frac{x}{2}$ este discontinuă în punctul $x = \pi$, nu respectă condiţiei b) din Teorema 2.

Rezultatul corect poate fi obţinut prin substituţia $t = \operatorname{ctg}\frac{x}{2}, x \in \left[\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}\right]$:

$$I = \int_{\pi/2}^{3\pi/2} \frac{dx}{2-\cos x} = -2\int_1^{-1} \frac{dt}{t^2+3} = -\frac{2}{\sqrt{3}} \operatorname{arctg}\left(\frac{t}{\sqrt{3}}\right)\Big|_1^{-1} = -\frac{2}{\sqrt{3}}\left(-\frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{6}\right) = \frac{2\pi}{3\sqrt{3}}.$$

La aplicarea formulei (2) trebuie să ţinem cont și de *monotonia* funcţiei $x = \varphi(t)$. Dacă ea nu este monotonă, atunci sistemul de ecuaţii $\varphi(\alpha) = a, \varphi(\beta) = b$ poate avea mai multe soluții distincte. În acest caz trebuie luată una dintre soluţiile sistemului, care determină intervalul $[\alpha, \beta]$ şi pe care funcţia $x = \varphi(t)$ este monotonă [4].

Exemplul 3. Să se calculeze integrala

$$\int_{1/2}^{\sqrt{3}/2} \frac{dx}{x\sqrt{1-x^2}} = \begin{bmatrix} x = \sin t, \\ dx = \cos t\, dt \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x = 1/2, t = \alpha;\ x = \sqrt{3}/2, t = \beta; \\ \frac{1}{2} = \sin\alpha\,;\ \frac{\sqrt{3}}{2} = \sin\beta \end{bmatrix}.$$

Limitele noi de integrare α şi β se determină din sistemul de ecuaţii:

$$\sin\alpha = \frac{1}{2}, \sin\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Mulţimea soluţiilor sistemului constă din mulţimea perechilor (α, β), unde

$$\alpha = (-1)^k \frac{\pi}{6} + \pi k, \beta = (-1)^m \frac{\pi}{3} + \pi m, k, m \in \mathbb{Z}.$$

Să luăm, de exemplu, perechea $(\alpha, \beta) = (\pi/6, \pi/3)$, atunci în intervalul $(\pi/6, \pi/3)$ funcţia $x = \sin t$ este strict monotonă. Astfel $\alpha = \pi/6$ şi $\beta = \pi/3$ pot fi luate ca noi limite de integrare. În intervalul $[\pi/6, \pi/3]$ avem $\cos t > 0$, prin urmare $\sqrt{1-\sin^2 t} = \cos t$.

$$\int_{1/2}^{\sqrt{3}/2} \frac{dx}{x\sqrt{1-x^2}} = \int_{\pi/6}^{\pi/3} \frac{\cos t\, dt}{\sin t \cos t} = \int_{\pi/6}^{\pi/3} \frac{dt}{\sin t} = \frac{1}{2} \ln\left|\frac{\cos t - 1}{\cos t + 1}\right|\Big|_{\pi/6}^{\pi/3} = \ln\frac{2+\sqrt{3}}{3}.$$

În acelaşi timp, perechea $(\pi/6, 2\pi/3)$ nu poate fi luată ca noi limite de integrare. În intervalul $(\pi/6, 2\pi/3)$ funcţia $x = \sin t$ nu este monotonă. Se poate lua şi altă pereche, spre exemplu, perechea (α, β), unde $\alpha = 5\pi/6$ şi $\beta = 2\pi/3$. În intervalul $(5\pi/6, 2\pi/3)$ funcţia $x = \sin t$ este crescătoare, $\cos t < 0$ şi $\sqrt{1-\cos^2 t} = -\cos t$. Atunci

$$\int_{1/2}^{\sqrt{3}/2} \frac{dx}{x\sqrt{1-x^2}} = -\int_{5\pi/6}^{2\pi/3} \frac{\cos t\, dt}{\sin t \cos t} = -\int_{5\pi/6}^{2\pi/3} \frac{dt}{\sin t} = \frac{1}{2} \ln\left|\frac{\cos t + 1}{\cos t - 1}\right|\Big|_{5\pi/6}^{2\pi/3} = \ln\frac{2+\sqrt{3}}{3}.$$

Integrale definite, mai complexe, pot fi calculate şi prin metoda integrării prin părţi.

Teorema 3. Fie $u\colon [a,b] \to \mathbb{R}$ şi $v\colon [a,b] \to \mathbb{R}$ funcţii derivabile pe $[a,b]$ cu derivatele $u'\colon [a,b] \to \mathbb{R}$ şi $v'\colon [a,b] \to \mathbb{R}$ continue pe $[a,b]$. Atunci este adevărată formula

$$\int_a^b u(x)v'(x)dx = u(x)v(x)\Big|_a^b - \int_a^b v(x)u'(x)dx, \qquad (3)$$

numită *formula de integrare prin părţi*.

Rolul metodei integrării prin părţi este de a reduce integrala complicată $\int_a^b u(x)v'(x)dx$, prin intermediul formulei (3), la integrala $\int_a^b v(x)u'(x)dx$, care se presupune a fi mai ușor de calculat. Formula (3) se aplică la calcularea integralelor de forma $\int_a^b f(x)g(x)dx$, unde $f(x)$ este o funcţie algebrică, iar $g(x)$ este o funcţie transcendentă. Vom alege ca funcţie scrisă sub forma unei derivate întotdeauna acea funcţie care în urma aplicării formulei integrării prin părţi va simplifica calculul integralei.

Concluzii

Dificultăţile majore întâlnite la calcularea integralelor definite sunt:

1. Rezolvitorii nu verifică cu atenţie condiţiile de aplicabilitate a metodelor de integrare.
2. Adesea elevii aplică unele tipuri de substituţii identificate în manuale si culegeri de probleme, fără a ține cont de cerințele metodei.
3. Elevii evită studiul aprofundat al teoriei şi de aici rezultă multe greşeli la calcularea integralelor și la aplicarea formulelor.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare.

Bibliografie

1. https://mecc.gov.md/sites/default/files/ghidmatematicaliceu.pdf
2. ACHIRI, I.; CIOBANU, V.; EFROS, M. *Matematică: Manual pentru clasa a XII-a*. Chişinău: Prut Internaţional, 2017. 264 p.
3. *Standarde de eficienţă a învăţării*. Chișinău: Lyceum, 2012. 232 p.
4. ВАВИЛОВ, В.В. и др. *Задачи по математике. Начала анализа*. Москва: Наука, 1990. 607 с.
5. МАРОН, И.А. *Дифференциальное и интегральное исчисление в примерах и задачах*, Москва: Наука, 1970. 400 с.

CZU: 37.026:51:004

TELEFONUL MOBIL - OBSTACOL SAU ASOCIAT FIDEL ELEVULUI LA LECȚIA DE MATEMATICĂ

Rodica DRUȚA, drd. Universitatea de Stat din Tiraspol/
Universitatea Pedagogică de Stat „ Ion Creangă”
https://orcid.org/0000-0002-8946-5749

Rezumat. Este greu de imaginat viața noastră, dacă la un moment dat ar dispărea toate tehnologiile, ce ne oferă multiple beneficii. Este greu de conceput cum am putea trăi fără Internet și telefoane mobile. În acest articol se abordează cea mai actuală problemă în școli, dezbătută de profesori și părinți. Problema utilizării telefoanelor mobile de elevi la școală înaintează cerința de a găsi soluții constructive de a transforma telefonul mobil într-un instrument eficient de învățare la ore.
Cuvinte cheie: tehnologii digitale, telefon mobil, beneficii, integrare eficientă.

THE MOBILE PHONE - AN OBSTACLE OR FAITHFUL ASSOCIATE OF THE STUDENT IN THE MATH LESSON

Summary. It is hard to imagine our life, if at some point all the technologies, which offer us multiple benefits, would disappear. It is hard to imagine how we could live without the Internet and mobile phones. This article addresses the most current issue in students at school, debated by teachers and parents. The problem of the use of mobile phones by students at school brings forward the requirement to find constructive solutions to turn the mobile phone into an effective learning tool in class.
Keywords: digital technologies, mobile phone, benefits, effective integration

Dezvoltarea în tempo rapid a tehnologiei contemporane oferă, societății de azi, enorme beneficii în toate domeniile vieții. Acestea influențează pozitiv relațiile persoanelor, învățarea și dezvoltarea lor. La polul opus, însă, utilizarea incorectă și în exces a dispozitivelor electronice pot provoca daune sănătății sau alte probleme grave.

Utilizarea telefonului mobil la școală este o temă actuală de dezbateri între profesori, părinți și elevi. Profesorii susțin că telefoanele mobile reprezintă o sursă de distragere a atenției elevilor de la ore, sunt o provocare de a absenta, în timp ce *călătoresc virtual* pe rețelele de socializare. În viziunea unor profesori și părinți telefoanele mobile sunt descrise ca adevărate „urgii”, care s-au năpustit asupra copiilor noștri. Contrar acestei însușiri negative, telefonul câștigă aprecierea altei categorii de profesori și părinți, care confirmă nenumărate beneficii ale telefonului: posibilitatea legăturii directe elev-părinte-profesor, culegerea și selectarea informațiilor relevante din Internet, secvențe multimedia, activități interactive, curiozități în timpul lecției, victorine interesante, excursii virtuale, aplicații etc.

Dar cât de corecți suntem noi profesorii, cei care am crescut și am fost educați fără telefoane, interzicând utilizarea telefonului la școală celor, care de mici li s-au pus în mânuțe telefoane pentru a sta cuminței, cât părinții erau preocupați de problemele cotidianului? Cum să-i motivăm pe elevi, ca să obținem eficiență maximă în procesul de predare-învățare-evaluare, atunci când ei nu prea sunt atrași de patima învățării? Cum să construim dintr-o

școală tradițională o școală a confortului, a stării de bine și a plăcerii de a învăța, unde copiii vin cu drag pentru a descoperi multe lucruri interesante, utile, necesare, unde ei sunt înțeleși și ajutați să selecteze informații relevante, valoroase, unde sunt dirijați și ajutați să se mențină în siguranță maximă online.

Cercetările arată că copiii posedă abilități de utilizare a web-ului mult mai dezvoltate în comparație cu adulții, în schimb ei nu posedă o conștientizare critică a acestuia, nu au capacitatea de a analiza și delimita informațiile necesare, utile, de cele cu impact negativ, dar care le prezintă interesul și curiozitatea. Navigarea banală pe Internet poate avea consecințe nedorite în învățare, dar și personale. De asemenea, copilul nepregătit și dezinformat riscă să fie mai vulnerabil la pericolele ce pot apărea din lumea virtuală, mai grave ca în viața reală [1].

Un alt efect negativ în dezvoltarea copiilor este „supraabundența comunicativă" creată de capacitatea strategică de a accesa diverse rețele și opțiuni a acestora, creându-se situații „de rătăcire prin lumea virtuală", unde limitele de timp sunt neglijate [2].

Un instrument inventat are o destinație anumită, dar utilizarea acestuia necesită respectarea a niște reguli de securitate și comportament, a unui dozaj de timp. Neglijarea acestor reguli va oferi, drept răsplată, multe obstacole în activitățile și probleme de sănătate. Atât timp, cât utilizarea instrumentului corespunde unor cerințe și destinației corecte, vor fi generate numai beneficii. Valoarea de adevăr acestei afirmații poate fi asociată cu cea a fenomenului „efectul medicamentului".

Un medicament inventat pentru a trata o maladie are efect benefic dacă este primit de pacient după o anumită instrucțiune și dacă se face abuz de el, deja devine toxic.

Există o „rețetă" care trebuie urmată de noi toți și la utilizarea telefoanelor mobile: la serviciu, la școală și chiar la lecțiile de matematică. Este timpul să acceptăm schimbarea și să ne deplasăm în secolul XXI, este timpul să folosim din plin toate resursele și dispozitivele care le avem, pentru a ne integra mai ușor în societatea de azi. Acest traseu se va începe cu educarea elevilor, privitor la utilizarea rațională, corectă a telefoanelor mobile la școală. Trăind în timpul smart-phone-urilor, interzicerea lor în unele contexte, ar agrava problemele apărute. Mult mai util ar fi o educare orientată spre explicarea pericolelor dependenței create de telefon, utilizării raționale a timpului de folosire a telefoanelor. O importanță enormă îi revine educației prin trierea surselor de informare și selectarea informației utile, or Internetul poate oferi și surse ireale sau incorecte. Nu mai puțină atenție ar trebui acordate educației prin conștientizarea respectării regulilor de siguranță online.

În ultimele două decenii crește semnificativ numărul utilizatorilor de telefoane mobile. În 2021, la nivel global, se constată că 5,3 miliarde de persoane utilizează telefoane mobile, ceea ce prezintă 67,1% din populație [3].

Conform datelor prezentate de raportul PISA 2018, 60% din instituțiile de învățământ din republica Moldova nu dispun de dispozitive digitale suficiente [4].

Utilizarea eficientă, dirijată a telefoanelor mobile la orele de matematica ar fi o soluție ideală, în contextul în care instituțiile nu sunt asigurate din plin cu tehnologie digitală, în era digitală, sau tehnologia existentă nu corespunde cerințelor de utilizare. Telefonul mobil poate fi privit ca un mic calculator de buzunar, de care dispune personal orice elev. El poate fi folosit ca instrument de învățare și motivare în activitățile orelor de matematică. Pentru a avea o imagine mai clară despre posibilitățile elevilor de a utiliza telefoanele mobile la ore în cercetarea prezentă, am aplicat chestionarul „Evaluarea opiniilor elevilor din liceu în raport cu utilizarea TIC la orele de matematică". La întrebarea „ Dispuneți de un dispozitiv personal care vă oferă conexiune la Internet?" au dat un răspuns afirmativ 97,4%, iar 92,2 % din elevi au specificat că au un telefon mobil conectat la Internet (Fig. 1).

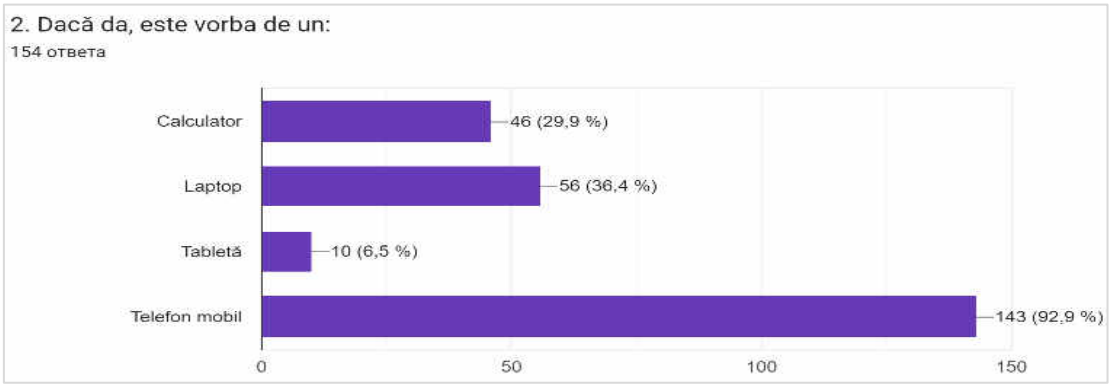


Figura 1. Dispozitive personale cu conexiune la Internet

40,3% din respondenți susțin că utilizează cel mai des la orele de matematică telefoanele mobile (Fig. 2).

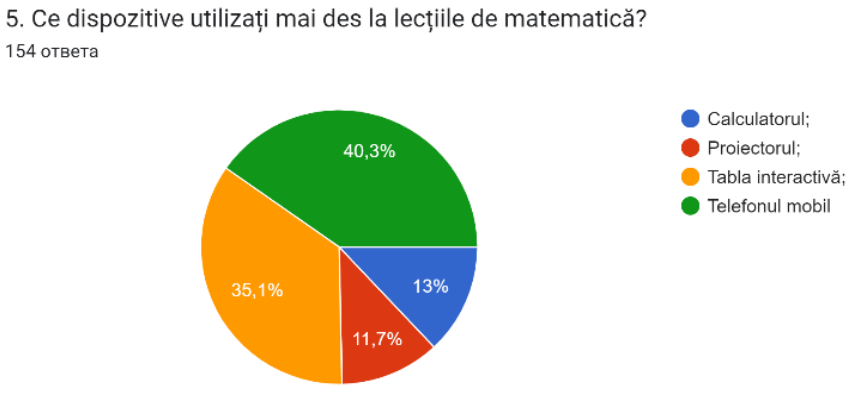


Figura 2. Dispozitive utilizate la orele de matematică

Din răspunsurile analizate putem conchide că telefoanele mobile pot deveni instrumente comode de învățare-predare, utilizate la orele de matematică, dar și instrumente de dezvoltare a competențelor digitale a elevilor. Măiestria pedagogică dar și creativitatea profesorului pot modifica funcțiile telefonului mobil, oferindu-i o valoare educativă, transformându-l în

instrument didactic. Astfel, telefoanele mobile pot fi integrate în procesul predare-învățare-evaluare a matematicii. Telefoanele mobile facilitează înțelegerea, învățarea conținuturilor, exersarea exercițiilor etc, amplificând gradul motivării elevilor pentru această disciplină. Ele se pot utiliza cu ușurință la orice etapă a lecției de matematică, în scopuri de cercetări, oferă informații interesante, sunt de folos la realizarea proiectelor și investigațiilor, la concursuri cu răspunsuri în activități interactive, la exersarea exercițiilor prin jocuri. În cadrul orelor de matematică aceste instrumente oferă un ajutor rapid elevilor: la efectuarea unor calcule, verificarea rezolvărilor de probleme, construcția graficelor funcțiilor, manuale în format electronic, acces la o multitudine de formule matematice etc. Elevii au posibilitatea să filmeze și să facă poze la activități din clasă și pe teren, la diverse aplicații practice, care ulterior pot fi analizate, prelucrate independent.

Lecțiile de matematică vor deveni mai interesante și atractive, dacă predarea ar începe cu situație din cotidian, care vizează conținutul predat sau o situație de problemă cu aspect integrativ, selectate cu mare grijă de profesor de pe YouTube, după care sunt transmise prin link pe adresa grupului clasei. Astfel elevii pot urmări personal videoul în timpul dozat de profesor. Profesorul poate crea singur filmulețe sau alt conținut interesant prin intermediul

instrumentelor online sau poate selecta material deja existent, de exemplu de pe YouToube. Școala Discovery-Matematica oferă o multitudine de conținuturi create, ce abordează diverse tematici integrative, ajutând elevii să înțeleagă matematica și s-o îndrăgească.

În cadrul lecției de matematica, printr-un un link distribuit elevilor, se pot trimite chestionare, create de profesor, în scopul examinării cunoștințelor anterioare legate de fenomenul ce trebuie predat, explicat (https://docs.google.com/).

Socrative este o aplicație gratuită, care poate fi utilizată cu ușurință de către cadrele didactice la orele de matematică în liceu. Este un instrument care poate oferi feedback imediat profesor-elev, în timp real de pe diferite dispozitive cu acces la Internet, inclusiv și de pe telefoane mobile. Profesorul transmite testele create prin linkul distribuit elevilor, astfel profesorul poate să-și facă un rezumat al cunoștințelor elevilor în cadrul unei evaluări formative sau să-și construiască o imagine despre cum elevii au înțeles tema nouă.

De asemenea, profesorul poate formula întrebări interesante sub formă de victorine, cu ajutorul Quiz-urilor, cu scopul de focaliza atenția elevilor asupra unor aspecte importante la subiectul lecției.

Un instrument de lucru foarte efectiv, care implică elevii cu plăcere în activități este **Padlet**. Această tablă virtuală permite conexiunea elevilor de pe telefoane și permite activitatea profesor-elev, elev-elev în timp real, la orele de matematică. Acest instrument de lucru este salutat de elevi, fiind antrenați chiar ei în activitate. Accesând linkul trimis de profesor, elevii pot să transmită sincron conținutul său creat, fotografii, video, întrebări ce apar, scheme. Elevii pot adăuga comentarii, care nu pot fi șterse de altă persoană. Padlet se poate utiliza la diferite etape a lecției de matematică.

- Profesorul propune o situație de problemă, ulterior elevii propun soluțiile, iar la finele lecției completează răspunsurile.
- Profesorul verifică cum au înțeles tema predată, iar răspunsurile sincrone redă o imagine corectă despre ce și cât au însușit elevii.

Se recomandă la activitățile de tip ”brainstorming”, competițiilor, proiectelor , turul Galeriei. Un exemplu util de utilizare a telefonului la ore de matematică este aplicarea Tehnicii 3-2-1 prin intermediul tablei virtuale Padlet, la secvența lecției-bilanțul lecției. Concluzii. Această tehnică constă: elevii transmit mesajul său prin intermediul telefonului pe Padlet, ce este afișat de proiector. Mesajul conține 3 termeni de noutate din tema studiată, 2 concepte despre care ar dori să cunoască mai profund, 1 abilitate, capacitate dobândită de la ora desfășurată. Valoarea acestor instrumente constă în obținerea feedback-ului imediat, ce apreciază eficiența lecției.

Wordwall este un instrument de creare și distribuire a conținuturilor interactive la matematică și este util pentru orele de matematică atât la ciclul primar, gimnazial dar și liceu. Profesorii de matematică creează diverse activități interactive sub formă de jocuri, care pot fi păstrate și distribuite prin link elevilor chiar în timpul orei sau exersare la tema de acasă. Profesorul poate să vadă răspunsurile elevilor, de câte ori s-a jucat fiecare elev, timpul, clasamentul [6].

Canva este o aplicație foarte utilă, care vine în ajutor profesorului de matematică și elevilor să creeze conținuturi interactive, colaje, videouri, prezentări, postere, grafice etc. Canva oferă diverse modele după care poți să creezi un conținut sau să-l creezi după imaginație de la zero. Este un ajutor excelent pentru înregistrarea și demonstrarea produselor elevilor în activități practice, proiecte, prezentări și crearea posterelor, infograficelor, logourilor etc.

Utilizarea corectă a telefoanelor mobile la orele de matematică vor oferi elevilor noi oportunități spre studiere motivantă, interactivă, bazată pe interese, dezvoltarea gândirii critice, dezvoltarea capacităților creative, realizării conexiunilor intradisciplinare și interdisciplinare, organizării de recapitulări și exersări, pregătirii către examenele de susținere la matematică.

Concluzii

Ritmul rapid de dezvoltare a tehnologiilor ne obligă să le cunoaștem și sa ne dezvoltăm abilitățile de a le mânui cu dibăcie. Școala are nobila misiune de a educa și instrui tânăra generație, fiind în căutarea soluțiilor constructive de a ai ajuta pe elevi să se integreze activ în societate. Interzicerea telefoanelor mobile la școală nu ar rezolva problemele generate de utilizarea incorectă, irațională. Însă o educare corectă, orientată spre dezvoltarea culturii utilizării telefoanelor, ar fi mult mai utilă. Profesorul are nobila datorie să învețe și educe copilul, să-i ofere posibilități de a descoperi lucruri utile, să-i ajute să ocolească obstacolele și să rezolve problemele apărute. Utilizarea rațională a telefoanelor în activitățile proiectate

de profesor va stimula motivarea elevilor pentru învățare, va trezi interesul pentru descoperire și cercetare, transformând școala într-un spațiu plăcut de explorare și formare, unde sunt așteptați cu drag și ghidați spre selectarea informațiilor importante, utile, valoroase și unde se vor simți în siguranță maximă în viața reală și virtuală.

Bibliografie

1. 1.https://itwikipediaorg.translate.goog/wiki/Nativo_digitale?_x_tr_sl=it&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=scElevii de azi sunt născuți în era tehnologiei, de la o vârstă mică au abilități de.
2. MARCO, G. *A Media Diet. Comunicare și calitatea vieții*. Bologna: il Mulino, 2014.
3. https://www.romedic.ro/efectele-nocive-ale-telefoanelor-mobile-conform-studiilor-0P41168
4. Rezultatele înregistrate de Republica Moldova în Programul internațional de evaluare a elevilor PISA 2018. [on-line]. [citat 30 august 2022]. Disponibil pe Internet: https://mecc.gov.md/ro/content/rezultatele-inregistrate-de-republica-moldova-programul-international-de-evaluare-elevilor
5. ACHIRI, I.; CEAPĂ, V., LAȘCU, A. *Ghid de implementare a Curriculumului Matematică pentru clasele a X-a – a XII-a*. Chișinău: Lyceum, 2019.
6. Curs: *TIC în învățarea centrată pe student*. [on-line].[citat 22 august 2022]. Disponibil: https://sites-google-com.translate.goog/site/scportofolio/ghid-moodle/i-notiuni-generale-tic-si-e-learning/lectia-i-1-notiuni-generale-learning?_x_tr_sl=ro&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=op,sc
7. NEICU, C. *Inovație și performanță în dezvoltarea profesională a cadrelor didactice din mediul urban. TIC în educație*. Modulul 5. București, 2011. [on-line]. [citat 20 august 2022]. Disponibil: http://mentoraturban.pmu.ro/sites/default/files/Resurse Educationale/Modul%205%20TIC%20in%20educatie.pdf
8. Biblioteca Resurse Educaționale Gratuite. [on-line]. [citat 01 iunie 2022]. Disponibil: https://www.edumagic.eu/blog/post/resurse-educationale-gratuite
9. GREMALSCHI, A. *Ghid metodic pentru implementarea metodelor de instruire asistată de calculator.* Chișinău, 2021. [on-line]. [citat 01 iunie 2022]. Disponibil: file:///C:/Users/Rodica/Desktop/Ghidul%20UNDP%20Macheta_Rom.pdf
10. Educația Digitală (DigitalEdu). [on-line]. [citat 01 iunie 2022]. Disponibil: https://digitaledu.ro/

CZU: 37.026:51(091)

METODE DIDACTICE DE SOLUȚIONARE A PROBLEMELOR PRACTICATE DE PROFESORII DE MATEMATICĂ ÎN MOLDOVA ANILOR 1800-1900

Gabriela GHERMAN, Inspector școlar la matematică
https://orcid.org/0000-0001-8598-3576
IȘJ Vrancea, România

Rezumat. În matematica care se practica în Moldova medievală, se practicau aceleași procedee de rezolvare a problemelor ca în restul Europei, unele pur și simplu aveau o culoare națională specifică.
Cuvinte cheie: Probleme de matematică, metode de rezolvare, metode didactice, regula de trei, regula de companie sau de companie, regula de amestecare.

DIDACTIC METHODS OF SOLVING PROBLEMS PRACTICED BY MATHEMATICS TEACHERS IN MOLDOVA IN THE YEARS 1800-1900

Abstract. In the mathematics that was practiced in medieval Moldova, the same problem-solving procedures were practiced as in the rest of Europe, some simply had a specific national color.
Keywords: Mathematical problems, solving methods, didactic methods, the rule of three, the companionship or company rule, the mixing rule.

În mod similar ca și în toate școlile din Europa, în școlile din țările române se practicau, în linii generale aceleași procedee didactice de soluționare a problemelor, care s-au statornicit încetul cu încetul cu împrumuturi de la civilizațiile anterioare. În special a fost influența școlii arabe, datorită căreia au apărut primele universități în Europa și, odată cu ele o anumită ordine de a studia matematica.

Printre cele mai frecvente procedee pot fi enumerate: metoda reducerii la unitate, metoda balanței, metoda falsei presupuneri, metoda comparației, metoda reducerii la soluționarea unei anumite ecuații de gradul 1-IV, ecuații nedeterminate etc., metoda mersului retrograd

Ne vom mărgini astăzi la metoda Regulii de Trei.

În operele matematicienilor din Lumea Antică, a celor din Evul Mediu cât şi a celor de i-au urmat mai pe urmă, pot fi întâlnite adeseori diverse procedee de soluționare a problemelor matematice de unul sau alt tip particular. Unele dintre aceste procedee s-au transformat cu timpul în metode tradiționale didactice, ce au înfruntat veacurile şi au devenit adevărate capodopere matematice, altele s-au transformat sau perfectat în dependență de circumstanțele timpului sau de ajunsurile științei la momentul dat, dând naștere la alte procedee sau metode didactice, care cu timpul au fost recunoscute drept perle de înțelepciune matematică. Se vorbește în literatura istorică didactică matematică de circa 26 de astfel de reguli, în genere adaptate pentru problemele aritmetice de anumite tipuri, însă în manualele vechi de matematică care au ajuns până în zilele noastre se pot atesta cu mult mai multe. Unele din aceste reguli sau metode didactice pot fi grupate sub logotipul *Regula de Trei.* Din ele fac parte regulile ce se referă la relațiile proporţionale dintre mărimile date în enunțul problemei.

Prin urmare trebuie cunoscute toate relațiile posibile dintre mărimile proporţionale. Studiul relațiilor dintre proporţii a fost cel mai minuțios cercetat şi mai detaliat elaborat dintre toate studiile matematice din antichitate.

Regula de Trei, numită *Profeta artei calculului* sau *Regula de Aur* era cunoscută încă din timpurile vechi. Problemele, rezolvate prin, *Regula de Trei*, constituiau cea mai mare parte din problemele aritmetice practice la toate popoarele civilizaților lumii. Procedeul constă în următoarele: mărimile, ce se află într-o dependență proporțională directă sau inversă una față de alta, omul le tot depista la tot pasul în practica sa cotidiană şi el în conformitate cu raționamentul cugetului omenesc rezolva problemele legate de relațiile cu astfel de mărimi.

Procedeul soluționării problemelor la *Regula de Trei* prin reducerea la unitate era cunoscut în India Antică. În afara hotarelor Indiei primele urme ale utilizării acestui procedeu este atestat în matematica chineză sau arabă, de unde *Regula* a trecut in Europa. Însăși denumirea *Regula de Trei* are origine hindusă numit în sanscrită procedeul sau regula *Trai Raşika* ceea ce înseamnă *Trei-regulă*, care subînțelege trei termeni, care de obicei au denumirile de: *mărimea dată (a), rezultatul (b), mărimea căutată(c*). Uneori ele simplu sunt numite primul termen, al doilea, al treilea, iar alteori – primul, de mijloc, ultimul.

Regula celor Trei mărimi este una dintre cele mai importante în aritmetica hindusă. La utilizarea ei se reduceau multe probleme practice legate de viața cotidiană a popoarelor civilizației hinduse. Pentru prima dată regula apare la Ariabhata (circa 475 e.n.), iar mai apoi în toate operele matematice hinduse. Regula era aplicată la calcularea procentelor, a operaţiilor comerciale şi de măsurare.

Către secolul al XII-lea matematicienii hinduși, Şridhara şi Bhaşcara practică deja şi *Regula de Trei Compusă*. Se determina regula după datele din enunțul problemei în conformitate cu care rezolvarea se reducea la înmulțiri şi împărțiri mecanice. Se menționează în operele matematice că primul şi ultimul termen trebuie să fie omogeni, adică să posede una şi aceeași denumire. Tipuri de asemenea probleme, ce se referă la *Regula de Trei*, fără îndoială erau atestate şi la alte civilizații: China, Grecia, Egipt, Bizanţ, Fenicia, Elam, însă doar în India această regulă a fost evidențiată în rang deosebit, devenind o ***metodă didactică*** generală de soluționare a problemelor, alteori extinse la metode cu referire la cazurile de cinci, șapte, nouă etc. mărimi. Ariabhata I (sec. V) recomandă: în *Regula de Trei Mărimi* de înmulțit rezultatele la mărimea căutată şi de împărțit la cea dată. Se obține un rezultat, care corespunde celui căutat. Exemplele corespunzătoare nu sunt atestate la marele matematician hindus, însă ele sunt atestate la urmașii lui, spre exemplu la Şridhara sunt atestate următoarele probleme:
Problema 1: *Dacă $1\frac{1}{3}$ pala de piper negru costă $1\frac{1}{4}$ pana, atunci spune fără a chibzui mult ce cantitate de piper negru poți cumpăra de 10 fără $\frac{1}{3}$ pana*.
Rezolvarea antică: Problema dată matematicianul antic o rezolvă în felul următor:

"*Aranjăm:* $1\ \ 1\ \ 10$ / $1\ \ 1\ \ 1$ / $4\ \ 3\ \ 3$. *Transformând în fracţii supraunitare, înmulţim cel căutat la rezultat şi împărţim la cel dat, căpătăm 10 şi rest* $^{14}/_{45}$ "

În simbolica actuală scrierea ar fi următoarea: dacă $1\frac{1}{3}$ pala costă $1\frac{1}{4}$ pana, atunci câte pala se pot cumpăra de $10-\frac{1}{3}=9\frac{2}{3}$ pana. Schematic avem:

$1\frac{1}{3}$ pala	1 pana
$1\frac{1}{4}x$ pala	$9\frac{2}{3}$ pana

de unde avem: $x=\frac{1\frac{1}{3}\cdot 9\frac{2}{3}}{1\frac{1}{4}}=\frac{\frac{4}{3}\cdot\frac{29}{3}}{\frac{5}{4}}=\frac{4\cdot 29\cdot 4}{5\cdot 3\cdot 3}=\frac{464}{45}=10\frac{14}{45}$ (pala).

Cu ajutorul Regulii de Trei se pot rezolva cele mai variate probleme.

Indicăm unele probleme luate din lucrarea matematică hindusă „*Pataganita'*.

Problema 2: *O persoană a parcurs distanţa de 1/8 iodjana în 1/3 zi. Spune în cât timp el va parcurge o distanţă egală cu 100 iodjana*? R-s: În 166 2/3 zile.

Problema 3: *O insectă traversează distanţa de 1/6 angula timp de ¼ zile. În cât timp ea va traversa 10 ½ iodjană*? Notă: 1 iodjană = 768000 angula. R-s: În 12096000 zile.

Problema 4: *Elefantul parcurge timp de 6, înmulţit la* $^{1}/_{5}$*, înmulţit la* $^{1}/_{9}$*, înmulţit la* $^{1}/_{3}$*, înmulţit la 1¼ zile, distanţa de* $^{1}/_{2}$*, înmulţită la* $1^{1}/_{4}$*, înmulţită la 1 fără* $^{1}/_{3}$*, înmulţită la 1½ iodjana, şi se întoarce înapoi, parcurgând timp de 1½ zile distanţa de 2 înmulţită la 1 fără* $^{1}/_{3}$ *iodjana. O prietene în cât timp el va parcurge distanţa de 100 iodjana?* R-s: În 10 zile.

Problemele analoage sunt atestate în cel mai vechi manuscris matematic hindus Bhaşcali. Astfel una din problemele din manuscrisul Bhaşcali are următorul enunţ: *„Barca se deplasează înainte cu viteza* $^{1}/_{2}*^{1}/_{3}+(^{1}/_{4}+^{1}/_{3})$ *iodjana timp de* $^{1}/_{2}*^{1}/_{3}$ *zile, însă ea este mânată de vânt înapoi cu* $^{1}/_{2}+^{1}/_{5}$ *iodjana în* $^{1}/_{7}*3$ *zile. În cât timp ea va parcurge 108 iodjana?"*

Reciproca Regulei de Trei. Termenul sanscrit pentru *Regula Reciproca a Regulii de Trei - Viasta Trai Raşica* (regula reciproca pentru trei mărimi). Reciproca Regulii de Trei se aplică la soluționarea majorităților problemelor, în care cel dat este invers proporțional celui căutat, adică constă în determinarea lui *x* care formează cu numerele date *a, b, c,* proporția: *a:b = x:b*. Regula spune: *„Pe parcursul variației unității de măsură media se înmulţeşte la prima şi se împarte la ultima."*

De la hinduși această regulă a trecut în literatura matematică arabă, apoi în cea vest europeană. Vom ilustra această regulă printr-un exemplu:

Problemă: *Cât aur de titlu 11 varna se poate căpăta în schimbul cu 168 suvarna de aur de titlu 16 varna?*

Rezolvarea hindusă: Calculatorul hindus rezolvă astfel: *„Aranjăm 16 168 11. Înmulţim primul termen 16 cu 168, produsul 168 împărţim la al treilea termen 11, obţinem 244 suvarna, 5 mana* $4^{1}/_{11}$ *gundja."*

Proporţia Compusă. *Regulile de cinci, şapte, nouă mărimi* reprezintă cazuri particulare de proporţie compusă. Termenii în sanscrită pentru proporţia compusă – *Pancia raşica* (Regula de Cinci Mărimi); *Şapta Raşica* (Regula de Şapte), *Nava Raşica* (Regula de Nouă) etc. *Regula de Cinci mărimi* constă în determinarea mărimii necunoscute *x*, care cu cinci cunoscute formează o proporţie compusă *a/b*c/2 = x/e. Regula de Șapte mărimi* constă în determinarea mărimii necunoscute *x*, care cu șapte cunoscute formează o proporţie compusă *a/b*c/d*e/f = x/g.* În mod analog se definesc *Regulile de Nouă, Unsprezece etc. mărimi.* Alteori toate aceste reguli sunt numite „*Reguli în număr impar de termeni*". Proporția compusă era deja cunoscută lui Ariabhata I, cu toate că el indică doar regula de Trei. Bhaşcara I în comentariile sale la *Ariabhatia* scrie: *„Aici Ariabhata a descris doar Regula De Trei. Cum totuși se pot obține bine cunoscutele Reguli de Cinci, Șapte etc.? Eu cuget astfel: Ariabhata a descris doar proporțiile fundamentale – toate celelalte tipuri de proporţii, așa ca, Regula de Cinci, Șapte etc. rezultă din această regulă fundamentală a proporției. Regula de Cinci constă din două reguli de Trei, iar Regula de Șapte constă din Trei Reguli de Trei etc."*

Iată regula proporției compuse: „*După permutarea rezultatului dintr-o parte în alta, trebuie de schimbat încă cu locurile numitorii, înmulțind numerele obținute în fiecare parte, trebuie de împărțit partea cu numărul mai mare a numărătorilor cu cealaltă parte."* Această regulă originală este studiată şi astăzi ca una dintre cele mai importante reguli de soluționare a problemelor matematice, fiind atestată ca metodă de soluționare a unui anumit tip de probleme în conformitate cu curriculumul actual la matematică.

Regula tovărășiei. Aceasta regulă a fost o metodă destul de des şi destul de eficace aplicată în soluționarea problemelor legale cu relațiile de asociere a activității oamenilor în comun în Moldova Medievală.

În prima carte de matematică scrisă în limba română – *Elemente aritmetice arătate fireşti* de Amfilohie Hotiniul în 1795 la Iași la capu 3I, adică 17 autorul prin întrebări (Î) şi răspunsuri (R), (deoarece cartea era scrisă în forma catehetică) lămurește rezolvarea problemelor prin metoda – Regulei de Trei, pe care autorul o numește „*orânduiala tovărășiei neguțitorești".*

"*Î: Ce lucru este tovărășia neguțitorească?*

R: Este o tocmeală, între doua, au şi mai multe fețe neguțitorești, puind bani au marfa în tovărășie, au slujbă şi isteține, dar se tâmplă că la o vreme vine ca să aibă socotelile lor de câștig ori de pagubă. Obișnuită este orânduiala de trei, de atâtea ori prefăcută pe câte fețe vor fi."

Această regulă este atestată aproape în toate cărțile de aritmetică din secolul al XIX-lea şi ceva mai devreme. În Aritmetica lui Gh. Asachi editată la 1834 regula este numită regula tovărășiei sau companie:

„148. Regula de companie (sau soțietate) este spre a împărți în porții sau părți proporţionale cu numere date. Ea se întrebuințează la negoțu spre a împărți câștigurile unei companii; în proporția comen ce au pus-o fieștecarile companion.

Exemplu: Trei companioni au făcut oarecare operație de comerț în care au câștigat 60000 lei. Acel dintâi companion a pus la mijloc 90000. Al doilea - - - - - - - -60000. Al treilea - - - - - - - - - - 40000. Se cere a ști câștigul a fiește căruia dintre acești companioni".

Autorul indică procedeul de calculare a sumei depuse de toți (*gheneralnica punere*) 190000 lei, apoi prin Regula de Trei Simplă:

I. *190000 lei* au dat câștigul de *60000 lei*

90000 lei - - - - - - - - - - - - - x. De unde $x = 28421\frac{1}{19}$

II. *190000 lei - - - - - - - - - - -60000 lei.*

60000 lei - - - - - - - - - - - - x. De unde $x = 18947\frac{7}{19}$

III. *190000 lei - - - - - - - - - - - -60000 lei*

40000 lei - - - - - - - - - - - - x. De unde $x = 12631\frac{11}{19}$

Desigur unele procedee se aplică și actualmente.

Bibliografie

1. ASAKY, Gh. *Aritmetica. Algebra. Geometria.* Iași, 1835.
2. HOTINIUL, A. *Elemente aritmetice arătate fireşti.* Iași, 1795.
3. VELINI, A. Manual de didactică. Iași, 1838.
4. DEPMAN, I. *Istoria Aritmeticii.* Moscova: Prosveșcenie, 1959 г. 192 стр. (în rusă).

CZU: 512(091)

EVOLUȚIA NOȚIUNII DE MONOM ȘI POLINOM

Cristina GRACILĂ, profesor la matematică
https://orcid.org/0000-0003-4557-8327
Gimnaziul Vărăncău, Soroca, RM
Valentina GHIMP, profesor la matematică
https://orcid.org/0000-0002-9455-3436
Liceul Teoretic Mălăiești Criuleni RM

Rezumat. În evoluția sa, matematica a trecut prin mai multe etape și la fiecare dintre ele a apărut un conținut mai perfect cu o nouă paradigmă. Așa a apărut algebra cu abstractul său care se supune în totalitate celor mai riguroase legi ale calculului numeric.
Cuvinte cheie: algebră, expresie algebrică, monom, polinom, fracție algebrică, ecuație trinomială.

THE EVOLUTION OF THE NOTION OF MONOMIAL AND POLYNOMIAL

Abstract. In its evolution, mathematics went through several stages and at each of them a more perfect content with a new paradigm appeared. This is how algebra appeared with its abstract which completely obeys the most rigorous laws of numerical calculation.
Keywords: algebra, algebraic expression, monomial, polynomial, algebraic fraction, trinomial equation.

La sfârșitul secolului XVI matematicianul francez Fransua Viette (1540 - 1603), bazându-se pe lucrările predecesorilor săi, introduce în algebră simbolica literară generală abstractă - un simbol. Viette notează necunoscutele prin litere vocale mari A, E, I, ..., iar cunoscutele – prin consoane B, C, D, ... El introduce coeficienți literali pe lângă necunoscute şi scrie ecuațiile, precum şi rezolvarea lor sub formă generală, prin formule. Așa dar, Viette a făcut cel mai important pas pentru trecerea la algebra retorică la algebra simbolică. De la el a pornit noțiunile de monom și polinom. S-a determinat că ***un monom*** este un polinom care are doar un singur termen. Poate avea următoarea structură: o constantă diferită de zero numită coeficientul monomului și care se scrie la începutul monomului, înmulțită cu litere din alfabetul latin (*variabile*) la diferite puteri (cu exponenți diferiți), care desemnează cantități abstracte și pot primi diverse valori numerice admisibile. Un monom fără variabile se numește *monom constant* sau *constantă*. Gradul unui termen constant este 0. Coeficientul unui monom poate fi orice număr, inclusiv fracții, numere iraționale sau negative

Polinoamele sunt construite din termeni numiți monoame, care sunt alcătuite dintr-o constantă (*numită coeficient*) înmulțită cu una sau mai multe variabile. Un polinom construit cu o singură variabilă se numește ***univariat***.

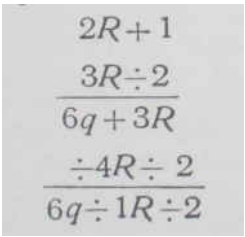
Această trecere a durat aproape un veac întreg. Simbolica algebrică a fost perfecționată de Renet Descartes, Isaac Newton, Gotfrid Leibnitz, Leonard Euler ș.a. Simbolica algebrică modernă a intrat în uz general abia la începutul secolului XVIII. Această simbolică reprezintă cea mai succintă limbă a științei moderne, limba matematicii, mai corect spus – limbajul

matematic – cel mai perfect și aproape ideal limbaj utilizat la momentul actual. Acest limbaj a fost elaborat odată cu dezvoltarea înceată şi de lungă durată a algebrei înseși, a ușurat în mod considerabil studierea matematicii şi a contribuit la progresul acestei științe.

În crearea simbolicii un loc important a ocupat elaborarea notațiilor respective pentru puterile mărimilor. Încă în anul 1484 matematicianul francez Chuquet scria, de exemplu, 8^3, 56^2 (în loc de $8x^3$, $56x^2$). Viette exprima puterile atât prin cuvinte, cât şi prin inițialele respective: N (de la Numerus) – pentru puterea 1; Q (de la Quadratus) – puterea 2; C (Cubus) – puterea 3; QQ (patrat-patrat) – puterea 4 etc. (*un omagiu dat marelui matematician grec Diofante, care a inițiat, într-un oarecare fel simbolistica*). Matematicianul german din secolul XVI M. Stiefel ca şi cel englez Hariot din secolul XVII scriau AAA (în loc de A^3), aaaa (în loc de a^4). În deceniile 3-4 ale secolului XVII matematicianul francez Herigon folosește notațiile a2,a3 (în loc de a^2, a^3, ...). Notațiile contemporane a^3, a^4, a^5, .. au fost folosite pentru prima dată în mod sistematic de Renet Descartes în „*Geometria*" sa, apărută în anul 1637. Numai în loc de a^2 Descartes scria aa. Această rămășiță a dispărut şi ea, după ce Leibnitz (sec. XVII) a observat, că a^2, care nu ocupa mai mult loc decât aa, trebuie preferat pentru a unifica simbolica.

Algebra geometrică a grecilor cu formulele ei lungi şi metodele grele era foarte limitată în ceea ce privește posibilitățile ei de dezvoltare. Totuși ea a exercitat o influență asupra matematicienilor din Asia şi Europa până în secolul XVII. Abia Descartes şi mai ales Newton au reușit să rupă cu algebra geometrică şi să expună în simboluri moderne algebrice pe bază aritmetică.

În „*Aritmetica*" lui Magnițchi, care este primul manual important de matematică tipărit în Rusia şi editat în 1703, se expun pe lângă aritmetică şi unele noțiuni de algebră, geometrie etc. Magnițchi cunoștea simbolica folosită de Viette şi alți matematicieni din secolele XVI – XVII. Ca şi Viette, el nota necunoscutele prin vocale, iar cunoscutele – prin consonante. În loc de b^2, b^3, ... el scria bb, bbb, ... sau b2, b3,... Magnițchi expune în cartea sa regulile de operații algebrice şi unele procedee de rezolvare a ecuațiilor, însă el nu folosește numerele negative, care au intrat în uz general abia în secolul XVIII. În colțul de jos a foii titulare a „Aritmeticii" lui Magnițchi sunt atestate următoarele expresii: 2R + 1, 3R:2, 6q + 3R, :4R:2, 6q:1R:2.



Aici e vorba de înmulțirea a două polinoame, scrise în „*coloane*". Prin litera R (prima în cuvântul latin „*Radix*" - *rădăcină* se nota necunoscuta („*x*" al nostru); prin „*q*" (prima literă

a cuvântului of „*quadratus"- pătrat*) se nota necunoscuta la pătrat („x^2"), iar semnul ÷ (:) se folosea pentru operația de scădere.

Problemă. Să se reprezinte înmulțirea de mai sus din „*Aritmetica*" lui Magnițchi prin simboluri moderne şi să se verifice.

Genialul savant englez Newton (1643-1727), care a descoperit legea atracției universale, legile mișcării şi altele, a scris şi o carte de algebră, întitulată „*Aritmetica universală*" şi editată în anul 1707. Este prima carte de algebră, scrisă în spirit modern, în strânsă legătură cu aritmetica. Newton motivează astfel denumirea de „*Aritmetica universală*", dată cărții: „*Calculele se fac fie cu ajutorul numerelor ca în aritmetica obișnuită, fie cu ajutorul literelor, ca în algebră. Ambele procedee se bazează pe aceleași principii şi duc la același scop, aritmetica – pe cale particulară, iar algebra – pe cale generală...nu se pot rezolva numai pe cale aritmetică. Încă în toate operațiile aritmetice sunt foarte necesare şi în algebră şi amândouă la un loc formează știința completă a calculului..."* Într-adevăr, monoamele şi polinoamele sunt de fapt niște numere abstracte, asupra cărora se pot efectua diferite operații.

Iată exemple de adunare a monoamelor din „*Aritmetica universală*" a lui Newton:

11bc + 15bc; 12x + 7a + 7x + 9a.

Algebra a luat naștere în legătură cu rezolvarea ecuațiilor. Folosirea ecuațiilor pentru rezolvarea diferitelor probleme practice datează din mileniile III – II î.e.n.

Astfel de procedee algebrice se întâlnesc în papirusurile din Egiptul Antic. Egiptenii antici numeau necunoscuta „*hau*" sau „*aha*" , adică „*grămadă*" în sens de „*cantitate oarecare*" şi o notau prin diferite semne ieroglifice speciale (vezi imaginea de mai sus).

Iată două probleme din papirusul lui Ahmes:

Problema 3. „*Grămadă, a patra parte din ea, întregul ei formează cincisprezece*".

În simbolica modernă ecuația respectivă se scrie astfel: $x\left(\frac{1}{4}+1\right)=15.$

Problema 4. „*Grămadă, două treimi ale ei, o șeptime a ei, întregul ei fac 33*".

În simbolurile contemporane ecuația, cu ajutorul căreia se rezolvă această problemă, se scrie în felul următor: $x\left(\frac{2}{3}+\frac{1}{2}+\frac{1}{7}+1\right)=33.$

Babilonienii şi grecii, chinejii şi hindușii aplicau de asemenea metoda alcătuirii şi rezolvării ecuaţiilor la diferite probleme. Astfel au luat origine procedee noi, știința algebrei.

Prima încercare de a sistematiza toate chestiunile, care privesc rezolvarea ecuaţiilor, o găsim în „*Aritmetica*" lui Diophante. Pentru „*necunoscută*" Diophante folosea termenul „*un număr oarecare de unități*".

Iată una din indicațiile, indicate de Diophante: „*Dacă la rezolvarea unei probleme se ajunge la o ecuație, ale cărei ambele părți conțin termeni egali, încă cu coeficienți diferiți, atunci trebuie să reducem termenii asemenea. Dacă avem termeni care se scad (adică numere negative), trebuie să adăugăm la ambele părți ale ecuației aceleași mărimi pentru a avea numai termeni care se adună (adică numere pozitive). Astfel se va continua, până când în fiecare parte a ecuației va rămâne câte un singur termen*".

Aceste indicații, din care, de altfel, se constată, că Diophante nu opera cu numere negative, sunt de fapt suficiente pentru rezolvarea ecuaţiilor de gradul I cu o singură necunoscută. Iată o problemă din „Aritmetica" lui Diophantes:

Problema 5. Să se adauge la 20 şi să se scadă din 100 unul şi acelaşi număr astfel, încât suma obținută să fie de 4 ori mai mare decât diferența obținută.

Procedeele algebrice folosite de Diophante n-au fost dezvoltate mai departe în Grecia antică, declinul căreia începuse tocmai în secolele IV – V. Lucrările lui Diophante au exercitat încă o influență asupra dezvoltării ulterioare a matematicii în Evul Mediu, în particular în secolele XVI –XVII.

În lucrările matematicienilor indieni Ariabhata (sec V), Brahmagupta (sec VII), Mahavira (sec IX) şi Bhaşcara (sec XII) sunt capitole dedicate algebrei, în special rezolvării ecuaţiilor. În antichitate, mai ales în India, se folosea pentru rezolvarea problemelor o metodă numită latinește în Evul Mediu „*regula falsi*", adică „*regula presupunerii false*". S-o lămurim, rezolvând următoarea problemă din vechiul manuscris indian de la Bahşali (sec. VI):

Problema 6. *Din patru donatori a dat de două ori mai mult decât primul, al treilea – de trei ori mai mult decât al doilea, al patrulea – de patru ori mai mult decât al treilea, iar toți împreună au dat 132. Cât a dat primul?*

În prezent problema se rezolvă prin alcătuirea ecuației: $x + 2x + 6x + 24x = 132$, însă autorul indian anonim procedează altfel. El scrie: „*dacă primul ar fi dat 1, atunci al doilea ar fi dat 2, al treilea 6, al patrulea – 24, iar toți împreună 33. Dar de fapt au dat 132, adică de patru ori mai mult: primul 4, al doilea 8, al treilea 24, iar al patrulea 96*". Așa dar, plecând de la presupunerea falsă, că primul ar fi dat 1, autorul ajunge în sfârșit la rezultatul adecvat. Regula presupunerii false era folosită pe larg în tot Evul Mediu atât în Asia, cât şi în Europa.

În cartea „Aritmetica universală" Newton numește literele, semnele de operații monoamele Pentru a afla mărimile căutate, pentru a rezolva o problemă, - scrie Newton – „*trebuie numai de tradus problema în limba algebrei, adică de expus problema cu ajutorul simbolurilor...*". Traducerea problemei în limba algebrei duce la rezolvarea ei prin alcătuirea de ecuaţii.

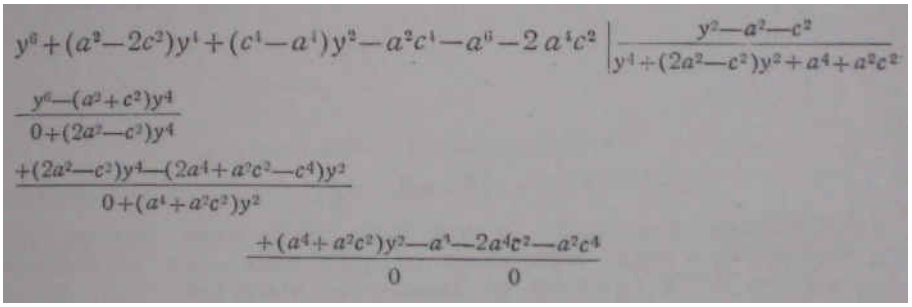
În cartea sa „*Aritmetica universală*" (1707) Newton a expus în mod sistematic, clar şi simplu regulile de operații cu numere şi expresii algebrice, însoțindu-le de numeroase exemple.

Iată ce scrie Newton: „*Fiți atenți, ca la împărţirea mărimilor ele să fie de același fel, adică să se împartă coeficienții la coeficienți, litere la litere... Dacă deîmpărţitul nu poate fi*

descompus într-un produs de factori, e destul să se scrie împărțitorul sub deîmpărțit, despărțindu-le printr-o linie fracționară. De exemplu, pentru a împărți ab la c scriem ab/c. Pentru a împărți un polinom la un monom, se împarte la acesta fiecare monom din termenii polinomului...".

Newton a fost primul savant, care la împărţirea polinoamelor le așază după puterile descrescătoare ale uneia şi aceleiași litere.

Iată un exemplu, de împărțire a două polinoame din „*Aritmetica universală*" a lui Newton. Problema 8.



Viette opera numai cu numerele pozitive şi folosea de obicei numai litere mari ale alfabetului. Dintre semnele de operații Viette întrebuința numai + şi - , în locul semnului modern de egalitate el scria „aequ" (prescurtarea cuvântului latin „aequatur" – egal). Iată cum scria de exemplu, Viette ecuația $x^3 - 8x^2 + 16x = 40$:

1C – 8Q + 16N aequ 40.

Matematicianul belgian Steven (1548-1620) a exclus expresii de felul „patrat-patrat", „cubo-cub", înlocuindu-le prin cuvintele „puterea a patra", „puterea a cincea" etc. Un matematician englez din același timp, Outred, scria Aqq în loc de A^4, Aqqcc în loc de A^{10}. Notația modernă: y^3, y^4 etc., introdusă de Descartes, a fost adoptată de Newton şi de alți matematicieni de vază în sec XVII şi a rămas în vigoare până în prezent. Termenul „*putere*" (latineşte – „*potestas*") a fost introdus de Viette, pe când termenul „*exponent*" (latineşte – „*exponens*") a fost folosit pentru prima dată de matematicianul german Șteifel în sec XVI.

La descompunerea polinoamelor în factori se folosesc mereu parantezele. Unele semne pentru indicarea ordinii de efectuare a operaţiilor sau pentru a pune în evidență unicitatea unei expresii algebrice au apărut încă în secolul XV. Așa, de exemplu, în anul 1484 Chuquet sublinia polinoamele printr-o linie orizontală. Astfel proceda în anul 1550 şi matematicianul italian Bombelli, care mai târziu însă folosea ca paranteze litera latină L şi răsturnata ei; de la aceasta se trag parantezele zise „*mari*" sau „*pătrate*". Parantezele mici „*rotunde*" din polinoame se găsesc în lucrările lui Tartaglia, Șteifel, Jirard. La sfârșitul secolului XVI în scrierile lui Viette apar pe lângă parantezele mari şi cele figurate, acolada { }. Cu toate acestea în decursul secolului XVII se foloseau încă în loc de paranteze linii orizontale, scrise de asupra expresiilor algebrice. Astfel procedau Dechartes, Hariot, ş.a. Newton se folosea chiar de câteva etaje de liniuțe. Începând cu anul 1709, apar şi se folosesc sistematic parantezele mari,

zise pătrate. Folosirea largă a parantezelor de toate felurile, începând cu secolul XVIII, se datorește mai ales lui Leibnitz şi lui Euler.

Legile fundamentale ale operaţiilor aritmetice erau cunoscute încă în antichitate şi considerate pe baza practicii îndelungate a omului ca fiind de la sine înțelese.

Cu dezvoltarea teoriei aritmetice şi algebrei apare necesitatea de a demonstra proprietățile, considerate mai înainte ca evidente.

În cartea a VII a „*Elementelo*r" sale Euclid demonstrează legea comutativă a înmulțirii (*ab = ba*), iar în cartea a II-a el demonstrează geometric legea distributivă: *a(b + c + d + ...) = ab + ac + ad* + ... Euclid formulează această lege cam astfel:

Dacă din două segmente *a, m* unul (m) este împărțit în câteva părți (*b, c, d,* ...), atunci dreptunghiul (*a, m*) este egal cu suma dreptunghiurilor *ab, ac, ad,...* Dovada este evidentă.

La fundamentarea riguroasă a regulilor şi legilor operaţiilor aritmetice s-a ajuns abia în a doua jumătate a secolului XIX.

Scrierea fracțiilor cu ajutorul liniuței orizontale, care desparte numărul de numitor, o întâlnim de acum în lucrările savanților Greciei antice, Geron şi Diofante, cât şi la matematicianului arab Al-Hasar (sec. XII). Printre matematicienii din Europa Medievală savantul Italian Leonardo Fibonacci (sec. XII-XIII) a fost primul, care se folosea în mod sistematic de liniuță fracționară. Însă abia în sec. XVI ea a început să fie folosită peste tot. I. Newton, în loc de „*simplificarea fracțiilor*", zicea „*reducerea fracțiilor la cei mai mici termeni*"

În anul 1768 a apărut la Petersburg „*Aritmetica universală*" a celui mai mare matematician din sec. XVIII, Leonard Euler (1707-1783). Ceva mai târziu această carte minunată, care a servit zece ani ca model pentru toți autorii de manual de algebră a fost editată şi în limba germană (1770), franceză (1774), engleză (1797). Ea a fost reeditată de câteva ori în rusește. Cartea lui Euler a fost scrisă pentru toți doritorii de a se iniția în studiul sistematic al algebrei. Ea cuprinde un material bogat, variat, expus sistematic şi clar, o mulțime de probleme şi exerciții. În carte sa Euler folosește termenul „*cantitatea*" pentru cea ce noi azi numim expresia algebrică, „*cantitatea simplă*"-*monom*, „*cantitate compusă*" - *polinom.*

Bibliografie

1. BOTH, N. *Istoria Matematicii.* Cluj-Napoca: Alc Media Grup, 1999. 256 p.
2. GLEIZER, G.I. *Istorismul în predarea matematicii. Algebra. Partea II.* Chișinău: Lumina, 1963. 226 p. (*cu caractere chirilice*).
3. ДЕПМАН, И.Я. *История арифметики*. Москва: Просвещение, 1959 г. 192 стр.
4. KOLMAN, E. *Istoria matematicii antichitate.* București: Editura științifică, 1963. 246 p.

CZU: 51:373.5.02

IMPLEMENTAREA EDUCAȚIEI STE(A)M LA LECȚIILE DE MATEMATICĂ ÎN GIMNAZIU: ASPECTE DIDACTICE

Claudia-Nicoleta ISPAS, doctorandă,
profesor de Matematică și Informatică,
https://orcid.org/0000-0002-9946-0343
Școala Gimnazială Spectrum Constanța, România

Rezumat. Articolul prezintă un exemplu de implementare a Educației STE(A)M, în ciclul gimnazial, clasa a V-a, Capitolul *Numere Naturale*. Scopul lecției este de a determina elevii să analizeze date, să dezvolte un model, și să investigheze utilizarea matematicii în studiul științelor, folosindu-se doar de matematică elementară.
Cuvinte cheie: Educație STEM, matematica, lecție, aspecte didactice, gimnaziu.

IMPLEMENTATION OF STE(A)M EDUCATION IN MATHEMATICS LESSONS IN MIDDLE SCHOOL: DIDACTIC ASPECTS

Abstract. The article presents an example of the implementation of STE(A)M Education, in the secondary school, 5th grade, *Natural Numbers* Chapter. The purpose of the lesson is to get students to analyze data, develop a model, and investigate the use of mathematics in the study of the sciences, using only elementary mathematics.
Keywords: STEM education, mathematics, lesson, didactic aspects, middle school.

Educația STEM reprezintă un mod de predare integrat al științelor, iar rolul matematicii nu poate fi neglijat. Predarea conceptelor elementare de matematică nu ar trebui să se realizeze într-un mod abstract, ci într-unul aplicat în viața de zi cu zi. Matematica joacă un rol deosebit în explorarea sistemului solar, și fără aceasta, oamenii nu ar fi capabili să construiască instrumente de monitorizare și observare a orbitelor planetelor, sau să calculeze traiectoriile navetelor spațiale.

Această lecție a fost realizată și implementată în Săptămâna Mondială a Spațiului Cosmic (4-10 Octombrie 2022). Această săptămână este marcată anual sub auspiciile Organizației Națiunilor Unite, și a fost proclamată prin Rezoluția 58/68 din 6 decembrie 1999 a Adunării Generale a ONU pentru a marca contribuțiile științei la îmbunătățirea traiului de viață.

Obiectivele lecției sunt: analizarea datelor din tabel, dezvoltarea capacităților de explorare/investigare și rezolvare de probleme. Printr-o astfel de lecție elevii vor putea să tragă concluzii referitoare la importanța ordonării datelor numerice și semnificația lor în afara curriculum-ului de matematică și cum sunt ele răspândite în știință. De asemenea prin realizarea unei diagrame la scară, reprezentative situației date, vor aproxima și vor trage concluzii referitoare la distanțele interplanetare.

Anterior realizării acestei lecții elevii au următoarele cunoștințe:

- Ordonarea numerelor naturale

- Abilitatea de a aduna, scădea, înmulți și împărți numere naturale
- Abilități de bază de măsurare
- Cunoașterea conceptului de scara de măsură.

Resursele necesare lecției:

- Prezentare ppt
- fișă cu tabelul 1, în care se regăsesc informații despre planete, ordonate alfabetic
- fișă cu întrebări și cu spații pentru soluții
- planșa temperaturi medii
- coli A4/coli desen/hârtie grafică
- riglă
- creioane/culori/carioci.

Tema a fost introdusă cu ajutorul unui ppt, prezentându-se pe lângă context și câteva curiozități legate de spațiu. Apoi elevii au primit tabelul cu informații despre planete, ordonate alfabetic și au fost lăsați câteva minute să îl studieze. Prima sarcină a fost să realizeze cum sunt ordonate planetele în tabel.

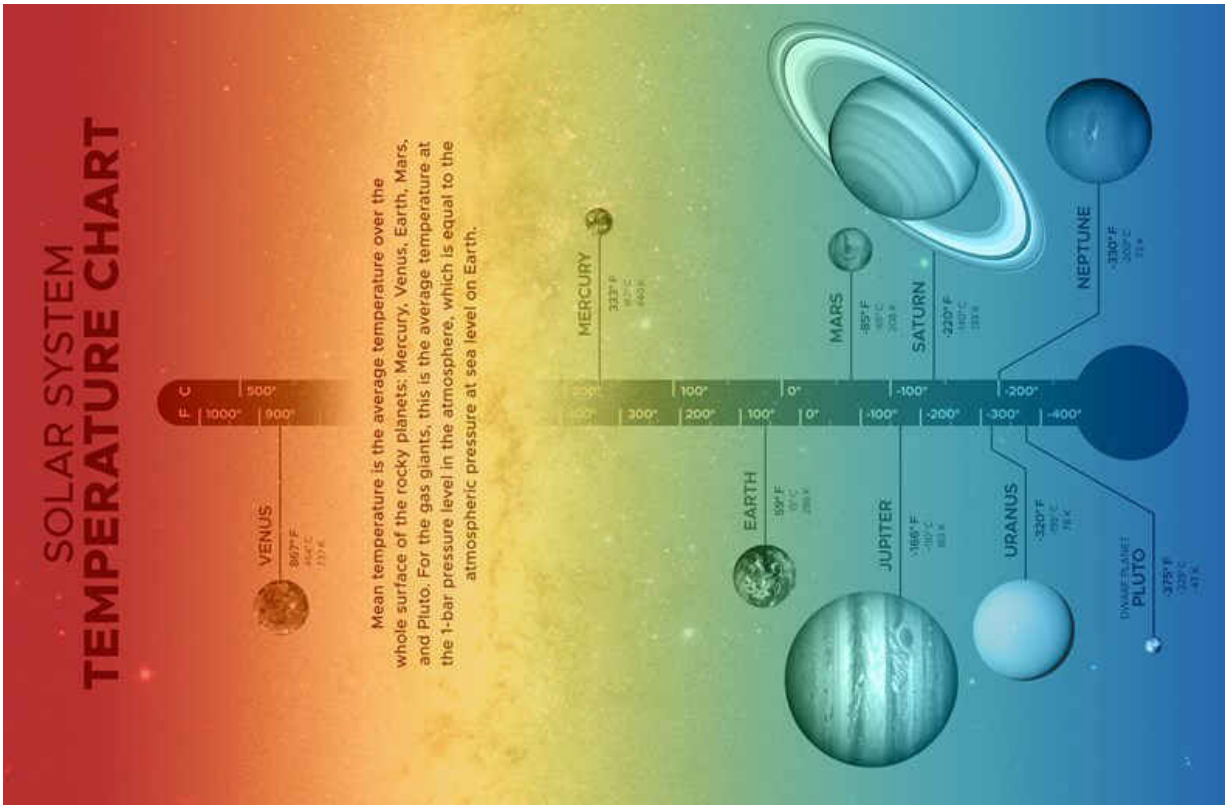
Tabel 1. Informații despre planete în ordine alfabetică

Numele Planetei	**Distanța de la Soare (milioane de kilometri)**	**Diametrul (kilometri)**	**Lungimea unui an Y=an pământesc D=ziua pe pământ**	**Temperatură medie (grade Kelvin)**
Jupiter	778	143,000	12 Y	
Marte	228	6,800	2 Y	
Mercur	58	4,900	88 D	
Neptun	4,505	49,000	165 Y	
Saturn	1,427	120,000	29 Y	
Terra	150	12,750	365 D	
Uranus	2,869	51,000	84 Y	
Venus	108	12,000	225 D	

Ulterior elevii au primit fișa cu întrebări:

1. Ordonați planetele din Sistemul Solar în funcție de cât de departe de Soare sunt situate, de la cea apropiată la cea mai depărtată.
2. Ce planetă este cea mai apropiată de Soare ? Dar cea mai depărtată?
3. Câte planete sunt între Terra și Soare? Dar care sunt „vecinii” Terrei?
4. Ordonați planetele din Sistemul Solar în funcție de diametru, în ordine descrescătoare.

5. Ordonați planetele din Sistemul Solar în funcție de lungimea unui an, de la cel mai scurt la cel mai lung. De ce credeți că diferă lungimea anului în funcție de planetă?
6. Care este diferența de diametru dintre Pământ și Neptun? Dar dintre Pământ și Saturn? Dar dintre Pământ și Mercur? Dar dintre Pământ și Neptun?
7. De câte ori mai lung este un an pe Jupiter decât un an pe Marte? Dar un an pe Mercur față de unul pe Marte? Dar un an pe Uranus față de unul pe Marte?
8. Completați tabelul cu temperaturile medii ale planetelor folosind planșa atașată.
9. Realizați un desen/grafic ce reprezintă Sistemul Solar. Aveți grijă la scara folosită!



Pentru a facilita înțelegerea elevii au putut lucra în echipă cu colegul de bancă pentru realizarea ultimei sarcini de lucru: realizarea desenului/graficului, și de asemenea listarea pe tablă a următoarelor informații ajutătoare: Terra:1, Saturn:10, Uranus:20, Neptun:30.

Evaluarea în cadrul acestei lecții a fost făcută prin observarea de către profesor a lucrului individual și de echipă. Elevii au răspuns individual în scris la întrebările din fișă și au fost verificate oral, și au prezentat la final graficul realizat în echipă.

În Școala Gimnazială Spectrum Constanța Săptămâna Mondială a Spațiului Cosmic a fost marcată și de alți profesori, cum ar fi: profesoara de Geografie și profesoara de Fizică și Chimie, care au realizat de asemenea diverse activități STEM la orele lor. De asemenea pe data de 10 septembrie a fost organizată o expoziție cu lucrări realizate de elevi pe parcursul acestei săptămâni. Astfel prin colaborarea dintre profesori și deschiderea față de științele aplicate elevii noștri pot experimenta Educația STEM.

Bibliografie

1. Website-ul oficial World Space Week Association, [accesat 6.10.2022]. Disponibil: https://www.worldspaceweek.org/world-space-week-highlights/
2. Website-ul oficial al NASA, [accesat 6.10.2022]. Disponibil: https://solarsystem.nasa.gov/resources/681/solar-system-temperatures/
3. Website-ul oficial al Observatorului Astronomic „AMIRAL VASILE URSEANU", [accesat 6.10.2022]. Disponibil: https://www.astro-urseanu.ro/planete-date-esentiale.html

CZU: 51:37.02

PROIECTUL STEAM „DRUMUL UNEI II”

Nina LUȘCIOV, profesoară de matematică, grad didactic întâi
https://orcid.org/0000-0003-4353-0055
Liceul Teoretic „Gheorghe Asachi”, or. Ungheni

Rezumat. Realizarea proiectelor STEAM în conformitate cu cerințele curriculumului de matematică [1], [2] reprezintă o provocare pentru profesorii de matematică. În articol este propus un exemplu de proiect STEAM realizat la orele de matematică în colaborare cu profesori de la alte discipline.
Cuvinte cheie: proiect STEAM, conexiuni interdisciplinare, prezentarea rezultatelor proiectelor.

STEAM PROJECT "THE ROAD OF ONE IA (NATIONAL SHIRT)"

Abstract. Carrying out STEAM projects in accordance with the requirements of the mathematics curriculum [1], [2] is a challenge for mathematics teachers. The article proposes an example of a STEAM project carried out in mathematics classes in collaboration with teachers from other disciplines.
Keywords: STEAM project, interdisciplinary connections, presentation of project results.

Proiectele STEAM au o importanță deosebită în procesul de predare-învățare-evaluare la matematică. Pe lângă valențele sale clasice, metoda proiectului are un șir de avantaje. Realizarea proiectelor de către elevi ne permite să evaluăm nu numai cunoștințe și abilități practice, dar și atitudini manifestate la realizarea și prezentarea produselor [3]. Posibilități de integrare a achizițiilor din domenii diferite pot fi urmărite în prezentarea proiectului de mai jos.

Proiect STEAM
Subiect: „Drumul unei ii/cămăși moldovenești”.
Motto: *„Dacă le predai elevilor de azi așa cum ai făcut-o ieri, le furi ziua de mâine”.* John Dewey.
Unități de conținut: Figuri geometrice în plan.
Disciplina de bază: Matematica.
Discipline implicate: Matematica, Informatica, Educația tehnologica, Științe, Istoria, Geografia.
Tipul proiectului: De cercetare, aplicativ/practic.
Scopul proiectului: Determinarea figurilor geometrice din ornamentele cămășilor moldovenești.
Competențe vizate:

- Transpunerea unei situații-problemă în limbajul geometric, rezolvarea problemei obținute și interpretarea rezultatului;
- Aplicarea instrumentelor digitale studiate la realizarea imaginilor cu elemente de geometrie;

- Determinarea semnificațiilor ornamentelor cămășilor moldovenești;

Obiectivele proiectului:

- Să determine figurile geometrice din ornamentele cămășilor moldovenești;
- Să calculeze perimetrul/aria figurilor geometrice;
- Să descrie ce semnifică figurile geometrice din ornamentele cămășilor moldovenești;
- Să dezvolte atitudini științifice: curiozitate, adresarea de întrebări, căutarea unui răspuns, rezolvarea problemelor și extragerea concluziilor;
- Să creeze propriul ornament/model de cămașă cu ajutorul diverselor aplicații digitale.

Activitățile desfășurate:

* Comunicarea temei de proiect elevilor;
* Crearea echipei;
* Alegerea unei idei a proiectului;
* Formularea scopului și a obiectivelor;
* Elaborarea unui plan de lucru pentru realizarea proiectului.

Figura 1. Vizita la muzeu

Pe lângă specificul ornamental, țesăturilor le sunt atribuite și alte trăsături care, de asemenea pot fi raportate la tradiție și inovație, cum ar fi funcționalitatea, modul de producere, caracteristicile morfologice și estetice etc. Prezența artei în actualitatea societății moderne, cu multiplele ei funcții, impune o prezentare a problemei limbajului și simbolicii creațiilor artistice populare, menită să permită înțelegerea sensului și integrării lor în contemporaneitatea sistemului cultural național al umanității.

Pe timpuri, rolul portului tradițional era de a indica poziția fiecărei persoane în societate și modul de organizare ierarhic. Unul dintre elementele care a rămas printre cele mai cunoscute, dar și apreciate la momentul de față este ia. Ia reprezintă o bluză confecționată din pânză albă de bumbac, in sau borangic, cânepă, lână. Este ornamentată cu broderii în motive tradiționale cu un accent deosebit în zona gâtului, pieptului și mânecilor.

Culorile au o importanță aparte în portul popular moldovenesc, fiind specifice zonei geografice în care a fost realizată ia, dar și adaptate vârstei femeii care urma să o poarte, precum și statutului social al acesteia. O ie bogat decorată, cu ornamente din mătase, mărgele sau alte aplicații prețioase, era purtată la zi de sărbătoare. Aceeași ie ar fi putut fi integrată în portul de zi cu zi, dacă îi aparținea unei femei înstărite. Fetele tinere din sat, nemăritate, preferau iile vesel colorate (combinații de roșu, galben, roz sau alte nuanțe deschise), în timp ce culorile sobre (negru, maro, verde închis, auriu) erau favoritele femeilor mature, ajunse la o anumită vârstă și având un anumit statut social. Aceste culori erau considerate adecvate vârstei proprietarei, făcând cinste unui trai purtat cu decență.

Motivele geometrizate sau stilizate îmbogățesc și ele iile tradiționale, cum ar fi romburile, pătratele sau cercurile. Liniile drepte simbolizează calea dreaptă în viață, ascensiunea socială și mărirea. Cercurile vorbesc despre ciclicitatea vieții sau despre divinitate. În continuare vom analiza câteva din cele mai folosite forme geometrice în crearea unei ii și semnificația acestora.

Figura 2. Modele de ie

Semnificația figurilor geometrice

1) ROMBULUI - Pentru primii agricultori, îndestularea, fertilitatea solului a fost vitală. Ei au reprezentat-o prin romb. Semnul sacru al fertilității solului, a stat pretutindeni în centrul de interes al compozițiilor grafice. În timp, rombului i s-au adăugat mai multe elemente, explicații, detalieri.
2) SPIRALEI – spirala este energia! Energia regenerativă, mișcarea universală, care se găsește și în om. Totodată se spune că și Zeița Pasăre era împodobită cu aceste spirale unghiulare, ceea ce semnifică libertatea, continuitatea.
3) CERCULUI – cercul este simbolul regenerării, al mișcării fără de început și sfârșit. Dacă vedem două cercuri concentrice cu hașura între ele, acest concept amintește că regenerarea este posibilă doar în prezența apei. Totodată, cercul, împreună cu spirala,

voluta și alte linii curbe, au fost considerate semne Cerești, reprezentând puterea Cerului asupra vieții.

4) UNGHIULUI – El este simbolul zeităților, da sensul, semnul vieții îndestulate, sensul de spre mai bine, sensul vieții.
5) SEGMENTELOR – acest tip de linii le simbolizează mulțimea, numărul: două linii gemene redau puterea perechii, trei linii paralele amintesc cele trei etape ale vieții: nașterea, cunoașterea de sine, moartea. Patru linii paralele înseamnă abundență, și sunt semn al Zeiței Fertilității Pământului.

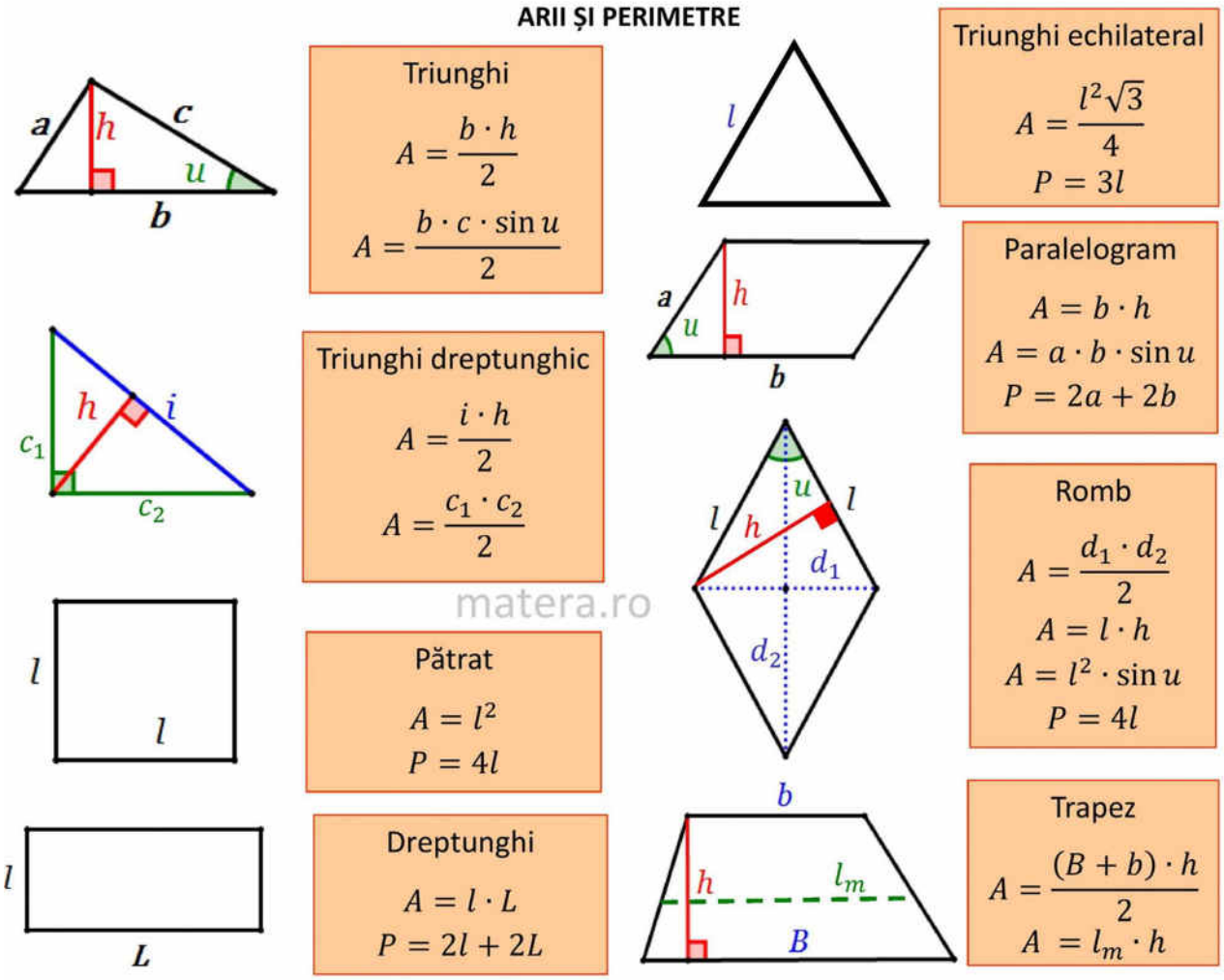


Figura 3. Formule folosite la calcularea ariei

Cum putem diferenția iile?

Figura 4. Produsele realizate în cadrul proiectului

Concluzii

La realizarea proiectului elevii au integrat cunoștințe din matematică, istorie, arta decorativă, educația tehnologică, informatică, geografie și folclor. Pentru a coase o ie este nevoie de multă documentare. Elevii au manifestat creativitate la realizarea produselor și la prezentarea acestora. Un rezultat important reprezintă motivarea elevilor în studiul matematicii prin evidențierea conexiunilor acestea cu multiple domenii ale vieții.

Bibliografie

1. Matematică: Curriculum național: Clasele 5-9: Curriculum disciplinar: Ghid de implementare / Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova; coordonatori: Angela Cutasevici, Valentin Crudu, Valentina Ceapa; grupul de lucru: Ion Achiri (coordonator) [et al.]. Chișinău: Lyceum, 2020. 180 p.
2. Matematică: Curriculum național : Clasele 10-12: Curriculum disciplinar: Ghid de implementare / Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova; coordonatori: Angela Cutasevici, Valentin Crudu, Valentina Ceapa; grupul de lucru: Ion Achiri (coordonator) [et al.]. Chișinău: Lyceum, 2020. 192 p.
3. Modele de reconfigurare a procesului de învățare. Aria curriculară Matematică și Științe. Ghid metodologic. Chișinău, S.n., 2022. 199 p.

CZU: 514

METODA GENETIC-ISTORICĂ A NOȚIUNILOR DIN COMPARTIMENTUL GEOMETRIC AL MATEMATICII

Mirela MĂCIUCA, profesor la matematică
https://orcid.org/0000-0002-3862-2812
ȘG „Dmitrie Gusti”, Nereju, Vrancea, România

Rezumat. Noțiunile matematice din compartimentul geometric sunt noțiuni rezultate din practica vieții umane, deoarece geometria este acea punte veridică care leagă inextricabil matematica de viața de zi cu zi, abstractul de concret.
Cuvinte cheie: geometrie, cunoștințe geometrice, papirus hieroglific, tăblițe de lut cuneiforme, negustor, scrib.

THE GENETIC-HISTORICAL METHOD OF THE NOTIONS OF THE GEOMETRIC COMPARTMENT OF MATHEMATICS

Abstract. The mathematical notions in the geometric compartment are notions resulting from the practice of human life, because geometry is that veridical bridge that inextricably links mathematics to everyday life, the abstract to the concrete.
Keywords: geometry, geometric knowledge, hieroglyphic papyrus, cuneiform clay tablets, merchant, scribe.

Cuvântul „*geometria*” este de origine greacă: *geos*-pământ și *metros*-măsurare. În traducere înseamnă „*măsurarea pământului*”.

Cunoștințele geometrice sub formă de deprinderi practice referitor la măsurarea suprafețelor şi volumelor unor corpuri a apărut încă în Egiptul Antic cu peste 4500 ani în urmă. Iată ce scrie despre apariția geometriei istoricul grec Herodot, care a trăit cu peste 2600 ani în urmă: „*Sezostris, împăratul egiptean, a făcut împărţirea pământurilor, separând fiecărui egiptean un teren după tragerea la sorți. În conformitate cu aceste sectoare de teren de la contribuabili se luau impozite anuale.*

Dacă Nilul inunda ternul cuiva, atunci suferindul se adresa împăratului şi lui îi raportau despre cele întâmplate. Atunci împăratul trimitea măsurătorii de pământ (geometrii/haperdonauți – trasatori de sfori). Ei măsurau cu cât s-a mișcat terenul, şi în corespundere cu aceasta micşorau impozitul anual”. Iată de unde a apărut știința despre măsurare a pământului – *geometria*.

Despre aceasta scrie şi un savant grec Eudem din Rodos (sec. IV î.e.n.): „*Geometria era cunoscută de egipteni şi a apărut din măsurarea pământului. Aceste măsurări le era lor necesare în urma revărsărilor râului Nil, care-şi schimba mereu albia şi își spăla malurile. Nu este nimic de mirare în aceea, că această știință, ca şi altele, a apărut din necesitățile omului. Orice cunoștințe apărute din stare imperfectă trec cu timpul în perfectă*”.

Nu trebuie de tras concluzia, că dacă nu era Nilul cu revărsările lui abundente, nu ar fi fost nici geometria. Oamenilor întotdeauna le-a fost necesar de determinat distanţa dintre două puncte, ariile suprafețelor anumitor terenuri şi volumele corpurilor (*utilizate, spre exemplu,*

la construirea caselor de construit), şi ei au fi creat această geometrie dacă nu în Egipt, atunci în India, dacă nu în India, atunci în China sau în altă țară cu civilizația avansată. Aceasta anume așa şi s-a petrecut. Necesitățile cotidiene i-au impus pe oameni de a găsi procedee de măsurare a distanțelor, ariilor suprafețelor şi volumelor în diferite țări şi în diferite timpuri.

Cu încetul, pe parcursul a mai multor secole, egiptenii antici au acumulat diverse cunoștințe științifice, printre care şi cunoștințe geometrice. Ei puteau destul de precis să determine aria unei figuri, volumul unor corpuri, să rezolve careva probleme geometrice. Însă geometria ca știință încă nu exista în acea vreme. La ei existau o mulțime de rețete sau prescripții, nelegate între ele de o idee comună, nearanjate într-o sistemă unică armonioasă. Aceste rețete-prescripții erau de cele mai multe ori cunoscute de persoanele de cult – geții hramurilor „*sfinte*" (*preoți sacerdoți*), însă ei le țineau sub mare taină.

Împărații Egiptului Antic duceau războaie dese cu vecinii, care slăbeau puterea economică a țării. Începând cu secolul VIII î.e.n. măreția Egiptului decade. Țara nu odată a fost cucerită de alte popoare, a fost supusă exploatării şi ruinării. Știința şi arta au decăzut.

La nord de Egipt în Grecia deja a apărut un stat nou-elin! Negustorii greci vizitau Egiptul şi, întorcându-se, povesteau multe de toate despre această „*țară a minunilor*". Împreună cu negustorii Egiptul a început a fi vizitat şi de savanți, şi tezaurul științei empirice egiptene cu timpul a devenit cunoscut şi grecilor antici.

Însă grecii nu pur şi simplu au asimilat cunoștințele egiptenilor. Ei au corectat greșelile egiptenilor şi au dezvoltat în ascensiune geometria mai departe. Anume în Grecia antică cu peste 2800 ani în urmă geometria a devenit o știință matematică.

Papirusurile Egiptene, tăblițele babiloniene, sutrele hinduse şi alte documente din antichitate conțin multe probleme privind calculul ariilor unor figuri şi al volumelor unor corpuri. Însă geometria din acele timpuri străvechi era un fel de culegere de reguli obținute din experiență.

Din Egipt şi Babilon geometria a pătruns în Grecia cam prin secolul VII î.e.n. Aici cunoștințele geometrice, acumulate pe cale empirică, adică experimentală, în legătură directă cu cerințele practice, au fost dezvoltate mai departe, generalizate şi fundamentate prin raționament logic de savanți şi filozofi greci Thales, Pitagora, Democrit, Aristotel ş.a. Cu încetul în curs de 3-4 secole geometria s-a transformat în Grecia dintr-o teorie matematică rudimentară, într-o mare știință ce studiază formele spațiale, figurile şi corpurile geometrice, proprietățile lor şi relațiile dintre ele. În această știință adevărurile se demonstrează pe cale logică.

Prima expunere sistematică a științei geometrice, ajunsă până în zilele noastre, este conținută în lucrarea „*Elemete*" a savantului grec Euclid (sec. III î.e.n.). după „*Elementele*" lui Euclid s-a studiat geometria în lumea întreagă timp de peste 2000 mii de ani. Chiar şi manualele de geometrie ce se foloseau şi se mai folosesc în prezent pot fi considerate ca niște prelucrări ale „*Elementelor*". Iată de ce geometria școlară se numește câte odată „*Geometria euclidiană*".

O etapă nouă în dezvoltare geometriei ca știință au însemnat-o lucrările genialului matematician rus N. I. Lobachevski (1792-1856), creatorul geometriei *neeuclidiene*, despre care se învață în clasele superioare.

Geometria are numeroase aplicaţii în știință, artă şi tehnică: în mecanică şi optică, în arhitectură şi pictură, la orice lucrare de construcţie, la întocmirea hărților etc. Un rol important îl joacă geometria în astronomie, la studiul mișcării corpurilor cerești, geometria contribuie la cucerirea cosmosului la dezvăluirea tainelor universului.

Formele geometrice omul le-a luat din natură, din lumea reală ce-l înconjoară. Corpurile materiale au diferite însușiri – formă, culoare, greutate, densitate etc. Gândindu-se însă mereu la forma şi dimensiunile corpurilor, făcând abstracție, adică neținând seama de alte proprietăţi ale lor, omul a ajuns treptat la noțiunea abstractă de *corp* geometric, la noțiunile de *suprafață* geometrică – marginea corpului, de *linie* geometrică – marginea suprafeței, de *punct* – capătul liniei. Linia poate fi privită şi ca intersecția a două suprafețe, punctul – intersecția a două linii.

Noțiunile geometrice fundamentale ca punct geometric, linie geometrică, suprafață geometrică etc. omul le-a format cu ajutorul imaginilor punctelor, liniilor și suprafețelor **materiale**. De nenumărate ori observase omul suprafața mării sau oglinda lacului până ce a ajuns la noțiunea abstracta de suprafață şi plan; sute de mii de ori contempla el liniaritatea razelor solare, întindea coarde pe arcurile lui până ce a ajuns la ideea abstractă de *linie dreaptă*. Liniile materiale, trasate de noi oricât de subțiri ar fi au totuși o anumită lățime sau grosime, ele ne dau numai o idee aproximativă despre liniile geometrice care au numai lungime. Același lucru se poate spune şi despre celelalte noțiuni fundamentale. Așa dar, noțiunile geometrice fundamentale își trag originea din lumea materială reală.

Unii matematicieni greci foloseau şi semne pentru anumite noțiuni geometrice. Heron din Alecsandria, de exemplu, folosea semnul ∇ în locul cuvântului „t*riunghi*”, Papus din Alecsandria (sec. III) scria semnul ○ în loc de „*cerc*”, semnul □ - în loc de „patrulater” ş.a. Cuvinte

Semnul ∠ pentru „unghiul” a fost introdus abia în sec. XVII de matematicianul francez P. Erigon. Acesta folosea şi următoarele semne: ⊥ - perpendicular, ↲ - unghi drept, ∩- arc de cerc etc.

Triunghiul este cel mai simplu poligon. Omul cunoaște această figură încă din antichitate şi a folosit-o mult în practică. Din timpuri străvechi se întrebuințează în diferite construcții figuri de formă triunghiulară, ceea ce se explică nu numai prin simplitatea, dar mai ales prin rigiditatea acestei figuri. Probleme asupra triunghiurilor şi figurilor de formă triunghiulară le găsim în papirusurile egiptene şi în alte documente vechi. Istoricește la început a apărut noțiunea de triunghi echilateral, apoi cea de triunghi isoscel şi în sfârșit cea de triunghi scalen.

În Grecia Antică teoria triunghiurilor a fost elaborată în școlile lui Thales şi a lui Pitagora (sec. VI – V î.e.n.), iar apoi a fost expusă sistematic în cartea I-a a „*Elementelor*” lui Euclid.

Cele trei cazuri de egalitate a triunghiurilor au fost studiate în școala lui Pitagora. Importanța lor se datorește faptului, că rezolvarea multor probleme geometrice se reduce la stabilirea egalității unor triunghiuri.

Proclus îi atribuie lui Thales descoperirea cazului II de egalitate a triunghiurilor (după o latură şi unghiurile alăturate ei). Acest caz era folosit de Thales pentru determinarea depărtării corăbiilor de malul mării cam în felul următor.

Noțiunea de *unghi drept* este una din cele mai vechi noțiuni geometrice; ea este legată de imaginea poziției verticale a omului şi a multor obiecte din împrejurul lui. Triunghiul dreptunghic este de demult folosit în diferite măsurări pe teren şi în practica zidirii edificiilor.

Termenul „*ipotenuză*" este de origine greacă, însemnând „*ceea ce se întinde*". Formarea acestui termen se explică astfel: pe harpele antice cordele erau întinse la capetele a două suporturi reciproc perpendiculare. Euclid nu folosea termenul de „*ipotenuză*", ci cuvintele „*latura ce întinde unghiul drept*" (deci cuvântul „*ipotenuză*" îl folosea numai în sens de „*ce întinde*").

Termenul „*catetă*" derivă din cuvântul grec „*catetos*", care însemna (şi se folosea mult timp în sens de) „*vertical*", „*perpendicular*". În acest înțeles figurează „*cateti*" şi în vechile cărți naționale de matematică. Euclid folosea în loc de „*catete*" cuvintele „*laturile ce cuprind unghiul drept*". Termenul „*perpendicular*", format în Evul Mediu, este de origine latină, însemnând „*vertical*". În literatura română veche se folosea şi „*drept în jos*", „*cumpănă*" în loc de „*perpendicular*".

De origine greacă sunt termenii „*coardă*" (în cărțile naționale vechi – „*strună*"), „*diametru*" (de la „*dia*" – *prin*, printre; „*metro*" – *măsor*), „*teoremă*" („*teroe*" – *judec*, *chibzuesc*), „acxiomă" – *afirmație netăgăduită* etc.

Cuvântul grec „*paraleloi*" înseamnă „*care merg alături*" şi a fost folosit ca termen geometric încă cu 2500 ani în urmă în școala lui Pitagora. Matematicianul Papus din Alexandria (sec. III) nota paralelismul dreptelor prin semnul =; la fel procedau şi alți matematicieni până în secolul XVIII, după ce semnul de egalitate =, întrodus de Record, a întrat în uz general, a fost adaptat pentru notarea paralelismului semnul ||, de care ne folosim şi noi. Importanța axiomei dreptelor paralele a lui Euclid în geometrie se explică prin faptul, că ea servește drept bază pentru demonstrarea unui mare număr de teoreme însă nu toate teoremele se bazează pe ea. De exemplu, pentru a demonstra cele trei criterii de paralelism – așa numitele „*teoreme directe de paralelism*", adică egalitatea unghiurilor alterne şi corespondente, formate la întretăierea a două drepte paralele cu a treia dreaptă etc.

Cartea „*Elemente aritmetice arătate fireşti*" (1795) a lui Amfilohie Hotiniul are un capitol, intitulat „*Pentru aritmetica geometriei, căruia îi zice uneori şi Geometricească aritmetică*", în care se vorbește, printre altele, despre unele noțiuni şi figuri geometrice. Iată câteva exemple: „*Linia dreaptă este ca o sfoară întinsă între două cuie*". Unghiul zis „*angol*", poate fi drept, ascuțit sau „*tîmpit*" (obtuz). Se folosesc termenii cerc, arc, diametru etc. Alături de „*rază*" se întrebuințează şi „*semidiametru*". Termenul „*circumferință*" lipsește, în schimb

la nevoie se spune „*împrejorarea cercului*”. Cuvântul „*figură*” este folosit de Amfilohie Hotiniul în sensul de ***cifră***, iar „*cifra*” – cu sensul de ***zero***. De altfel, termenul „*figură*” provine din latina medievală, fiind traducerea exactă a cuvântului respectiv grecesc – „*schemă*”.

Istoricește primul patrulater, cu care a făcut cunoștință omenirea, este probabil, ***pătratul***. Euclid numește pătratul chiar „*patrulater*”. Au urmat pe semn dreptunghiul, trapezul isoscel şi cel dreptunghic etc. Aceste figuri se întâlnesc în papirusurile egiptene şi în alte documente antice. Cuvântul grecesc „*romb*”, care se întâlnește numai o singură dată în „*Elementele*” lui Euclid, era folosit în vorbirea curentă în înțeles de fus, titirez. O secțiune plană a titirezului dădea imaginea aproximativă a figurii geometrice, numite mai târziu „*romb*”. Termenul „*trapez*”, care în limba greacă înseamnă „*măsuță*”, este folosit de Euclid şi în tot Evul Mediu în înțelesul de patrulater oarecare. Abia începând cu secolul XVIII termenul „*trapez*” se folosește în sens modern (iar în antichitate – numai de matematicianul grec Posidoniu).

Faptul, linia medie a unui trapez este egală cu semisuma bazelor, era cunoscut încă cu vreo 4000 ani în urmă babilonienilor şi egiptenilor. Despre aceasta mărturisesc papirusul lui Ahmes, unele tăblițe cuneiforme, o inscripție străveche de pe pereții templului de la Edfu în Egiptul de Sus. Propoziția este conținută şi în scrierile lui Heron din Alecsandria. Ea era folosită în practică de constructori şi tehnicieni hotarnici, măsurători ai pământului.

Propoziția care afirmă, că cele trei mediane ale unui triunghi ABC se intersectează într-un punct O, se poate demonstra fără ajutorul axiomei dreptelor paralele a lui Euclid, deci ea face parte din geometria absolută. Încă cu vreo 2200 de ani în urmă marele fizician şi matematician grec Arhimede a demonstrat, că punctul O de intersecție a medianelor este baricentrul, adică ***centrul de greutate*** al triunghiului. Aceasta înseamnă că centrul de greutate al unei plăci subțiri şi omogene de formă triunghiulară este punctul O, adică, considerând vârfurile, A, B, C, ca 3 puncte materiale de aceeași greutate, forța rezultantă a sistemului alcătuit din cele trei greutăți are ca punct de aplicaţie tocmai punctul de intersecție a medianelor. Dacă triunghiul ABC este echilateral, atunci centrul lui de greutate coincide cu centrul lui de simetrie.

Ideea despre arie s-a născut în timpurile străvechi şi s-a format în procesul activității practice a omului. La început oamenii evaluau din ochi arii pentru scopuri practice, iar mai târziu, în baza unei experiențe îndelungate, au descoperite cele mai scumpe ***legi***, adică ***reguli*** (formule), de exemplu, aria unui dreptunghi – prin produsul lungimii laturilor sale. Aceste reguli erau folosite pentru agricultori pentru a calcula ariile câmpurilor însămânțate, a evalua recolta etc.

Teorema lui Pitagora era cunoscută în Babilon şi în Egiptul Antic încă cu vreo 4000 de ani în urmă. Folosindu-se de faptul cunoscut, că triunghiul, ale cărui laturi sunt egale cu 3, 4, 5 unități, este dreptunghic, egiptenii construiau pe teren unghiuri drepte. Se proceda cam astfel: pe o frânghie se făceau 12 noduri la o distanță egală, apoi se fixau cu țăruși vârfurile triunghiului, având laturile egale respectiv cu 3, 4 şi 5 părți egale, obținând unghiul drept, format de primele două laturi (catetele).

În vechile „*vede*” indiene, mai ales în „*Sulva-sutra*” („*Regulile frânghiei*”), în care se expun explicații despre construirea altarelor, teorema, despre care este vorba, ocupă un loc de vază. În ele întâlnim următoarele, „*numere pitagorice*” (*adică grupe de trei numere întregi, exprimând lungimile laturilor unor triunghiuri dreptunghice*): (3, 4, 5); (5, 12, 13); (8, 15, 17); (7, 24, 25); (12, 35, 37).

Vestitul orator şi om de stat Cicerone (sec. I î.e.n.), cât şi scriitorul grec Plutarh (sec. I) ş.a. i-au atribuit greșit lui Pitagora descoperirea (sau prima demonstrare a) teoremei despre care este vorba. Astfel ea a primit denumirea de „*Teorema lui Pitagora*”, cu toate că era cunoscută şi a fost chiar demonstrată cu mult înaintea lui.

Importanța şi faima acestei teoreme i-a făcut pe mulți matematicieni să se ocupe de ea. În prezent se cunosc peste 100 de demonstrații ale teoremei lui Pitagora.

Bibliografie

1. ALBU, Adrian C. *O istorie a matematicii. Antichitatea până în secolul VI (XIII). Vol. I.* Pitești: Nomina, 2009. 3 vol. 457 p.
2. GLEIZER, G.I. *Istorismul în predarea matematicii. Geometria şi trigonometria. Partea III.* Chișinău: Lumina, 1966. 208 p. (*cu caractere chirilice*).
3. VILEITNER, G. *Istoria Matematicii de la Descartes până la jumătatea secolului al XIX-lea*. Moscova: Fiz-mat,1960. 467 p. (în rusă).
4. BOTH, N. *Istoria Matematicii.* Cluj-Napoca: Alc Media Grup, 1999. 256 p.

CZU: 514.11+53

APLICAȚII PRACTICE ALE TRIGONOMETRIEI ÎN FIZICĂ

Serghei MAFTEA, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0001-9497-2967
Academia „Ștefan cel Mare” a MAI

Rezumat. Modelul educațional STEM/STEAM include mai multe particularități reprezentând pe moment, din perspectiva strategică, un obiectiv al educației moderne, atât pe plan național, cât și internațional. Articolul de față abordează modelul menționat prin problematică ce se referă la formarea temeinică a legăturilor interdisciplinare dintre matematică și fizică.
Cuvinte cheie: matematică, educație STEM/STEAM, trigonometrie, fizica. interdisciplinaritate.

PRACTICAL APPLICATIONS OF TRIGONOMETRY IN PHYSICS

Abstract. The STEM/STEAM educational model includes several fields currently representing a strategic objective of modern education both nationally and internationally. The present article approaches the mentioned model through problematic which refers to the fundamental formation of the transdisciplinary links between mathematics and physics.
Keywords: mathematics, STEM/STEAM education, trigonometry, physics, interdisciplinarity.

Formarea competențelor – cheie, specificate la alin. (2) art.11 în Codul Educației al Republicii Moldova implică popularea procesului educațional cu conexiuni interdisciplinare [1]. Etapa actuală, de dezvoltare a societății umane prin prisma spectrului educațional, este caracterizată de faptul că ramurile științei prezintă strânse legături între ele, din acest motiv, este necesar ca și între disciplinele școlare să se prezinte germenii acestor relații. Legăturile interdisciplinare au devenit o condiție didactică și o modalitate de asimilare completă și cuprinzătoare a fundamentelor științelor implementate în procesul educațional. În acest context ținem să evidențiem punctul de vedere, la care ne aliniem, că disciplina Matematica trebuie să rămână o disciplină monodisciplinară în Planul Cadru de învățământ al școlii, dar cu mențiunea că învățarea matematicii necesită în mod obligatoriu, și evidențierea transdisciplinarității [2].

Elemente indispensabile spațiului educațional îl reprezintă idealul educațional și misiunea educației, în acest sens educația STEM reprezintă o modalitate persistentă de perspectivă în vederea asigurarea atingerii acestora. Educația STEAM sporește experiența școlară pe ambele părți, cea a elevilor și pe cea a profesorilor, oferind și oportunitatea generării de standarde personale pe care elevii le vor transla pe întregul traseu academic [3]. Astfel, interdisciplinaritatea ca verigă importantă în lanțul definit de educația STEM asigură persistența elementelor menționate.

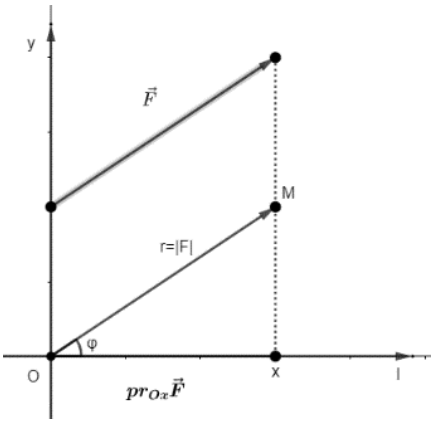
De asemenea, se poate sublinia că Matematica joacă un rol extrem de important în fizică, prin faptul că oferă posibilitatea de a generaliza și de a exprima legile fizicii într-o formă precisă și concisă. Astfel, în cele ce urmează, vom reliefa unele situații didactice de studiere a matematicii care sunt susținute de aspecte interdisciplinare ce implică elemente de fizică.

Trigonometria are un vast teritoriu de aplicabilitate fiind indispensabilă multor domenii precum geometria, fizica, mecanica și tehnica, precum și alte domenii. În continuare, pentru a elucida aplicativitatea trigonometriei în fizică, vor fi abordate câteva subiecte.

Teoremă. Proiecția unui vector $\vec{F}$ pe o careva axă l, $pr_l\,\vec{F}$, este egală cu produsul dintre lungimea vectorului, $\left|\vec{F}\right|$, și cosinus al unghiului dintre vector și axă:

$$pr_l\,\vec{F} = \left|\vec{F}\right| \cdot cos\,\phi.$$

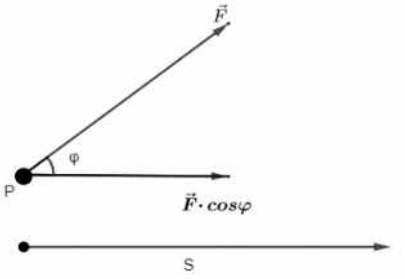
Dem. Fie ϕ – unghiul dintre vectorul $\vec{F}$ și axa *l*. Considerăm că axa *l* coincide cu axa *Ox*, iar originea vectorului $\vec{F}$ se află pe axa *Oy* a sistemului cartezian rectangular de coordonate.



Fie $\overrightarrow{OM}$ un reprezentat al vectorului $\vec{F}$, care se obține la translarea paralelă a vectorului $\vec{F}$ de-a lungul axei *Oy*. Evident că vectorii $\overrightarrow{OM}$ și $\vec{F}$ au aceeași proiecție. Așa dar: $cos\,\phi = \frac{x}{r}\,saux = r\,cos\,\phi$, unde x – este proiecția căutată, $x = pr_{Ox}\,\overrightarrow{OM} = pr_l\,\vec{F}$, iar r – este lungimea vectorului $\vec{F}$, $r = \left|\vec{F}\right|$. Deci $pr_l\,\vec{F} = \left|\vec{F}\right| \cdot cos\,\phi$. **c.t.d.**

Problema 1. Fie că asupra unui corp acționează o forță constantă $\vec{F}$ și corpul se mișcă uniform rectiliniu. Determinați lucrul *A*, efectuat de forța $\vec{F}$, pentru a deplasa corpul la distanța S.

Soluție. Se știe că pentru a determina lucrul efectuat de o forță $\vec{F}$ trebuie să înmulțim proiecția acestei forțe , $pr\,\vec{F}$, cu distanța S.

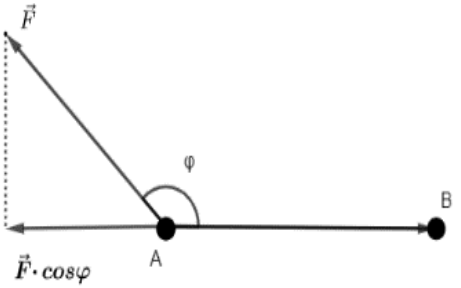


Aplicând **Teorema** se obține $A = pr\,\vec{F} \cdot S = \left|\vec{F}\right| \cdot cos\,\phi \cdot S$.

Problema 2. Fie *P* un punct material asupra căruia acționează forța constantă $\vec{F}$. Discutați semnul lucrului necesar pentru a deplasa rectiliniu punctul de la punctul *A* la punctul *B*.

Soluție. Lucrul efectuat de forța $\vec{F}$, în acest caz (vezi **Problema 1**), se determină conform formulei:

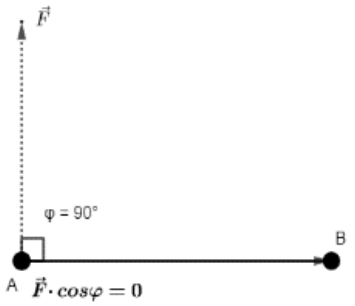
$$A_{\substack{\vec{F} \\ A\to B}} = \left|\vec{F}\right| \cdot |AB| \cdot \cos\varphi.$$



Astfel,

- dacă $0° \le \alpha < 90°$, atunci $cos\,\phi > 0$ și deci lucrul *A* este pozitiv: forța are aceeași direcție ca și deplasarea.
- dacă $90° < \alpha \le 180°$, atunci $cos\,\phi < 0$ și deci lucrul *A* este negativ (lucrul de rezistență), forța este orientată opus deplasării.

- dacă $\phi = 90°$, atunci $cos\,\phi = 0$ și deci lucrul A este nul.



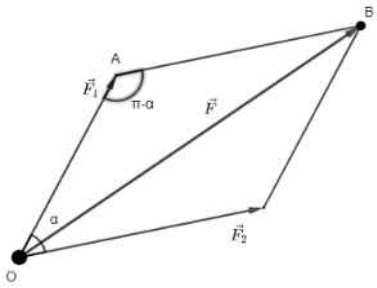
Problema 3. Fie că asupra unui punct acționează forțele $\overrightarrow{F_1}$ și $\overrightarrow{F_2}$unghiul dintre care este α. Determinați modulul forței rezultantă ce acționează asupra punctului.

Soluție. Problema se reduce la calcularea lungimii diagonalei OB a paralelogramului format pe baza vectorilor $\overrightarrow{F_1}$ și $\overrightarrow{F_2}$.

Folosim în ΔOABteorema cosinusurilor

$$OB^2 = OA^2 + AB^2 - 2OA \cdot AB \cdot cos(180° - \alpha).$$

Aplicând **Teorema** și formula de reducere corespunzătoare se obține $\left|\overrightarrow{F}\right|^2 = \left|\overrightarrow{F_1}\right|^2 + \left|\overrightarrow{F_2}\right|^2 - 2\left|\overrightarrow{F_1}\right| \cdot \left|\overrightarrow{F_2}\right| cos\,\alpha$.



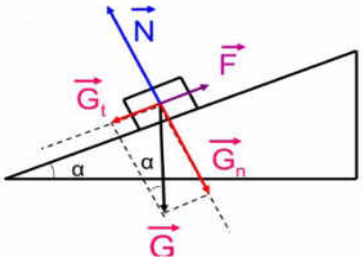
Problema 4. Fie un plan înclinat are lungimea *l*, înălțimea *h* și unghiul format de acesta cu planul orizontal este α. Să se determine componentele greutății $\vec{G}$ și forța $\vec{F}$, necesară ridicării unui corp pe acest plan înclinat în condiția neglijării forței de frecare.

Remarca1. Un plan care formează un unghi ascuțit cu planul orizontal se numește plan înclinat.

Remarca 2.

- Componenta normală a greutății, G_n, se obține prin proiecția greutății pe direcția perpendiculară cu direcția planului înclinat.
- Componenta tangențială a greutății, G_t, se obține prin proiecția greutății pe direcția paralelă cu direcția planului înclinat.

Soluție. În condițiile problemei ușor se realizează reprezentarea geometrică, unde: $\vec{G_n}$ și $\vec{G_t}$ sînt componentele greutății $\vec{G}$, $\vec{N}$ este forța de reacțiune normală ce apare la contactul dintre două corpuri.



Astfel, examinând reprezentarea geometrică se constată că:

- echilibrul pe direcția paralelă cu cea a planului înclinat se reduce la $\vec{F} + \vec{G_t} = 0 \Leftrightarrow \vec{F} = -\vec{G_t}$. Deci $\left|\vec{F}\right| = \left|\vec{G_t}\right|$.
- echilibrul pe direcția perpendiculară pe planul înclinat se reduce la $\vec{N} + \vec{G_n} = 0 \Leftrightarrow \vec{N} = -\vec{G_n}$. Deci $\left|\vec{N}\right| = \left|\vec{G_n}\right|$.

Aplicând **Teorema** și formula de reducere corespunzătoare se obține

$$\left|\vec{N}\right| = \left|\vec{G_n}\right| = \left|\vec{G}\right| cos\,\alpha \qquad \left|\vec{F}\right| = \left|\vec{G_t}\right| = \left|\vec{G}\right| cos(\frac{\pi}{2} - \alpha) = \left|\vec{G}\right| sin\,\alpha$$

Folosind noțiunea de *sinus* se obține $sin\,\alpha = \frac{h}{l}$, astfel $\left|\vec{F}\right| = \left|\vec{G}\right| \cdot \frac{h}{l}$.

Ca rezultat, se poate constata că, forța necesară ridicării unui corp pe un plan înclinat este de atâtea ori mai mică decât greutatea corpului, de cîte ori lungimea planului înclinat este mai mare decât înălțimea acestui plan. Deci forța respectivă și greutatea sunt direct proporționale cu înălțimea și lungimea planului înclinat.

Concluzii

Activitățile didactice propuse permit implementarea unor modele pedagogice ce fortifică legăturile interdisciplinare și educația STEAM. De asemenea, se asigură formarea mai completă a competențelor, asimilarea temeinică a conceptelor și legilor științifice, evidențierea unității lumii materiale, a relației dintre fenomenele naturii și sporește calitate organizării procesului educațional al elevilor. În plan general se poate constata că acestea prezintă din punct de vedere al valorii educaționale aspecte superioare. Pe dimensiunea particulară în vederea consolidării cunoștințelor și formării temeinice a competențelor matematice asociate trigonometriei pot fi propuse modele care au ca parte componentă și alte tematici din fizică. Deci, esența legăturilor interdisciplinare este direcționată spre stabilirea unor astfel de conexiuni între disciplinele academice care să permită formarea cunoștințelor generale sintetizate în rândul audienților. Implementarea sistematică a legăturilor interdisciplinare dintre matematică și fizică în cazul predării diferențiate a matematicii îmbunătățește calitatea cunoștințelor matematice ale elevilor, contribuie la formarea ideilor despre modelarea matematică, ca metodă de studiu al realității, fenomenelor oferind oportunități pentru dezvoltarea intereselor cognitive ale elevilor.

Bibliografie

1. Codul Educației al Republicii Moldova, nr. 152 din 17.07.2014. În: Monitorul Oficial al Republicii al Moldova, 2014, nr. 319-324.
2. ACHIRI, Ion. Matematica și educația STEAM: aspecte transdisciplinare. În: Materialele Conferinței științifice international „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)" dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol GREMALSCHI. Volumul I, p.25, 282, 29-30 Oct. Chișinău, 2021.
3. MAFTEA, Serghei. Idealul educațional și misiunea educației prin prisma conceptului STEAM. În: Materialele Conferinței științifice international „Abordări inter/ transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)" dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol GREMALSCHI. Volumul I, p. 114. 29-30 Octombrie. Chișinău, 2021.
4. MAFTEA, Serghei. Inițiere în trigonometrie. Chișinău: Departamentul Editorial-Poligrafic al Academiei "Ștefan cel Mare", 2021.

CZU: 514:37.026(091)

ISTORICUL METODOLOGIEI STUDIERII POLIEDRELOR REGULATE ÎN GEOMETRIE

Gabriela MARCHITAN, inspector școlar general
https://orcid.org/0000-0001-5558-4136
IȘJ Vrancea, România

Rezumat. În matematică se cunosc cinci corpuri ideale, care au fost întotdeauna sursa disputelor între știință și misticism. În Academia lui Platon au primit și numele de solide platonice.
Cuvinte cheie: geometrie spațială, poliedre, poliedre regulate, tetraedru, hexaedru, octaedru, dodecaedru, icosaedru, misticism medieval.

HISTORY OF THE METHODOLOGY OF STUDYING REGULAR POLYHEDRA IN GEOMETRY

Abstract. In mathematics, five ideal bodies are known, which have always been the source of disputes between science and mysticism. In Plato's Academy they also received the name Platonic solids
Keywords: spatial geometry, polyhedra, regular polyhedra, tetrahedron, hexahedron, octahedron, dodecahedron, icosahedron, medieval mysticism.

Noțiunea de ***poliedru regulat*** (apud Purcaru) a apărut în Academia lui Platon. Ele au mai fost numite *corpuri platonice,* corpuri geometrice spațiale mărginite de suprafețe plane în formă de poligoane regulate. ***Poliedrele regulate*** sunt cunoscute sub diverse forme încă din antichitate.

Un ***poliedru convex*** se numește ***regulat***, dacă toate fețele lui sunt poligoane regulate congruente între ele și toate unghiurile poliedre tot congruente între ele. Prin urmare, vor fi congruente respectiv toate elementele măsurabile ale poliedrului regulat dat: *muchiile, unghiurile: plane, diedre, poliedre și, respectiv, poligoanele care reprezintă fiecare față laterală*.

Studiul cu referire la corpurile platonice (poliedrele regulate), se conține în ultima, cea de a XIII-a carte, a *Elementelor* lui Euclid, fiind considerat *nimbul* sau *aureola* fascinantă a *Elementelor*. Cartea este inspirată după Theetet (*ilustru matematician grec*) și fundamentată de lucrarea *Compararea celor cinci corpuri regulate* a lui Aristeu (Aristaeus) cel Bătrân (cca 320 î.e.n.) (*ilustru matematician grec considerat după Montucla, ca fiind unul din dascălii lui Euclid*) (*apud Albu*).

Inițial Euclid determină existența acestor poliedre și, anume, indică modalitatea cum de înscris într-o sferă un poligon regulat:

- ***tetraedrul*** – ***piramida triunghiulară regulată*** (din grecește: „*tetra*” – patru și „*(h)edra*” – față) – poliedrul care are 4 fețe (triunghiuri echilaterale), 4 vârfuri, 6 muchii;
- ***hexaedrul*** – ***cubul*** *(*din grecește: „*hexa*” – șase) – are 6 fețe (pătrate), 8 vârfuri, 12 muchii;

- ***octaedrul*** (din grecește: „*octo*” – opt) – are 8 fețe (triunghiuri echilaterale), 6 vârfuri, 12 muchii;
- ***dodecaedrul*** (din grecește: „*dodeca*” – doisprezece) – are 12 fețe (pentagoane regulate), 20 vârfuri, 30 muchii;
- ***icosaedrul*** (din grecește: „*eicosi*” – douăzeci) – are 20 fețe (triunghiuri echilaterale), 12 vârfuri, 30 muchii.

După aceste relatări Euclid demonstrează în cea de-a 18-a propoziție, ultima din cartea a XIII-a, în afară de aceste 5 corpuri menționate, că alte corpuri regulate nu există și expune modalitatea de construcție a fiecărui corp separat (Vaerden. p. 237-239).

De tot erau cunoscute 5 poliedre regulate în școala pitagoriană (sec. VI î.e.n.), fiind una dintre cele mai valoroase descoperiri ale matematicii din Grecia Atică. Toate aceste poliedre regulate, după cum indică cercetările lui Lindeman erau cunoscute egiptenilor antici. Matematicianul Proclus (sec. V) îi atribuie lui Pitagora construcția celor 5 poliedre regulate, însă cercetări mai recente indică faptul, că Pitagora putea cunoaște doar cel mult: *cubul*, *tetraedrul* și *dodecaedrul*, pe când octaedrul și icosaedrul au fost descrise abia de Theetet din Atena (sec. IV î.e.n.).

Pitagorienii atribuiau poliedrelor regulate un loc extrem de important în „*teoriile lor cosmologice*”. Sub influența lor Democrit a atribuit unor atomi formele poliedrelor regulate. Și actualmente se consideră că:

- ***tetraedrul*** corespunde formei atomului de apă solidă – gheața (anume de atâta cu mare înverșunare ne pișcă gerul din *ningău* și *faur*);
- ***hexaedrul*** – ***cubul –*** corespunde formei atomului de sare de bucătărie;
- ***octaedrul*** – corespunde formei atomului de aur;
- ***dodecaedrul*** – corespunde formei atomului briliantului, care reflectă o fascinantă iluminare având toate unghiurile diedre de 120°, unghiuri care permit o reflectare totală a luminii, ceea ce frapează ochiul omului, în special, ochiul unei doamne distincte;
- ***icosaedrul*** corespunde formei atomului rocii (pietrei) de diamant, ce posedă o duritate rar atestată, ceea ce permite de a fi utilizată în fabricarea uneltelor de tăiat.

Platon nimic nu a adăugat la teoria matematică a pitagorienilor cu referire la teoria poliedrelor regulate, ci le-a atribuit următoarea interpretare metafizică, dând formelor lor respectiv cele patru „*elemente de bază*” ale naturii:

- ***tetraedrului*** îi corespunde pământul;
- ***hexaedrului***/***cubului –*** apa;
- ***octaedrului*** – aerul;
- ***icosaedrului*** – focul.

În Academia lui Platon poliedrele regulate erau cunoscute ca corpuri geometrice ale căror fețe sunt poligoane regulate, toate fețele identice între ele congruente și cu toate unghiurile poliedre congruente, menționate prima oară în opera lui Platon „*Timei*”. Cubul are

fețele pătrate, dodecaedrul (*cu 12 fețe*) este construit pe baza pentagonului regulat (*consultați poligoane regulate*), iar tetraedrul, octaedrul și icosaedrul (*cu 20 fețe*), pe baza triunghiului echilateral. În Istoria Matematicii mai sunt cunoscute sub numele „*corpuri platonice*", datorită faptului că Platon a încercat să identifice o relație între fiecare dintre aceste corpuri și cele cinci elemente din care se credea, pe atunci, că este alcătuit întreg Universul.

Ulterior la ele a fost atașat și cel de-al 5-lea corp din familia poliedrelor regulate – dodecaedrul. Lui i s-a atribuit ***cosmosul***.

În Muzeul Britanic se păstrează un exponat al unui dodecaedru cu briliante pe toate laturile lui, descoperit printre săpăturile arheologice ale siturilor istorice etrusce, datate cca 900-600 ani înaintea erei noastre. Se consideră că acest corp ideal ar fi putut servi ca totem în ritualuri religioase ale etruscilor.

Din considerentele menționate poliedrele regulate au fost denumite: „*corpuri cosmice*", „*corpuri platonice*", „*corpuri ideale*".

Cu studiul poliedrelor regulate s-au ocupat Papus din Alexandria (sec. III), mai apoi mulți oameni de știință și arte din Epoca Renașterii, printre care s-a remarcat Iohann Kepler, Luca Paciolli, Albreht Durer, O. Finaeus, P. Ramus etc.

Luca Paciolli în baza lor a scris despre secțiunea de aur.

Albreht Durer ocupându-se de poliedre a indicat cum se poate construi din hârtie un poliedru regulat, decupând desfășurata apoi modelând-o după muchiile corespunzătoare.

La începutul carierei sale științifice, Iohann Kepler, pentru care poliedrele regulate au fost cel mai îndrăgit subiect de cercetare în calitate de astronom și astrolog al Curții Regale din Praga, a emis o descoperire falsă, care la începutul carierei i-a adus mare stimă și slavă, însă de care ulterior, după ce a devenit adept al concepției lui Copernic, s-a dezis, socotind-o incorectă și nefondată științific. Această „*descoperire*" expusă în cartea: „*Taina Cosmografică*" (1596), consta în următoarele: sferei pe care se rotește Miercuriu (orbita lui în raport cu toate orbitele planetelor Sistemului Solar, se consideră drept cerc) i se circumscrie un *octaedru*; în jurul octaedrului – o sferă, pe care se deplasează Venera (Venus), căreia i se circumscrie un *icosaedru*; în jurul icosaedrului – o sferă pe care se deplasează Pământul (Tera), căreia i se circumscrie un *dodecaedru*; în jurul dodecaedrului – o sferă , pe care se deplasează Marte (Mars), căreia i se circumscrie un *tetraedru*; în jurul tetraedrului – o sferă , pe care se deplasează Jupiter, căreia i se circumscrie un *hexaedru*; în jurul hexaedrului – o sferă, pe care se deplasează Saturn, ultima planetă din Sistemul Solar cunoscută lui Kepler.

Ulterior, studiind observațiile de mai mulți ani duse de eminentul astronom Tiho Braghe astronom la Curtea Regală din Viena asupra mișcării planetelor și, în special, a planetei Marte, Kepler descoperă, că Marte se deplasează nu după un cerc cum se presupunea, ci după o elipsă, și revizuind în mod critic riguros viziunile sale cu referire la mișcările planetelor și structura cosmografică a Universului cunoscut lui, a ajuns la descoperirea „*legilor lui Kepler de deplasare a corpurilor cerești*". Datorită acestor legi de deplasare a corpurilor cerești, legi sfinte în astronomia modernă, a fost determinată și eroarea numărării anilor în conformitate

cu **era creștină** – de la **nașterea lui Hristos** (*se presupune o eroare de cel puțin 4 ani*), comisă de Dionisii cel Mic (*calugăr român din Dobrogea*), care a fost secretar la 5 Papi la Roma.

De demonstrarea teoremei cu referire la poliedrele regulate și elementele lor s-a ocupat Euler. Euler a determinat dependența funcțională dintre muchiile, fețele și vârfurile oricărui poliedru regulat. Dacă M este numărul muchiilor, F – numărul fețelor și V – numărul vârfurilor poligonului regulat, atunci: $M + 2 = F + V$. Verificați formula în corespundere cu tabelul:

	Vârfuri	***Fețe***	***Muchii***	***V + F – 2 = M***	***MISTICA***
Tetraedrul	***4***	***4***	***6***	***4 + 4 – 2 = 6***	*pământul*
Hexaedrul	***8***	***6***	***12***	***8 + 6 – 2 = 12***	*apa*
Octaedrul	***6***	***8***	***12***	***6 + 8 – 2 = 12***	*aerul*
Dodecaedrul	***20***	***12***	***30***	***20 + 12 – 2 = 30***	*cosmosul*
Icosaedrul	***12***	***20***	***30***	***12 + 20 – 2 = 30***	*focul*

Cu 100 ani înaintea lui Euler această teoremă a fost formulată de către Renet Descartes, însă nu a fost demonstrată la momentul dat.

În 1812 O. Coși a demonstrat, că alte poliedre regulate nu există.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii. Antichitatea până în secolul VI (XIII). Vol. I.* Pitești: Nomina, 2009, 3 vol. 457 p.
2. BOTH, N. *Istoria Matematicii.* Cluj-Napoca: Alc Media Grup, 1999. 256 p.
3. GLEIZER, G.I. *Istoria matematicii în școală. Clasele IX-X. Suport pentru cadrele didactice (Istoria matematicii în cadrul orelor. Istoria matematicii în cadrul activităților extracurriculare.).* Moscova: Prosveșcenie, 1983, 351 p. (în rusă).
4. GLEIZER, G.I. *Istorismul în predarea matematicii. Partea a III-a. Geometria şi trigonometria.* Chișinău: Lumina, 1966. 207 p. (cu caractere chirilice).
5. KOLMAN, E. *Istoria Matematicii în antichitate.* București: Editura Științifică, 1963. 246 p.
6. STROIK, D.I. *Succintă incursiune în Istoria Matematicii*. Moscova: Nauka, 1969. (ediția a II-a), 327 p. (în rusă).
7. VAN DER VARDEN, B.L. *Știință în deșteptare. Matematica Egiptului, Babilonului şi Greciei Antice*. Moscova: Fiz-mat,1959. 459 p. (în rusă).
8. VILEITNER, G. *Istoria Matematicii de la Descartes până la jumătatea secolului al XIX-lea*. Moscova: Fiz-mat,1960. 467 p. (în rusă).

CZU: 514.113

SOLUȚIONAREA PROBLEMELOR DE GEOMETRIE COMPETITIVĂ PRIN INTERMEDIUL CONCEPTULUI DE ARIE

Sergiu PORT, dr. conf. univ., UPS „Ion Creangă”
https://orcid.org/0000-0001-8923-7116

Rezumat. În această lucrare, sunt prezentate demonstrații geometrice, folosind software-ul matematic. Aceste demonstrații ar trebui prezentate în manualele școlare, pw lângă demonstrațiile analitice.
Cuvinte cheie: demonstrații geometrice, software matematic, demonstrații analitice.

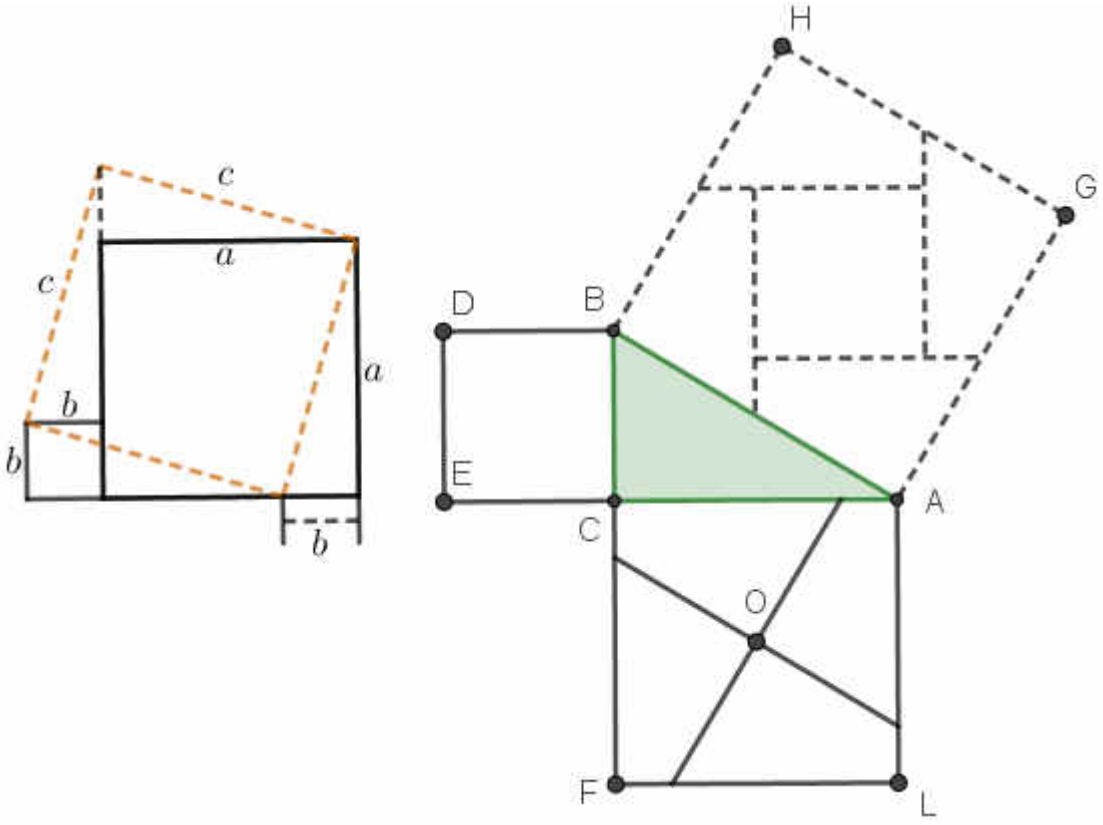
SOLVING COMPETITIVE GEOMETRY PROBLEMS THROUGH THE AREA CONCEPT

Abstract. In this paper, using mathematical software, geometrical proofs are presented. These proofs should be presented, in school textbooks, additionally to the analytical demonstrations.
Keywords: geometrical proofs, mathematical software, analytical demonstrations.

În acest articol voi aduce demonstrații a unor probleme de concurs la geometrie bazate pe conceptul de arie. Sunt prezentate diferite metode de demonstrații.

În prima problemă sunt aduse demonstrații pentru teorema lui Pitagora. Demonstrațiile propuse nu sunt analitice.

În școală, teorema lui Pitagora se demonstrează cu ajutorul teoremei catetei.



Teorema lui Pitagora are formula în forma $a^2+b^2=c^2$ unde a și b sunt lungimile catetelor, iar c lungimea ipotenuzei. Ariile pătratelor construite pe catete și ipotenuză sunt egale cu a^2 ,b^2 ,c^2 corespunzător. Aici am aplicat un alt tip de demonstrație utilizând conceptul de arie.

Cu ajutorul aplicației Geogebra am construit pentru fiecare demonstrație desenele de mai sus cu evidențierea triunghiurilor și pătratelor. Din desenele date pe foaie pot fi decupate cu foarfecile figurile necesare, care pot fi suprapuse. Dacă considerăm primul desen atunci este evidentă suprapunerea în pătratul cu latura *c* a părților decupate din pătratele cu laturile *a* și *b*.

Al doilea desen de asemenea prezintă o demonstrație prin suprapunere. Triunghiul *ABC* este dreptunghic și *CEDB, FCAL, BHGA* – pătrate. Pătratul *FCAL* este divizat în patru patrulatere congruente de două segmente, ce trec prin punctul *O* – centrul pătratului, încât aceste segmente sunt egale fiecare cu ipotenuza *AB*. Decupăm pătratul *CEDB* și pătratul *FCAL* divizat în patru patrulatere. Le aplicăm conform desenului pe ipotenuza *AB* și în rezultat obținem pătratul *BHGA*. Aceste demonstrații sunt interesante prin simplitatea geometrică. Mai mult ca atât nu conțin formule iar construcțiile se memorează ușor. Consider că astfel de demonstrații geometrice sunt binevenite în manualele școlare în paralel cu demonstrațiile analitice.

Problemele de optimizare geometrică sunt cunoscute din antichitate [2]. Am utilizat metoda optimizării geometrice pentru următoarea problemă.

Problema. De determinat volumului maximal a vaselor, construite dintr-un pătrat cu latura egală cu *1 m*.

Soluționarea se bazează pe teoremă mediilor.

Teoremă: Dacă suma a *n* variabile pozitive este egală cu o constantă, atunci produsul acestor variabile va avea valoarea maximă, când toate variabilele sunt egale cu aceiași valoare.

În această problemă sunt analizate trei cazuri reprezentate în figurile de mai jos.

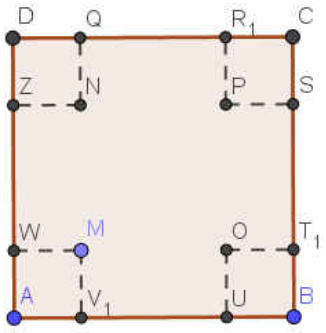


fig. 1

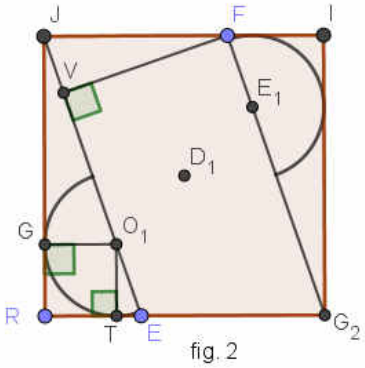


fig. 2

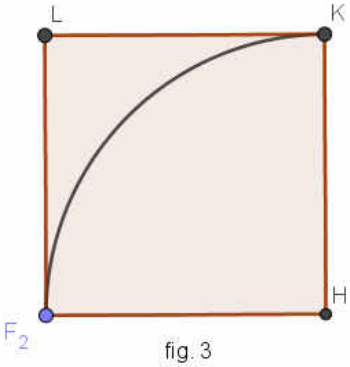


fig. 3

Cazul 1. Din vârfurile pătratului *ABCD* se decupează pătrate egale încât din partea rămasă se construește o cutie. Aflați volumul maxim a cutiei (fig.1).

Rezolvare: Pătratele decupate sunt *AWMV,DQNZ,CSPR,BUOT* și notăm latura *AW=x (0<x<0,5)*. Baza cutiei este pătratul *MNPO* cu aria $S=(1-2x)^2$. Volumul cutiei depinde de *x* $V=x(1-2x)^2$. Aducem acest produs în forma teoremei de mai sus $x(1-2x)^2=(1-2x)\ (1-2x)\cdot 4x\ 0,25$. Conform teoremei valoarea maximă va fi atinsă când *4x=1-2x,* adică pentru $x=\frac{1}{6}$. Substituind această valoare în formula volumului de mai sus obținem $V_1=\frac{2}{27}$ *(≈0,074)*.

Cazul 2. Din pătrat se construește o căldare cilindrică, încât suprafața laterală să fie dintr-o bucată, iar baza din două semicercuri. Aflați volumul maxim a căldării (fig.2).

Rezolvare: În urma cercetării sa stabilit amplasarea suprafeței căldărei conform fig.2, încât suprafața laterală este paralelogramul JFG_2E în care notăm înălțimea $FV=h$. Raza bazei $O_1G=r$. Evident că lungimea cercului bazei $L=2\pi r=JE$. Construcția se realizează conform metodei algebrice [1]. Volumul căldării $V=h\pi r^2$. Din asemănarea triunghiurilor ΔJFV, ΔO_1JG, ΔEGR rezultă că $h=\frac{1-2r}{2\pi(1-r)}$, iar volumul $V=\frac{1}{2}r^2(1-\frac{r}{1-r})$. Analog cazului 1, aflăm $r=\frac{7-\sqrt{17}}{8}$ și îl substituim în formula de mai sus, pentru care obținem volumul maxim $V_2(\approx 0,028)$.

Cazul 3. Din pătrat se construește un vas în formă de con circular, încât suprafața laterală să fie dintr-o bucată. Aflați volumul maxim a vasului (fig.3).

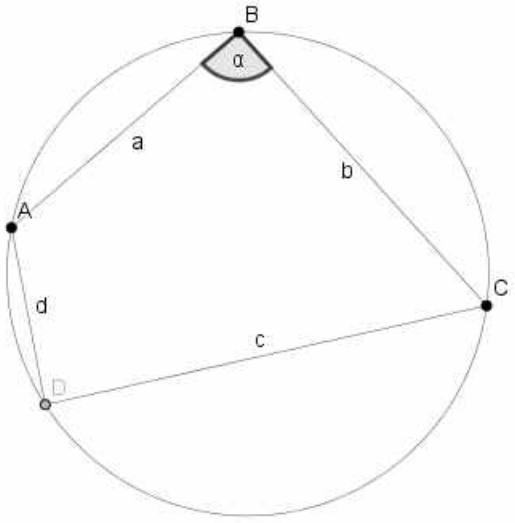
Rezolvare: Volumul maxim se obține pentru suprafața laterală reprezentată de o pătrime de cerc F_2KH cu centrul în H și raza $KH=1$. Acest fapt se datorează dependenței dintre raza bazei conului notată prin r și înălțimea h adică $h=\sqrt{1-r^2}$. Deoarece lungimea bazei conului este egală cu lungimea arcului F_2K rezultă că $2\pi r=0,5\pi$ de unde $r=0,25$. Volumul vasului are formula $V=\frac{1}{3}h\pi r^2$ în care substituim rezultatele de mai sus și obținem $V_3=\frac{\sqrt{15}}{192}$ $(\approx 0,021)$.

Concluzia rezultă din compararea volumurilor, adică volumul cel mai mare este în cazul 1.

Următoarea problemă are ca rezultat o relație invariantă pentru patrulaterele înscrise.

Problemă. Demonstrați că aria unui patrulater înscris în cerc are formula $S=\sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}$, unde a,b,c,d sunt laturile, iar p semiperimetrul.

Demonstrație.



Aria patrulaterului $ABCD$ este egală cu suma ariilor triunghiurilor ABC și ADC conform formulei

$S=0,5(ab+cd)\sin\alpha$. (1) unde α este unghiul de la vârful B.

Apoi aplicăm teorema cosinusurilor pentru aceleași triunghiuri, egalând expresiile pentru pătratul lui *AC* din ambele formule. Vom ține cont de condiția pentru patrulaterele înscrise în cerc, adică unghiurile opuse sunt suplimentare.

$a^2+b^2-2ab\ cos\alpha=c^2+d^2-2cd\ cos(\pi-\alpha)$, de unde evidențiem $cos\alpha$, iar prin formulele de transformări trigonometrice obținem $sin\alpha=\sqrt{1-\frac{(a^2+b^2-c^2-d^2)^2}{4(ab+cd)}}$ (2). Substituim (2) în (1)

$S^2=0{,}25^2(4(ab+cd)^2-(a^2+b^2-c^2-d^2)^2)= 0{,}25^2((a+b+c-d)(a+b-c+d)(a-b+c+d)(-a+b+c+d))=$
$=(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)$, unde $2p=a+b+c+d$.

Am obținut formula, ce trebuia demonstrată.

Bibliografie

1. PORT, S. *Geometrie Constructivă*. Chișinău, 2009.
2. PORT, S. TRIFAN, V. *Istoria Matematicii*. Chișinău, 2015.
3. АДЛЕР, А. (перевод с немецкого Фр. Фихтенгольца) *Теория геометрических построений*. Ленинград: Учпедгиз, 1940. 232 с.
4. GARDNER, M. *Mathematical puzzles and diversions*. London: Beil and Sons, 1971.
5. NAGIBEN, F.; KANIN, E. *Caleidoscop matematic*. Chișinău: Lumina, 1987.

CZU: 511.12(091)

EVOLUȚIA GENETIC-ISTORICĂ A NOȚIUNILOR DEPENDENȚEI DIRECT ȘI INVERS PROPORȚIONALE ÎN MATEMATICĂ

Svetlana RAHIMOV, Gimnaziul Volovița „Alexandru Lupașcu" Soroca, RM
https://orcid.org/0000-0002-1941-0929

Rezumat. Omul în activitatea sa practică a trebuit întotdeauna să rezolve cele mai variate situaţii sub forma unor probleme care conţin dependenţe între mărimi. Rezolvarea unor astfel de situații în timp s-a transformat în teoria proporțiilor.

Cuvinte cheie: proporții, dependențe direct proporționale, dependențe invers proporționale, regula de trei, mărimi proporționale.

THE GENETIC-HISTORICAL EVOLUTION OF THE NOTIONS OF DIRECTLY AND INVERSELY PROPORTIONAL DEPENDENCE IN MATHEMATICS

Abstract. Man in his practical activity has always had to solve the most varied situations in the form of problems containing dependencies between quantities. Solving such situations over time turned into the theory of proportions.

Keywords: proportions, directly proportional dependencies, inversely proportional dependencies, rule of three, proportional quantities.

Problemele la distribuirea între obiecte neomogene, a ceva mai general, în bună parte îi interesa pe matematicienii antici în legătură cu problemele împărțirii unei moșteniri, a unei dobânzi sau a cheltuielilor. Sub formă generală problemele de acest tip se reduc la distribuirea unei oarecare cantități A într-un număr oarecare x_i de părți în corespundere cu numerele n_i, astfel încât: $n_1:n_2:n_3: :\ldots\ n_k = x_1:x_2:x_3: \ldots :x_k$, $\sum_1^k x_i = A$ cu toate că din soluționarea acestor probleme, operația de împărțire nici într-un mod nu se exclude, deoarece: $x_i = \frac{A*n_i}{\sum n_i}$, totuși aici ea este camuflată prin ideea generală a soluționării, bazată pe operarea cu şirul proporțional: $\frac{x_1}{n_1} = \frac{x_2}{n_2} = \frac{x_3}{n_3} = \ldots = \frac{x_k}{n_k} = \frac{A}{\sum n_i}$, este un tip de probleme cu o aplicare destul de vastă în matematica antică, care a preocupat în aceeași măsură mințile tuturor civilizațiilor antice şi nu şi-au pierdut semnificația nici în matematica Evului Mediu din țările islamului, nici în Bizanț, sau Europa Occidentală.

Dependența proporțională a fost completamente însușită de antici şi de rând cu metodele care utilizau noțiunea de media aritmetică, era practicată pentru soluționarea problemelor de cele mai variate tematice.

Drept bază logică a multor reguli practice aritmetica din punct de vedere teoretic servește noțiunea de mărime proporțională şi studiul referitor la proporţii. În aceste repere sunt incluse relațiile între mărimile direct proporţionale şi cele invers proporţionale. În epocile timpurii ale evoluției matematicii, în particular la hinduși, greci, arabi proporțiile jucau un rol, predominant, deoarece ele serveau ca metodă pentru soluționarea acelor probleme, care noi actualmente le rezolvăm prin utilizarea ecuaţiilor de gradul întâi. În afară de aceasta, în

matematica hindușilor, grecilor numărul raţional sau fracția ordinară erau concepute ca un raport a două numere, iar operațiile asupra fracțiilor - ca operații asupra raporturilor, şi din această cauză se reduceau la cercetarea proporţiilor, ceea ce şi mai mult subliniază specificul importanței studiului proporţiilor. Prin acestea se explică acel rol important, care era acordat studierii proporţiilor de către matematicienii hinduși, greci, arabi. Simplitatea şi exactitatea aplicării proporţiilor în calcule, se explică prin faptul că chiar şi după ce limbajul matematic simbolic a căpătat o largă utilizare în ecuaţii, rezultatele numerice se determinau cu ajutorul proporţiilor, dar şi actualmente ele au largă utilizare în soluționarea multor probleme din disciplinele ciclului real (chimie, biologie etc.).

Studiul proporţiilor este atestat deja în primele documente matematice cunoscute: tabelele cuneiforme sumeriene şi papirusurile egiptene, (Papirusul Moscovit şi Rhind). În primul papirus este atestat chiar un special simbol hieratic pentru noțiunea de raport, iar la sumerieni utilizarea proporţiilor au avut o aplicare mult mai extinsă. Probabil din matematica mesopotamiană rezultă rădăcinile începutului studiului proporţiilor. În textele cuneiforme din tăblițele de lut din Sumer adeseori este atestat un termen special pentru raporturi. Studiul proporţiilor în Grecia Antică capătă o largă utilizare şi fundamentare. Dacă inițial școala lui Pitagora, utiliza doar trei proporţii, numite în greacă *analogii*:

- ✓ *Aritmetică a – b = c – d,*
- ✓ *Geometrică a:b = c:d şi*
- ✓ *Armonică a:b = (a – b):(b – c),*

atunci ulterior matematicienii greci dezvoltă acest studiu şi obțin:

- ✓ *Proporțiile continue a – b = b – c şi a:b = b:c,*
- ✓ *Media aritmetică* $b = \frac{a+c}{2}$,
- ✓ *Media geometrică* $b = \sqrt{ac}$,
- ✓ *Media armonică* $b = \frac{2ac}{a+c}$.

Pitagoricii cunoșteau relația $a:\frac{a+b}{2} = \frac{2ab}{a+b}:b$. Totodată în antichitate erau cunoscute noțiunile de *proporţie aritmetică* şi *proporţie geometrică*, cu sensul de şir numeric, numite astăzi *progresii.*

Euclid, bazându-se pe teoria lui Eudox în *Elementele* sale evidențiază proporțiile derivate ce rezultă din proporția *a:b=c:d.*

1. *b:a = d:c*
2. *a:c = b:d*
3. *(a + b):b = (c + d):d,*
4. *(a – b):b = (c – d):d,*
5. *a:(a – b) = c:(c – d).*

Tot Euclid cunoștea următoarele proprietăţi ale proporţiilor:

1. *Din proporțiile a:b = d:e şi b:c = e:f rezultă a:c = d:f;*
2. *Din proporțiile a:b = e:f şi b:c = d:e rezultă a:c = d:f;*

3. *Din proporțiile $a_1:b_1 = c:d$ şi $a_2:b_2 = c:d$ rezultă $a_1:b_1 = a_2:b_2$;*
4. *Din proporțiile $a:b = c:d = e:f$ rezultă $(a + c + e)(b + d + f) = a:b = c:d = e:f$;*
5. *Din proporțiile $a:b = c:d$ rezultă $na:nb = c:d$;*
6. *Din proporțiile $a:b = c:d$ şi $e:b = f:d$ rezultă $a:e = c:f$;*
7. *Din proporțiile $a:b = d:e$ şi $b:c=f:d$ rezultă $a:c=f:e$*

În bună parte nu am exagera că în matematica antichității în linii generale, în bună parte, erau cercetate şi dependențe liniare. Celelalte dependențe, neliniare, se reduceau după caz la primele. Spre exemplu, trecerea la rezolvarea ecuaţiilor pătrate a fost făcută de matematicienii antici pentru prima oară sub presupunerea, că pentru aceasta se potrivește Regula Falsei Presupuneri, bazată pe o dependență proporțională a valorii necunoscute atât cea presupusă cât şi cea falsă. Însă prin acest procedeu se pot rezolva doar ecuațiile pătrate necomplete. Alt exemplu sunt progresiile, cu subiect îndrăgit de cercetare sau de soluționare a problemelor de către matematicienii antici, care s-au adeverit a fi foarte bine legate de metoda bazată pe dependență proporțională. Primele probleme legate de progresii, după cum confirmă documentele antice, anume se reduceau la probleme legate de cele de împărțire proporțională. Aceasta, îndeosebi bine se poate urmări, după textele matematice chineze *Cele zece cărți*.

Regula este formulată sub formă generală în următorul mod: „*Fiecărui determină raportul corespunzător, adună - acesta-i împărțitorul. Unește împărțitorul şi deîmpărțitul. Dacă împărțitorul este mai mare decât deîmpărțitul, atunci numește împărțitorul*". Regula în mod perfect corespunde formulei expusă mai sus pentru părțile proporţionale căutate, în care trebuie de împărțit numărul dat. Alegerea numerelor tematice, fac textele problemelor să fie cât mai originale. Iată unele probleme din *Matematica în nouă cărți.*

1. Țesătoarea iscusită

O țesătoare iscusită țese în fiecare următoare zi de 2 ori mai mult de cât în ziua precedentă. În 5 zile ea a țesut 5 ci. Se întrebă, câtă țesătură ea țese în fiecare zi.

Rezolvarea antică:

În prima zi ea a țesut $1^{19}/_{31}$ țuni, în ziua următoare ea a țesut $3^{7}/_{31}$ ţuni, în ziua a treia ea a țesut $6^{14}/_{31}$ ţuni, în ziua a patra ea a țesut 1 ci $2^{28}/_{31}$ ţuni, în ultima zi ea țesut 2 ci $5^{25}/_{31}$ ţuni. *Răspuns*: $1^{19}/_{31}$ ţuni; $3^{7}/_{31}$ ţuni; $6^{14}/_{31}$ ţuni; 1 ci $2^{28}/_{31}$ ţuni; 2 ci $5^{25}/_{31}$ ţuni. 1 ci = 10 ţuni.

2. Împărţirea aurului

Un şef a alocat din visterie 59 ţzîni 1 lan aur, a dăruit acest aur la 9 vani, 12 guni, 15 hou, 18 ţză, 21 nani. Fiecare va a primit aur cu 5 lani mai mult, de cât un gun; fiecare gun a primit aur cu 4 lani mai mult, de cât un hou; fiecare hou a căpătat cu 3 lani mai mult, de cât un ţzî; fiecare ţzî a primit aur cu 2 lani mai mult, de cât un nani. Se întreabă cât aur a căpătat fiecare dintre vani, guni, hou, ţzî, nani aparte?

Rezolvare:

Dacă notăm cea mai mică dăruire a uni vani prin *x*, atunci avem următoarea tabelă:

Fiecare separat	toți separat
Vani $(x + 9) + 5 = x + 14$	$9(x + 14) = 9x + 126$

Gun $(x + 5) + 4 = x + 9$ $12(x + 9) = 12x + 108$

Hou $(x + 2) + 3 = x + 5$ $15(x + 5) = 15x + 75$

Ţzî $x + 2$ $18(x + 2) = 18x + 36$

Nani x $21x = 21x$

toți în total $75x + 345$.

Așa cum *un ţzin* este egal cu *16 lani*, atunci *59 ţzini 1 lani* este egal cu

(59 – 16 + 1) lani sau *945 lani*.

În aceste condiții avem ecuația $75x + 345 = 945$, $75x = 600$, $x = 8$.

Prin urmare *unui nani* îi revine *8 lani*, *unui ţzî – 10 lani*, *unui hou – 13 lani*, *unui gun – 17 lani = 1ţzîni*, *unui vani îi revine 22 lani = 1 ţzini 6 lani*.

Răspuns: *1 vani – 1 ţzîni 6 lani, 1 gun – 1 ţzîni 1 lani, 1 hou – 13 lani, 1 ţzî – 10 lani, 1 nani – 8 lani.*

Împărţirea invers proporțională este atestată în operele antice chineze. În carte a II-a din *Matematica în nouă cărți* îndată după problemele *în trepte* (la împărţirea proporțională directă) urmată de problemele la *treptele inverse* (proporționalitatea inversă) (fani cini), la care se referă o indicație destul de scurtă şi confuză, neclară.

Materialul dat poate fi folosit la tema: „*Proporții*”.

In practica cotidiană sunt atestate o mulțime imensă de probleme la această temă: problemele legate de mișcare ($d = v \times t$ – *distanța parcursă este în dependență direct proporțională cu viteza aparte și cu timpul la fel, viteza și timpul între ele, când distanța se consider constantă, se află în relația dependenței invers proporționale*); problemele de vânzare-cumpărare (*cantitatea mărfii, prețul unei unități, costul mărfii în întregime*); calcularea ariei unui dreptunghi (*mărimile: bazei, înălțimii, ariei*); umplerea unui bazin prin două țevi (*capacitatea bazinului, viteza debitului apei la fiecare țeavă, timpul de curgere a apei, cantitatea de apă, care curge în bazin în timpul de lucru a țevilor*) etc. Practic în fiecare din aceste exemple avem o regulă, care permite de a calcula una dintre componente, dacă sunt cunoscute valorile numerice a celorlalte. În acest tip de probleme ce cere de împărțit un număr/mărime în părți: 1) direct proporționale mai multor numere date, pentru care este suficient de a-l împărți la suma acestor numere și câtul obținut de înmulțit, pe rând, la fiecare dintre aceste numere; 2) invers proporționale mai multor numere date, este suficient de a împărți acest număr în părți, direct proporționale numerelor, inverse față de cele date.

Bibliografie

1. KOLMAN, E. *Istoria matematicii în antichitate*. București: EȘ, 1963, 246 p.
2. ВОЛОДАРСКИЙ, А. И. *Очерки истории средневековой индийской математики.* Москва: Наука. 1977 г., 180 стр.
3. ДЕПМАН, И.Я. *История арифметики*. Москва: Просвещение. 1959 г. 192 стр.
4. ЧИСТЯКОВ, В.Д. *Материалы по истории математики в Китае и Индии* Москва: Учпедгиз. 1960 г. 168 стр.

CZU: 51:37.026

APLICAREA METODELOR VIZUALE DE PREDARE A RAPOARTELOR ȘI PROPORȚIILOR

Vadim REPEȘCO, doctor, conferențiar universitar
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău
https://orcid.org/0000-0001-8746-7559

Rezumat. Rapoartele și proporțiile sunt niște noțiuni rudimentare, însă extrem de importante și cu numeroase implicații în comprehensiunea altor noțiuni mai avansate din matematică. În acest articol sunt prezentate, prin exemple de probleme rezolvate, aplicarea metodelor vizuale la temele ce conțin rapoarte, proporții și procente. Se descrie importanța și pertinența aplicării unor astfel de metode.
Cuvinte cheie: metode vizuale, raport, proporție, procente.

APPLICATION OF VISUAL METHODS OF TEACHING RATIOS AND PROPORTIONS

Abstract. Ratios and proportions are rudimentary notions, but extremely important and with many implications in understanding of other more advanced notions in mathematics. In this article, via examples of solved problems, we show some applications of visual methods to topics containing ratios, proportions and percentages. We describe the importance and the relevance of applying such methods.
Keywords: visual methods, ratio, proportion, percentages.

Introducere

Noțiunile de raport și proporție se află la baza cunoștințelor matematice, deoarece o varietatea de concepte mult mai avansate pot fi introduse cu ajutorul lor. De exemplu, numărul π poate fi definit ca raportul dintre lungimea cercului și diametrul lui, funcțiile trigonometrice – ca niște rapoarte între lungimile unui triunghi dreptunghic, probabilitatea unui eveniment – ca raportul dintre numărul de cazuri favorabile îndeplinirii acestui eveniment și numărul total de cazuri posibile etc.

Dacă elevii nu au înțeles conceptul de raport sau proporție, atunci este evident că ei vor întâmpina dificultăți în asimilarea noilor cunoștințe sau cunoștințele noi vor fi înțelese la nivel superficial, iar drept rezultat elevii vor fi deseori incapabili să le aplice în rezolvarea diferitor probleme practice.

Rapoartele și proporțiile sunt introduse pentru prima dată în clasa a VI-a și autorii manualului [1], propun varii exemple pertinente de utilizare ale acestor noțiuni în viața cotidiană, cum ar fi: prețul produselor (lei/kg), viteza (m/s), densitatea materialelor (g/cm^3), concentrația, scara hărților geografice. Însă sunt numeroase cercetări care demonstrează că elevii întâmpină dificultăți în rezolvarea problemelor ce necesită aplicarea rapoartelor și proporțiilor, iar acest lucru afectează, în general, reușita la matematică [2,3]. Dacă problemele sunt ilustrate sau prezentate vizual, atunci elevii pot manifesta o gândire mai complexă și sofisticată în raport cu raționamentele și deducțiile ce includ proporții [4].

În această lucrare vom prezenta informații relevante cu privire la importanța metodelor vizuale în predarea noțiunilor de raport, proporții și procente prin rezolvarea unor probleme practice concrete, care vor fi însoțite de animații și explicații vizuale, ce vor facilita comprehensiunea condițiilor problemei și a metodelor de rezolvare.

Consider că, la introducerea noțiunilor noi, ar fi oportun să utilizăm mijloacele vizuale, folosind drept exemple - lucruri sau imagini arhicunoscute elevilor. Spre exemplu, când vorbim despre rapoarte, putem prezenta un ecran TV, un monitor sau o tabletă a cărei rezoluții o cunoaștem (Figura 1. Compararea rezoluției monitoarelor) și elevul își va putea reprezenta mintal ce semnifică un raport. Dacă exemplul prezentat e complex și rar întâlnit de elevi, atunci va avea un impact nesemnificativ. De exemplu, o hartă, a cărei scară este un raport, va avea un impact scăzut, deoarece puțini dintre ei au folosit o hartă.

Figura 1. Compararea rezoluției monitoarelor

În continuare propunem o serie de probleme cu rapoarte și proporții, ce pot fi rezolvate cu ajutorul metodelor vizuale.

Problema 1. Un copil, aflându-se într-o excursie, trece pe lângă o turbină eoliană. Poate el să măsoare înălțimea la care se află turbina, dacă are în posesie doar o ruletă ? Dacă răspunsul este afirmativ, indicați metoda.

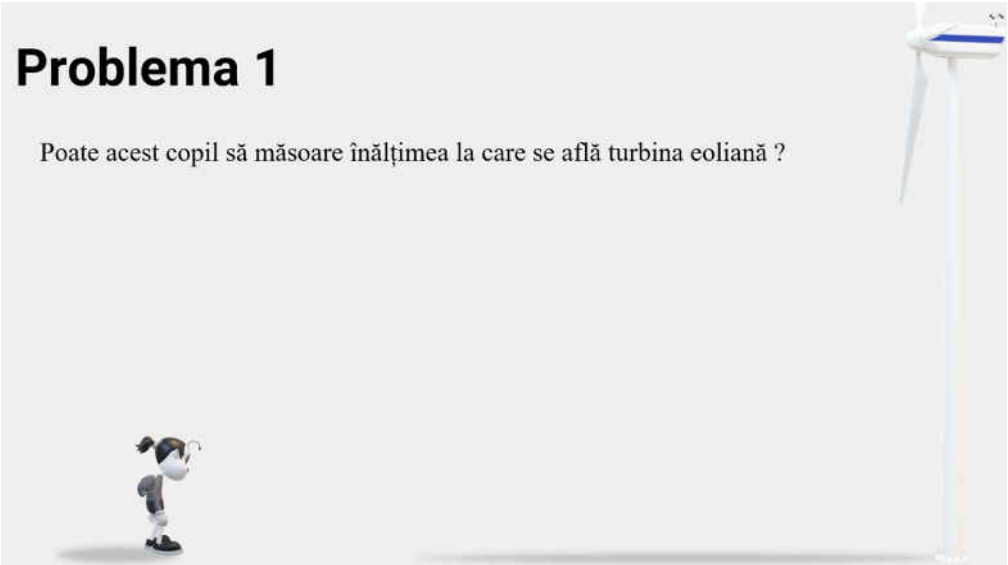


Figura 2. Vizualizarea condiției problemei 1

Analizând Figura 2., sub ghidarea profesorului, elevul poate observa că, odată cu creșterea înălțimii unui obiect, va crește și lungimea umbrei, în mod proporțional. De aceea, lungimile umbrelor și înălțimile sunt mărimi proporționale. Acum cadrul didactic va menționa că înălțimea copilului este 120 cm, iar lungimea umbrei – 75 cm și lungimea umbrei stâlpului turbinei eoliene – 650 cm. De unde avem:

$$\frac{75}{120} = \frac{650}{x}.$$

Sau $x = 1040$ cm.

Problema 2. Ion vopsește o casă în 2 zile lucrătoare, iar Vasile – în 3 zile. Care este timpul necesar pentru ca ei să vopsească o casă împreună ?

Aceasta este o problemă ce poate fi rezolvată prin mai multe metode (medie armonică, procente sau geometric). Din Figura 3. Ilustrarea condiției problemei 2 putem observa că pentru a afla ce volum de lucru au efectuat împreună, ar trebui să aflăm ce lucru pot ei realiza individual în același interval de timp (Figura 4).

Figura 3. Ilustrarea condiției problemei 2

Figura 4. Egalarea intervalelor de timp

De aici se observă că, împreună, timp de 6 zile, ei vor reuși să vopsească 5 case. Deci, pentru a vopsi o singură casă vor avea nevoie de $\frac{6}{5}$ zile sau 1,2 zile lucrătoare.

Pentru elevii ce cunosc graficele funcțiilor le putem ilustra o rezolvare geometrică, care va face ca acest tip de probleme să poată fi recunoscut și înțeles mai ușor. Putem ilustra printr-o linie dreaptă progresul obținut de fiecare dintre cei 2 lucrători, apoi combinând aceste 2 grafice (Figura 5), ele se vor intersecta într-un punct, abscisa căruia reprezintă răspunsul căutat. Mai mult decât atât, putem trata această problemă pur geometric, de pe o

dreaptă ducem 2 segmente perpendiculare cu lungimile de 3 cm și 2 cm, apoi unim capetele opuse cu ajutorul a două segmente, care se vor intersecta într-un punct. Distanța acestui punct până la dreapta inițială va fi răspunsul căutat (Figura 5.).

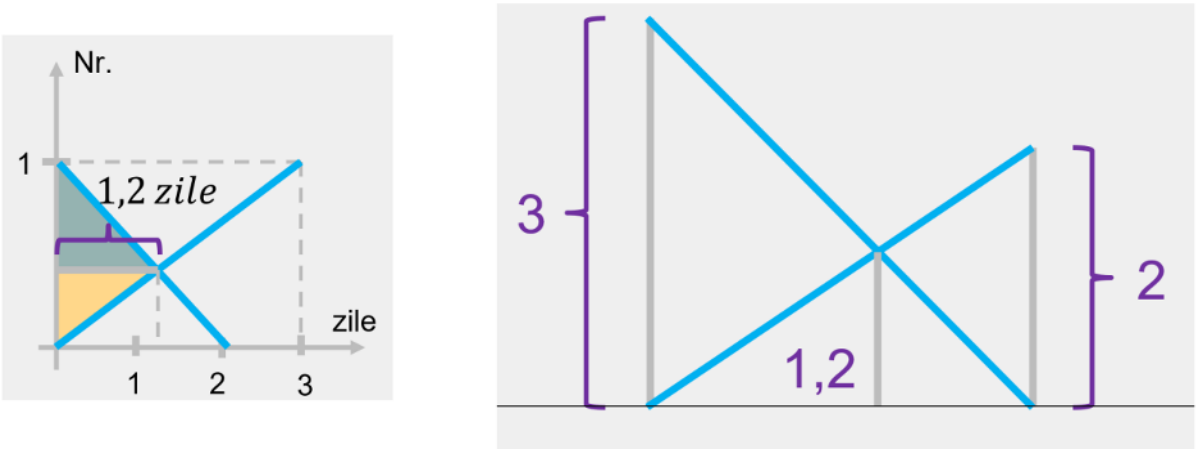


Figura 5. Rezolvarea problemei 2 prin metode geometrice

Problema 3. În luna iunie prețul pentru un metru cub de gaze naturale a crescut cu 24%, iar în luna octombrie cu 27%. Care este majorarea totală ?

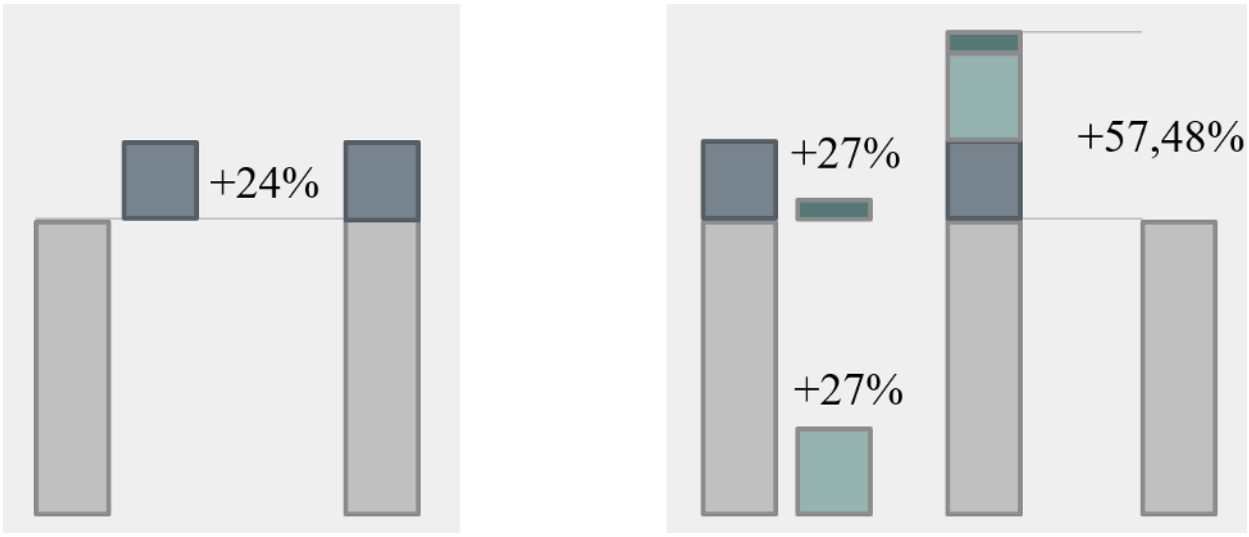


Figura 6. Vizualizarea problemei 3

Impulsul inițial al elevilor este să adune aceste valori și să afirme că au obținut răspunsul. Dar vor rămâne nedumeriți de ce acest răspuns este greșit. Însă, cu ajutorul Figura 6, putem determina că prima creștere de 24%, de asemenea contribuie la creșterea finală. De aceea este eronat doar să adunăm 24% cu 27%. Putem determina prețul final, după 2 creșteri, în procente, aflând cât reprezintă 127% din 124% sau pentru a afla doar creșterea finală putem utiliza următoarea formulă:

$$p_1 + p_2 + \frac{p_1 \cdot p_2}{100\%}.$$

Concluzii

Diferite studii ne comunică că 75% din toată informația prelucrată de creier derivă din surse vizuale. Însăși gândirea vizuală, care este un stil de învățare, este extrem de dezvoltată la oameni.

Un rol important în acest sens îl are tipul predominant de gândire a elevului și stilul preferențial de învățare. Elevii au tendința să rețină și să își amintească mult mai ușor informațiile când profesorii utilizează în procesul de predare-învățare o serie de resurse și materiale vizuale atractive. Reprezentarea vizuală a unor noțiuni din matematică poate fi o sarcină dificilă pentru cadrul didactic, însă rapoartele și proporțiile au disponibile numeroase exemple practice care pot fi ilustrate în timpul orelor.

Bibliografie

1. ACHIRI, I.; BRAICOV, A.; ȘPUTENCO, O. *Matematică: Manual pentru clasa a VI-a*. Chișinău: Prut Internațional, 2020.
2. SINGH, P. Understanding the concepts of proportion and ratio constructed by two grade six students. *Educational Studies in Mathematics*, pp. 271-292, 2000.
3. NUNES, T.; Bryant, P. Understanding relations and their graphical representation. *Key understandings in mathematics learning*. London: Nuffield Foundation, 2009.
4. LAMON, S. J. Ratio and Proportion: Connecting Content and Children's Thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 24, no. 1, 1993, pp. 41–61. JSTOR, https://doi.org/10.2307/749385. Accessed 22 Oct. 2022.

CZU: 511.52

DESPRE SOLUȚIILE ECUAȚIEI DIOFANTIENE $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}=\frac{19}{n}$

Boris ȚARĂLUNGĂ, dr. conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-2477-9376
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. În această lucrare este rezolvată ecuația $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}=\frac{19}{n}$.

Cuvinte cheie: ecuație diofantină; soluții naturale.

ON SOLUTIONS TO THE DIOPHANTINE EQUATION $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}=\frac{19}{n}$

Abstract. In this paper is solved the equation $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}=\frac{19}{n}$.

Keywords: Diophantine equation; natural solutions.

În teoria numerelor se studiază intens ecuațiile diofantiene [1-8], ecuații ce admit doar soluții întregi. În literatura de specialitate este bine cunoscută conjectura: pentru care numere naturale m,n există numerele naturale x,y,z, încât să se verifice egalitatea $\frac{m}{n}=\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}$. Dacă $m=4$, atunci avem conjectura Erdos- Strauss. Dacă $m=5$, atunci avem conjectura Sierpinski. Dacă m =6, 7 atunci avem conjectura Aigner. In lucrarea [3] se arată că pentru $m=8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18$ există ecuaţii care nu au soluţii naturale.

În lucrare se studiază soluţiile naturale ale ecuaţiei $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}=\frac{19}{n}$, pentru $n\in N$.

Teorema 1. Ecuația

$$\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}=\frac{19}{20}$$

are soluția $(x,y,z)\in\{(2,4,5)\}$.

Demonstrație. Vom considera, că $x\geq y\geq z$. Deoarece $\frac{1}{z}<\frac{19}{20}$, rezultă că $z\geq 2$. Analog, $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}\leq\frac{3}{z}$. Atunci $\frac{19}{20}\leq\frac{3}{z}$, de unde $z\leq 3$. Deci $z\in\{2,3\}$.

1. Fie $z=2$. Substituim și obținem ecuația $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}=\frac{9}{20}$.

Din această ecuație rezultă ecuaţia $z=2+\frac{2x+40}{9x-20}$.

Pentru $9x-20>2x-40$, ecuația dată nu are soluții naturale. Rezultă că $x>8$. Atunci $x\in\{3,4,5,6,7,8\}$. Dacă $x=3$, nu avem soluţii. Dacă $x=4$, atunci $z=5$. Dacă $x=5$, atunci $z=4$. Dacă $x=6$, atunci nu avem soluții naturale. Dacă $x=7$, atunci atunci nu avem soluții naturale. Dacă $x=8$, atunci atunci nu avem soluții naturale.

2. Fie $z=3$. Substituim și obținem ecuația $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}=\frac{37}{60}$.

Din această ecuație rezultă ecuaţia $z=1+\frac{23x+60}{37x-60}$.

Pentru $37x - 60 > 23x + 60$, ecuația dată nu are soluții naturale. Rezultă că $x > 8$. Atunci $x \in \{2,3,4,5,6,7,8\}$. Prin verificări directe se arată, că ecuaţia dată nu are soluţii naturale. Teorema este demonstrată.

Teorema 2. Ecuația

$$\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}=\frac{19}{23}$$

nu are soluții în mulțimea numerelor naturale.

Demonstrație. Considerăm că $x \geq y \geq z$. Deoarece $\frac{1}{z} < \frac{19}{23}$, rezultă că z≥ 2. Analog, $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} \leq \frac{3}{z}$. Atunci $\frac{19}{23} \leq \frac{3}{z}$, de unde $z \leq 3$. Deci z∈ {2,3}.

Avem următoarele cazuri:

1. Fie $z = 2$. Substituim și obținem ecuația $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{15}{46}$.

Din această ecuație rezultă ecuaţia $y = 3 + \frac{x+138}{15x-46}$.

Pentru $15x - 46 > x + 138$, ecuația dată nu are soluții naturale. Deci obținem $x > 13$. Atunci $x \in \{3,4, \ldots,11,12,13\}$. Prin verificări directe se arată că ecuaţia dată nu are soluţii naturale.

2. Fie $z = 3$. Substituim și obținem ecuația $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{34}{69}$.

Din această ecuație, rezultă ecuaţia $y = 2 + \frac{x+138}{34x-69}$

Pentru $34x - 69 > x + 138$, ecuația dată nu are soluții naturale. Deci obținem $x > 6$. Atunci $x \in \{2,3,4,5,6\}$. Prin verificări directă se arată că ecuaţia dată nu are soluţii naturale. Teorema este demonstrată.

Teorema 3. Ecuația

$$\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}=\frac{19}{24}$$

are soluțiile $(x, y, z) \in \{(2,4,24), (2,6,8), (3,3,8)\}$.

Demonstrație. Vom considera, că $x \geq y \geq z$. Deoarece $\frac{1}{z} < \frac{19}{24}$, rezultă că $z \geq 2$. Analog, $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} \leq \frac{3}{z}$. Atunci $\frac{19}{24} \leq \frac{3}{z}$, de unde $z \leq 3$. Deci $z \in \{2,3\}$.

1. Fie $z = 2$. Substituim și obținem ecuația $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{7}{24}$.

Din această ecuație rezultă ecuaţia $y = 3 + \frac{3x+72}{7x-24}$.

Pentru $7x - 24 > 3x + 72$, ecuația dată nu are soluții naturale. Rezultă că $x > 24$. Atunci $x \in \{4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24\}$. Dacă $x = 4$, atunci $y = 24$. Dacă $x = 6$, atunci $y = 8$. Dacă $= 8$, atunci $y = 6$. Dacă $x = 24$, atunci $y = 4$. Pentru celelalte valori ale x nu avem soluţii naturale.

2. Fie $z = 3$. Substituim și obținem ecuația $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{11}{24}$.

Din această ecuație rezultă ecuaţia $z = 2 + \frac{2x+48}{11x-24}$.

Pentru $11x - 24 > 2x + 48$, ecuația dată nu are soluții naturale. Rezultă că $x > 10$. Atunci $x \in \{3,4,5,6,7,8,9,10\}$. Dacă $x = 3$, atunci $y = 8$. Dacă $x = 8$, atunci $y = 3$. Pentru celelelte valori ale lui x nu avem solutii naturale. Teorema este demonstrată.

Bibliografie

1. AIGNER, A. Brucheh als Summs von Stammbruchen. *J. reine angew. Math.* 214/215, p. 174-179 (1964).
2. BERNSTEIN, L. Zur Losung der diophantinschen Gleichung m/n= 1/x=1/y+1/z, insbesondere im Falle m=4. *J. reine angew. Math*. 211,1-10 (1962).
3. BROWN, S. On a rational fractions not expressible as a sum of three unit fractions. *Notes on Number Theory and discret mathematics*. ISSN1310-5132, Vol.29,2014, No. 2, p. 61-64.
4. ERDOS, P. On a diophantine equation. *Mat. Lapok*, 1. P. 192-210 (1950).
5. PALAMA, G. Su di una congettura di Sierpinski relativa alla possibilita in numere natuarli dela 5/n=1/x+1/y+1/z. *Boll. Un. Mat. Ital.,* 13. P. 65-72 (1958).
6. SIERPNSCKI, W. Sur les decomposition de nombres rationnels en fractions primaires. *Mathesis.* 65, p. 16-32 (1956).

CZU: 51(075)(478)”14”

ISTORICUL APARIȚIEI PRIMELOR MANUALE DE MATEMATICĂ ÎN MOLDOVA LUI ȘTEFAN CEL MARE ȘI SFÂNT ŞI A TERMINOLOGIEI MATEMATICE

Ionel TATARU, director ȘG Paltin
Coordonator Centrul Metodic Paltin a profesorilor de matematică
https://orcid.org/0000-0002-4415-7873
Județul Vrancea, România

Rezumat. Cartea ca manual școlar a avut un parcurs evolutiv, la fel ca și întreaga istorie a acestui neam – de la cărți rudimentare la lucrări pedagogice cu valoare didactică.
Cuvinte cheie: manuale școlare, tipografie, cunoștințe de matematică, centre culturale, orașe, școli eparhiale, școli orășenești.

THE HISTORY OF THE APPEARANCE OF THE FIRST MATHEMATICS TEXTBOOKS IN MOLDOVA OF STEPHEN THE GREAT AND SAINT AND THE MATHEMATICAL TERMINOLOGY

Abstract. The book as a school textbook had an evolutionary path like the entire history of this nation – from rudimentary books to pedagogical works of didactic value.
Keywords: school textbooks, printing, mathematical knowledge, cultural centers, cities, diocesan schools, city schools.

Pe la mijlocul secolului XVII apar primele tipăriri în limba română. Trecerea la scrisul român şi introducerea tiparului în Moldova (1641), au marcat momente de cotitură în dezvoltarea ținutului, având ca consecință o răspândire mai largă a culturii şi științei de carte în principat.

Din sursele cercetate s-a constatat că românii de pe întregul lor teritoriu își aveau dascălii lor, prin intermediul cărora însușeau cunoștințe matematice rudimentare. Populația Moldovei alcătuită cu precădere din moșneni şi răzeși avea un atașament deosebit faţă de știința de carte, de cunoștințe matematice elementare.

Odată cu organizarea școlilor mănăstirești, parohiale, bisericești, domnești etc., matematica se studiază ceva mai profund, dar totuși în limitele celor 4 operații aritmetice elementare şi socotitul, denumit uneori ambac (hambac) (*Este probabil o urmă lăsată de noțiunea de abac-tablă de socotit din Evul Mediu*). Matematica, care se preda în aceste școli, urmărea ca ucenicii să poată socoti, să ducă evidența gospodărească, să calculeze pascaliile şi alte date ale sărbătorilor religioase. Cunoștințele matematice predate depindeau de nivelul de pregătire al fiecărui cadru didactic în parte, de nivelul lui de cunoștințe. Cifrele erau reprezentate prin buchile alfabetului slavon, ceea ce îngreuna cu mult însușirea calculului numeric.

Dacă primele centre ale culturii scrisului slav în Moldova au fost mănăstirile Neamț, Bistrița, Moldovița, mai apoi mai apar așa centre ca Putna, Dragomirna, Bisericani, Căpriana, Vărzărești şi altele. Învățătorii sau cum se numeau pe atunci dascălii, în aceste școli erau cei mai învățați călugări, deseori de acest lucru se ocupau însăși starețiii şi egumenii mănăstirilor. Este, firesc că instruirea era religioasă. Matematica, care se preda în aceste școli, urmărea ca ucenicii să poată socoti, duce evidența gospodărească, să calculeze pascaliile şi alte date ale sărbătorilor religioase.

Între elevi nu era o omogenitate de vârstă. În aceeași clasă puteau învăța şi de 7 şi de 12 ani, ba poate şi mai în vârstă. Metodele de instruire erau bazate pe mitoceală, expunere pe de rost. Cunoștințele matematice predate depindeau de nivelul de pregătire a fiecărui cadru didactic aparte. Cifrele erau reprezentate prin buchiile alfabetului slavon, ceea ce îngreuna cu mult însușirea calculului numeric.

Către sfârșitul secolului XV începe o perioadă de dezvoltare relativ rapidă a orașelor vechi şi de apariție a unor orașe noi – centre ale producției meșteșugărești, ale comerțului. Orașele prezentau cetăți sau centre administrative în care se situau deseori posturi vamale. Populația orașelor era eterogenă. În oraș trăiau meșteșugari, târgoveți, reprezentanți ai clerului şi ai păturii de slujitori domnești şi locali. Toți acești oameni aveau nevoie de știință de carte şi, nu în ultimul rând, de matematică. În virtutea acestor împrejurări iau ființă școlile orășenești. Conținutul învățământului în aceste școli era legat, în mare parte, de ocupațiile practice ale populației orășenești, care trebuia de multe ori să legalizeze anumite afaceri, să alcătuiască anumite acte de cumpărare, vânzare, comandă. Ei trebuiau să poată măsura, socoti, cântări, controla prețurile, să ducă evidența contabilă etc. Pentru toate aceste activități cunoștințele matematice căpătau o anumită importanță. Matematica se preda în limita necesităților de evidență contabilă simplă.

Școlile în Moldova (secolul XV-XVIII) erau organizate în cadrul bisericilor şi serveau în total clerul. Matematica în acest sistem de învățământ se studia într-o formă superficială. Manuale la matematică nu existau. Noțiunile matematice erau inserate în cărțile bisericești. O dată cu schimbarea rolului școlii şi, mai ales, după laicizarea lor, când matematica devine, evident, necesară fiecărui om cult, apar şi manualele respective. Primul manual autohton de matematică este scris în Moldova de A. Hotiniul la 1795. Către sfârșitul secolului al XIX-lea şi începutul secolului al XX-lea manualele școlare erau deja cărți bine concepute, cu idei progresiste şi cât de cât științifice, însă până la un manual care să poată satisface toate cerințele înaintate de procesul de învățământ era departe. Manualele folosite în școli încă nu puteau realiza multe funcții pedagogice necesare. Ca sursă de informație manualele de matematică din perioada cercetată încă nu dispuneau de un aparat metodic bine chibzuit care să poată eșalona adecvat informațiile în contextul materiei de studiu. Ca sursă de formare, manualul respectiv nu corespundea exigențelor necesare pentru stimularea activităților individuale ale elevului, deoarece manualul era destinat în exclusivitate învățătorului. Funcția de cunoaștere şi de antrenare caracterizează doar manualele care aveau un colorit național şi izvoare

informaționale legate de realitățile poporului. Astfel de manuale au scris A. Hotiniul, Gh. Asachi, A. Velini, G. Săulescu ş.a., dar antrenarea independentă propriu-zisă a elevului în ele încă nu era preconizată.

Numărul în creștere de școli existente în secolul XVIII a impus tipărirea de cărți destinate în special pentru învățarea tinerilor. Se tipăresc şi se folosesc în școli deja cărți speciale: abecedare, gramatici, aritmetici etc., unele dintre ele fiind paralele în 2 limbi, sau structurate în formă dialogată: întrebare-răspuns. La etapa inițială, de asemenea, mai ales pentru citit, se folosea cărți religioase în care se conțineau şi unele noțiuni elementare de matematică.

Odată cu legiferarea sistemului de învățământ ce reieșea din hrisovul lui Gr. Ghica (1747) şi din hrisovul lui Al. Ipsilanti (1776), începe sporirea rețelei de școli şi corespunzător apare problema manualelor. Aprovizionarea cu manuale începe să fie o preocupare a domnitorului şi „*ele trebuie să fie pe înțeles şi în număr mai mare*”, fapt care face să circule cărțile tipărite dintr-o țară românească în alta şi să se dezvolte tipografiile.

Astfel în 1795 Amfilohie Hotiniul tipărește la Iași „*Elemente aritmetice arătate fireşti*”, arătând cât de „*vechiu şi de lăudatu meşteşug*” este „*învățarea numărării*” care în școală se numește „*aritmetică*”, știință „*atât de trebuincioasă în toate trebile vieții noastre*”. Fără această știință „*atât de trebuincioasă în toate trebile vieții noastre nimica nu se poate face*”, pentru că de la ea vine „toată cea bună chiverniseală a orice”. Carte scrisă sub formă dialogată, sau formă aşa numită „scolastică”. Cartea scrisă după prototipul „Elementi Aritmetici” de Alessandro Conti şi-a depășit modelul inițial, fiind cu mult mai superioară şi totodată avea un colorit „moldovenesc” şi o adaptare de neînchipuit la cerințele vremii. Pe vremea ceea cartea a fost una din cele mai valoroase din toate punctele de vedere: matematic-științific, pedagogic, metodic după cum şi al artei scrisului. Conținutul materiei din manual avea interpretate pentru prima oară în literatura metodică română cifrele hinduso-arabe sau „*arăpeşti*” cum le spune autorul, în locul „*slovelor*” chirilice, după cum se calcula în acea vreme, cele 6 operații aritmetice. E de remarcat că lucrarea are un capitol intitulat „*Pentru aritmetica geometriei*”, căreia autorul îi spune „*duios*” uneori „*Geometria aritmetică*”, în care expune noțiuni de geometrie şi sistemul de măsuri din aceste timpuri. Prin noțiunile studiate, mai ales cele de geometrie manualul lui A. Hotiniul este primul în Moldova cu astfel de termeni. E de regretat doar că aceste noțiuni sunt destul de sumare.

Un loc prioritar în rândul manualelor de matematică le revin celor concepute şi scrise de Gh. Asachi. El întocmește manuale trebuincioase în limba română pentru aritmetică, algebră, geometrie, trigonometrie şi geodezie practică. Aproape toate obiectele de învățământ erau legate de studiul teoretic şi practic al matematicii.

Cursurile de inginerie organizate de Gh. Asachi la Iași la 1814 cu manualele corespunzătoare elaborate pentru ele reprezintă o deschidere de noi orientări în domeniul învățământului românesc, „*începutul învățământului superior în limba română*” şi totodată momentul modernizării şi sincronizării acestui învățământ cu știința modernă şi tehnica

europeană. El a reușit să convingă că predarea științelor în limba română este cu putință şi astfel a cimentat temelia terminologiei matematice române. Învățământul bazat pe ideile şi manualele lui este un învățământ modern activ, la nivelul timpului, învățământ cu caracter pronunțat practic aplicativ realist, legat de realitățile românești. Conținutul manualelor a autorilor din Moldova era asemănător manualelor Europei Occidentale, după care s-au condus, şi în special acelea a matematicienilor francezi şi germani: Francoeur, Legendre, Wolff, Appeltauer ş.a. Însă traducând sau conducându-se după aceste manuale cărturarii noștri adeseori introduceau elemente legate de coloritul național: unități de măsură, bani, noțiuni exprimate cât mai clar în limba poporului.

Analiza manualelor scrise de Gh. Asachi ne dezvăluie conținutul matematicii ce se studia la începutul secolului XIX în Moldova.

Manualele lui Gh. Asachi au fost concepute ca un tot întreg. Autorul vedea clar locul învățământului matematic în componența învățământului general de la începutul secolului XIX şi aceasta autorul o menționează în „*Înainte cuvânt*" a Aritmeticii sale. „*Matematica, care prin a ei aplicaţie îmbrăţişează toată sfera ştiinţelor şi a meşteşugurilor omeneşti, este unul din obiectele cele mai însemnate a învăţământului clasic*". „*Dorind a da tinerimii patriei înlesnire de a cultiva îndeobşte această ştiinţă încă în 1814, pe când de la învăţătură era exclusă (înstrăinată) limba patriei, acel dintâi an paradosit în public rumăneşte Matematica şi anume: Gheometria teoretică şi practică spre informarea ingenerilor civili, pentru care au fost compus un curs elementar de matematică, a căruia manuscrise se întrebuinţează încă la shoale, iar acuma spre îndămânarea tinerimii am socotit a da la lumină o compilaţie în scurt de cunoştinţele matematice, în trei părţi, din care acesta I cuprinde Aritmetica, a II Algebra şi a III Geometria, fericindu-mă dacă prin această lucrare vor putea spori temelnicile cunoştinţe matematice şi luminarea tinerimii, care este ţinta tuturor dorinţelor mele*" Aga Gh. Asachi, Eșii, 31 august 1836. Aritmetica conține numere întregi naturale şi fracționare pozitive şi operațiile cu ele, regulile de trei simplă şi compusă, regula de tovărășie, regula de aligație (amestec), operații cu procente, progresii aritmetice şi geometrice, logaritmi etc. Conținutul manualului arată volumul cunoștințelor matematice studiate la aritmetică în acea perioadă.

Algebra, partea II este precedată inițial de un vocabular pe care autorul îl numește „*a cuvintelor tehnice întrebuinţate în această carte*". Vocabularul dă explicații scurte unor noțiuni noi ca: axiomă, alternativ, valoare, vertical, vițe-versa, volumen, deduce, demonstraţie, definiţie, ipoteză, multiplu, polinom, incluziune, simbole, radicala, real etc. Tabla materiilor indică că Algebra sau Aritmetica universală operează cu „*regulile de litere*" (variabile), „*întru acesta aşezate, se leagă, şi apoi prin descifrarea rezultatelor acestei legături, se capătă oarecare hotărâre, care, a le dobândi prin alt mijloc, ar fi grea şi uneori chiar cu neputinţă*". Cartea are un mic discurs istoric, care lămurește cine este creatorul şi cum s-a dezvoltat știința-algebra, care se ocupă de „*simbole cu valore nu hotărâtă*". Conținutul manualului cuprinde: operații cu „*câtimi complexe şi incomplexe*", puteri şi

rădăcini, fracțiile şi operațiile cu ele, calculul rădăcinilor, ecuațiile şi soluțiile lor. Prin acest manual, după cum şi prin multe altele se pune începutul studierii algebrei sau cum scrie autorul „*la anul 1815, iar acum pentru începători se dă la lumină această prescurtare a algebrei*" şi că primul „*în limba românească am început această știință a paradosi*".

Geometria elementară este urmat de un vocabular de „*cuvinte tehnice*" care sunt tălmăcite pe scurt şi care constituie terminologia matematică la geometrie. Se lămuresc noțiunile: adiacent, aproximativ, volum, vertical, definiţie, ekval, eksemplu, echivalent, extern, contrar, corolar, comensurabil, minimum, oblic, poliedru, reciproc, semicerc, tangentă etc. În „*înainte cuvânt*" autorul arată istoricul provenirii obiectului şi îi enumeră pe cei mai importanți geometri ai lumii care au dezvoltat această știință, după cum subliniază importanța ei practică „*una din aplicațiile sale cele folositoare este a ridica planuri de moșii, a face hărți de țări şi pământuri*". Manualul este destinat cursului colegial de la Academia domnească din Iaşi – „*tratatul de faţă este îndestulător pentru cei de încheie a lor studii cu clasele Coleghiei, şi, totodată este pregătitor pentru acei ce au a intra la înalta Matematică. Eu mă voiiu ferici dacă prin această publicare, Geometria, care încă la anul 1815 am paradosit aice în Liceul publicu întâia oară în limba românească, va căpăta un sporiu în privirea numărului doritorilor a se folosi cu această știință interesantă."* Aceste manuale scrise de Gh. Asachi au fost acele de început, care au stat la baza conținutului viitoarelor programe analitice a învățământului matematic la diferite niveluri, după cum şi cele care au pus temelia temeinică a terminologiei matematice moderne române.

Preocuparea pentru manualele școlare a fost prevăzută în legiuirea școlară din Moldova (1835), sau Regulamentul Organic influențată de legislația în domeniul învățământului din Rusia, atât în domeniul legislativ cât şi în cel metodic-didactic.

Diriguitorii învățământului primar din țările române, în special din Moldova de la bun început s-au preocupat în mod serios de înzestrarea școlilor cu manualele necesare. Pentru a curma haosul existent în privința cărților din învățământul primar ministrul T. Maiorescu numește o comisie, în frunte cu V. Alecsandri, care să examineze manualele folosite în școli şi să propună eliminarea celor necorespunzătoare, în urma cărora în școli au apărut noi cărți printre care şi o aritmetică. În perioada 1859-1878 se pune bază pe manualele autohtone, elaborate de nume prestigioase ale învățământului matematic. Se prevăd reglementări oficiale privind elaborarea manualelor şi se constituie concursul ca formă de selectare a cărților didactice. Se elaborează manuale de matematică pentru diferite clase, diferite tipuri de școli, ca o urmare a diversificării învățământului matematic de nivel mediu. Dintre autorii de manuale școlare de matematică se pot menționa pe: Alexe Marin, Spiru Haret, A. Costinescu, I. Fălcoianu, G. Popp, E. Bacaloglu, Rădulescu Iliade, V. Bogrovanu etc. Existența mai multor manuale de matematică a avut efecte pozitive în evoluția istoriei cărții didactice matematice din școala română de la sfârşitul secolului al XIX-lea. Profesorul avea posibilitatea de a alege manualul care i se părea corespunzător nivelului de dezvoltare a clasei respective în care el preda.

Însă aproape întotdeauna, diversele manuale, aprobate pentru aceeași clasă şi materie nu se potriveau între ele, nici în definiții, nici în numiri, nici asupra faptelor înseși. Doar S. Haret, ca ministru a Instituțiilor Publice a luat (24 mai 1901) o decizie prin care s-a stabilit un nou regim pentru cărțile didactice. Prin ea se hotăra că de la 1 septembrie 1902 să nu se mai permită introducerea în școli decât câte un singur manual la un obiect școlar la o anumită clasă. Cu alcătuirea acestor cărți ministrul va însărcina niște comisii, care le va elabora după un plan anumit, făcut în conformitate cu programa școlară. Astfel au apărut manuale destul de impunătoare scrise de pedagogi eminenți printre care şi de aritmetică pentru clasele primare.

Elaborarea manualelor era dictată de cerințele față de conținutul înaintat de paradigma respectiva a învățământului matematic ce corespundea acelei etape istorice de dezvoltare a societății.

În conformitate cu paradigmele şi tehnologiile didactice corespunzătoare ale învățământului matematic şi manualele corespunzătoare aveau un conținut adecvat. Astfel, în manualele apărute în perioada cercetată au fost reflectate:

- trecerea de la cifrele reprezentate prin slove chirilice la cifrele hinduso-arabe;
- trecerea de la sistemul popular de măsuri la cel internațional metric;
- introducerea în cursul școlar de matematică a disciplinei separate „*algebra*”;
- introducerea cursurilor propedeutice de geometrie, algebră, trigonometrie;
- introducerea în matematica școlară a ideii dependenței funcționale;
- aplicarea metodelor intuitive de predare etc.

Manualele din acea perioadă erau destinate doar învățătorului. Ceva mai târziu, către finele secolului XIX, apar îndrumarele metodice ce propun aplicarea în învățământul matematic a anumitor metode şi procedee de predare-învăţare scrise de: I. Felbiger, Gh. Asachi, A. Velini, A. Grube, E. Vişnevscii, A. Paulson, A. Davidov, S. Şohor-Troţki ş.a. Aceste îndrumare au contribuit, într-un fel, la instruirea metodic-profesională a profesorilor din punctul de vedere al didacticii matematicii secolului XIX.

Un mare neajuns al manualelor din perioada cercetată este că fiecare disciplină matematică școlară era concepută de sine stătătoare şi nu avea nimic comun cu alta. Lipsea legătura interdisciplinară.

Bibliografie

1. Hotiniul, A. *Elemente aritmetice arătate fireşti.* Iași, 1795.
2. Asaky, Gh. *Aritmetica. Algebra. Geometria.* Iași, 1835.
3. Velini, A. *Manual de didactică.* Iași, 1838.

CZU: 51:37.037

ASPECTE ALE DEZVOLTĂRII ABILITĂȚILOR DE MODELARE MATEMATICĂ ÎN CADRUL ACTIVITĂȚII EXTRACURRICULARE

Marcel TELEUCA, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0003-1730-5284
Larisa SALI, dr., conf. univ., larisa.sali@tsu.com
https://orcid.org/0000-0003-1172-3055

Rezumat. In articol sunt examinate unele aspecte ce țin de dezvoltarea abilităților de modelare matematică din perspectiva cognitivă. În particular, sunt examinate probleme care pot fi modelate în baza valorificării cunoștințelor din matematică, fizică, chimie ale elevilor. Sunt expuse concluziile vis-a-vis de aplicarea strategiilor de amplificare a programei școlare.
Cuvinte cheie: modelare matematică, curriculum, context, problemă.

ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELING SKILLS IN EXTRACURRICULAR ACTIVITIES

Abstract. The article examines some aspects related to the development of mathematical modeling skills from a cognitive perspective. In particular, contexts that can be modeled based on the valorisation of students' knowledge in mathematics, physics, chemistry are examined. The conclusions vis-a-vis the application of the strategies to amplify the school program are presented.
Keywords: mathematical modeling, curriculum, context, problem.

La etapa actuală din punct de vedere psihopedagogic se creionează din ce în ce mai mult ideea că, în procesul de învățare a matematicii, elevul cu abilități mai pronunțate nu trebuie numai să urmărească și să înțeleagă raționamentele profesorului, ci este indicat ca el să parcurgă sub îndrumarea acestuia un traseu de cunoaștere, având multiple puncte comune cu cel care are loc în mintea creatorului de matematică. În concordanță cu această teorie, elevii ar trebui să formuleze probleme şi tot ei să caute soluții [4]. Când copiilor li se oferă motive care au sens pentru ei pentru a-și articula gândirea, când sarcinile sunt plasate în contexte importante, ei manifestă comportamente metacognitive și auto-reglatoare, iar progresul individual al copiilor în dezvoltarea acestor abilități poate fi influențat semnificativ de anumite practici pedagogice [6]**.**

Predarea și învățarea modelării matematice au devenit sarcini importante în educația matematică și standardele educaționale în multe țări prevăd formarea de competențe pe această dimensiune. Scopul principal al modelării matematice este de a face educația matematică interesantă și de a ajuta elevii să se bucure de matematică nu numai pentru rezultatele lor academice, ci și pentru a descoperi modul în care sunt capabili să conecteze matematica la situații din viața reală. Toți elevii au potențialul de a se angaja în modelarea matematică. Implicarea elevilor la modelarea fenomenelor și proceselor servește ca bază pentru dezvoltarea abilităților de rezolvare a problemelor, permite aprecierea importanței și relevanței matematicii în viața lor [1].

Primii pași în promovarea studiului modelării matematice pot fi realizați prin adoptarea unui program de amplificare a conținuturilor școlare. Strategia de amplificare sau îmbogățire școlară presupune conceperea unor serii de programe speciale, destinate unui individ sau unui grup mic de elevi, în afara programului școlar. Programele vor include conținuturi suplementare la disciplinele din aria curriculară aleasă, care nu sunt acoperite decât parțial de cursurile obișnuite [2].

Există o recunoaștere certă a importanței deținerii abilităților de modelare matematică de către absolvenții de universități. Cursurile de modelare au proliferat în studiile de licență în matematică din întreaga lume. La nivel mondial sunt organizate multe competiții universitare de modelare matematică, dar la nivel școlar ele aproape că lipsesc. O modalitate importantă de a influența cultura școlii secundare și practicile de predare și învățare este instituirea unui concursului International Mathematical Modeling Challenge (IM^2C). Problemele reale propuse necesită un amestec de diferite tipuri de matematică pentru analiza și rezolvarea lor, timp și muncă în echipă. Aceasta este o adevărată competiție de echipă, desfășurată pe parcursul mai multor zile, cu elevi capabili să folosească orice resurse.

Cercetătorii recomandă examinarea procesului de formare a abilității de modelare matematică din următoarele perspective: matematic, cognitiv, curricular, instrucțional și al formării profesorilor școlari.

În lucrarea [3] se constată că atunci când modelarea matematică este examinată din perspectivă cognitivă, accentul se pune pe procesele de gândire individuale care sunt exprimate, în principal, prin anumite acțiuni verbale și non-verbale în combinație cu soluții scrise în timpul activităților de modelare ale indivizilor (inclusiv profesorilor). În condițiile când experimentarea directă nu este posibilă în laboratoare specializate, un rol important îl poate avea studiul sistemic al modelelor matematice realizate de savanți-experimentatori în diverse domenii. In calitate de strategie didactică de formare a abilităților elementare de modelare matematică poate fi recomandată rezolvarea sistematică de probleme contextuale care necesită aplicarea a diverse dependențe funcționale pentru diferite domenii: științe ale naturii; economie; științe sociale; medicină.

Complexitatea problemelor extrase din contexte va crește gradual - de la situații familiare din cotidian, la fenomene și procese mai sofisticate care se produc în natură sau în activitatea umană modernă.

Vom specifica faptul că la concursurile tradiționale de matematică problemele care presupun modelarea matematică nu se întâlnesc în număr mare. Însă, este recunoscut, că elevii capabili de performanțe înalte la matematică, aplică cu succes aparatul matematic la concursurile de fizică, chimie, biologie. Propunem câteva exemple cu diferit grad de dificultate, care permit generalizări, interconexiuni și matematizarea contextelor.

Concentrația substanțelor

Problema 1. Se ia un pahar cu cafea neagră. Se bea $\frac{1}{5}$ din cantitatea de cafea și se toarnă lapte în pahar pentru a umple paharul. Iar se bea $\frac{1}{5}$ din cantitatea de cafea cu lapte și se toarnă lapte în pahar pentru a umple paharul. Apoi se beau $\frac{3}{5}$ din cantitatea de cafea cu lapte și se constată că în cantitatea rămasă cafea este cu $28\,cm^3$ mai mult decât lapte. Să se afle volumul paharului.

Problema a fost propusă la un concurs pentru clasele a 6-a, până ca elevii să fie familiarizați cu noțiunea de concentrație. Omitem să propunem soluția, ea fiind accesibilă elevilor.

Un context mai sofisticat distingem în următoarea problemă, care va permite elevilor să argumenteze nu doar din punct de vedere matematic niște efecte chimice, dar și să explice comportamentul chimiștilor.

Problema 2. Un vas cu acid și un pahar gradat cu apă curată au fost lăsate în cabinetul de chimie după lecție. Profesorul a golit vasul și urmează să-l clătească cu apă din pahar. Pentru a face acest lucru, intenționează să împartă toată apa din pahar în porții, nu neapărat egale între ele, și să clătească bine vasul cu fiecare porție de apă separat: mai întâi cu prima porție, apoi cu a doua și așa mai departe. Se știe că după fiecare golire a vasului, pe pereții acestuia rămâne o cantitate de lichid (de fiecare dată aceeași cantitate).

a) Pentru care dintre următoarele patru valori ale lui $n \in \{1, 2, 3, 4\}$ după spălare cu ***n*** porții egale de apă, vasul va deveni, în cele din urmă, mai curat (adică va conține mai puțin acid)?
b) În ce raport este mai bine să împărțiți apa din pahar în $n = 3$ porții, astfel încât vasul să ajungă cât mai curat?
c) Este adevărat că cu cât este mai mare numărul de porții egale în care se împarte apa, cu atât vasul devine mai curat în final?
d) Este adevărat că, pe măsură ce numărul de porții egale crește, cantitatea de acid rămasă în vas ca urmare tinde spre zero?

Soluţie. Să luăm ca unitate (întregul) cantitatea de lichid rămasă pe pereții vasului după golirea acestuia. Dacă în vas se toarnă o cantitate x de apă pură, soluție de acid în vas va fi $x + 1$, iar raportul dintre cantitatea de acid și cantitatea de soluție va fi $\frac{1}{x+1}$. Adică cantitatea de acid într-o unitate de soluție se va micșora de $x + 1$ ori, iar după golire, va rămâne exact o unitate din această soluție care conține $\frac{1}{x+1}$ acid.

a, c) Dacă cantitatea inițială x de apă este împărțită în n părți egale, atunci la sfârșit în soluție se obține $\left(1 + \frac{x}{n}\right)^{-n}$ acid, iar dacă se iau $n + 1$ porții, atunci va fi $\left(1 + \frac{x}{n+1}\right)^{-(n+1)}$ acid.

Considerăm raportul:

$$\frac{\left(1+\frac{x}{n}\right)^{-n}}{\left(1+\frac{x}{n+1}\right)^{-(n+1)}} = \frac{\left(1+\frac{x}{n+1}\right)^{(n+1)}}{\left(1+\frac{x}{n}\right)^{n}} = \frac{n^n(n+1+x)^{n+1}}{(n+x)^n(n+1)^{n+1}} = \frac{n+1+x}{n+1}\left(1 - \frac{x}{n^2+nx+n+x}\right)^n.$$

Conform inegalității lui Bernoulli (pentru $x \geq -1$ și $r \geq 1$, are loc inegalitatea $(1+x)^r \geq 1+rx$) obținem: $\frac{n+1+x}{n+1}\left(1-\frac{x}{n^2+nx+n+x}\right)^n > \frac{n+1+x}{n+1}\left(1-\frac{nx}{n^2+nx+n+x}\right)^n = \frac{n+1+x}{n+1} \cdot \frac{n^2+n+x}{n^2+nx+n+x} = \frac{n^3+n^2(2+x)+n(1+2x)+x+x^2}{n^3+n^2(2+x)+n(1+2x)+x} > 1.$

Prin urmare, cu creșterea numărului ***n*** vasul devine mai curat.

b). Dacă cantitatea inițială ***x*** de apă este împărțită în ***n*** porții neegale $x_1, x_2, x_3, \ldots x_n$, atunci $x_1 + x_2 + x_3 + \cdots x_n = x$ și, conform inegalității mediilor, cantitatea totală de acid permite o estimare de jos:

$((1+x_1)(1+x_2)(1+x_3)\ldots(1+x_n))^{-1} \geq \left(\frac{(1+x_1)(1+x_2)(1+x_3)\ldots(1+x_n)}{n}\right)^{-n} = \left(1+\frac{x}{n}\right)^{-n}.$

Egalitatea se realizează doar în cazul porțiilor egale $x_1 = x_2 = x_3 = \cdots = x_n = \frac{x}{n}$.

d) Dacă cantitatea de apă pură ***x*** este fixată și $n \to \infty$, atunci, notând $t = \frac{n}{x}$, rezultă că $t \to \infty$. Pentru cantitatea minimă finală de acid, folosind a doua limită remarcabilă, obținem:

$$\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{x}{n}\right)^{-n} = \lim_{t\to\infty}\left(\left(1+\frac{1}{t}\right)^{t}\right)^{-x} = e^{-x} > 0.$$

Răspuns: a) 4. b) În părţi egale. c) Da. d) Nu.

Localizarea obiectelor spațiale

Problema 3. În sistemul de navigație prin satelit se pot distinge două componente principale: cosmică și de control. Componenta cosmică constă dintr-o constelație de sateliți distanțați uniform în jurul Pământului. Componenta de control, situată pe Pământ, asigură, în particular, sincronizarea timpului pentru întreg „sistemul” și utilizarea unui singur sistem de coordonate. Fiecare satelit transmite în mod constant mesaje de navigație care conțin, în particular, coordonatele satelitului la momentul în care mesajul a fost trimis și ora la care a fost trimis. Un receptor care primește un astfel de mesaj poate calcula distanța până la satelit:

$$d = (t_r - t_0)c.$$

În această formulă, t_0 este ora lansării semnalului, t_r este ora receptării semnalului, c este viteza de propagare a semnalului radio, adică viteza luminii.

Dacă într-un sistem de coordonate carteziene coordonatele receptorului sunt (x, y, z), iar coordonatele satelitului la momentul trimiterii mesajului erau $(x_1; y_1; z_1)$, atunci putem calcula distanța dintre satelit și receptor $(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 + (z-z_1)^2 = d_1^2$.

Dacă receptorul primește simultan mesaje de navigație de la încă doi sateliți, va putea găsi coordonatele receptorului rezolvând un sistem de trei ecuații:

$$\begin{cases}(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 + (z-z_1)^2 = d_1^2,\\ (x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + (z-z_2)^2 = d_2^2,\\ (x-x_3)^2 + (y-y_3)^2 + (z-z_3)^2 = d_3^2,\end{cases}$$

unde $(x_i; y_i; z_i)$ sunt coordonatele satelitului i, iar d_i – distanța de la receptor până la satelit.

Interpretarea geometrică a acestui sistem este următoarea. Fiecare satelit este considerat centrul unei sfere cu centrul pe satelit și raza egală cu distanța de la satelit până la receptor. Toate cele trei sfere au un punct comun, fapt care rezultă din însăși compoziția sistemului. Dintre cele două soluții „formale" (intersecția cercului cu a treia sferă), una este neplauzibilă, a doua - coordonatele receptorului.

Schema descrisă a sistemului de navigație prin satelit este simplificată, realitatea forțează utilizarea unui model mai complex. Problema de mai jos este de un grad mai înalt de dificultate și necesită cunoștințe ample de fizică.

Problema 4. Conform presei, pe 3 iulie 2020 a avut loc corectarea orbitei Stației Spațiale Internaționale (SSI), în rezultatul căreia viteza stației s-a schimbat cu 0.5 m/s, iar raza orbitei s-a mărit cu 900 m. Masa SSI este 420t, raza Pământului 6400 km și accelerația gravitațională este 10 m/s^2.

a) Aflați energia necesară pentru această corectare.
b) Ce distanță va putea parcurge un automobil folosind energia respectivă, dacă motorul acestuia are o putere de 70 kW și o viteză constantă de 90 km/h?
c) Folosind datele primite și g = 9.8 m/s^2 (accelerația gravitațională), aflați înălțimea orbitei SSI față de suprafața Pământului.
d) Cu ce precizie (în metri) trebuie să fie măsurată schimbarea în raza orbitei ca eroarea calculării înălțimii orbitei față de Pământ sa nu fie mai mare de 100 km.

Soluție: Pentru simplitatea creării modelului orbita stației este considerată circulară atât înainte, cât și după corectare. Accelerația centripetă este creată de forța de atracție gravitațională: $m\frac{v^2}{R} = G\frac{mM}{R^2}$, unde m și M sunt masele stației și a Pământului respectiv, G - constanta gravitațională, v - viteza stației, iar R - raza orbitei. Pentru o orbită la înălțimea d față de suprafața Pământului, avem:

$$\frac{mv^2}{R_0 + d} = mg\frac{{R_0}^2}{(R_0+d)^2} \qquad (1)$$

R_0 - raza Pământului, g = GM/${R_0}^2$ - accelerația gravitațională la suprafața Pământului. Deci, obținem:

$$v^2 = \frac{g{R_0}^2}{R_0+d}. \qquad (2)$$

Observăm ca viteza scade cu mărirea razei orbitei. Putem astfel deduce că, în rezultatul manevrei date, viteza stației a scăzut.

Orbita SSI se află aproape de suprafața Pământului, deci vom considera că în timpul execuției manevrei accelerația gravitațională se schimbă nesemnificativ și nu diferă mult de g. Lucrul depus pentru a efectua manevra este:

$$E = \frac{m(v + \Delta v)^2}{2} + mg(H + \Delta H) - \left[\frac{mv^2}{2} + mgH\right] \approx mv\Delta v + mg\Delta H$$

Δv = 0.5 m/s este mult mai mic decât prima viteză cosmică, cu care corpurile se mișcă în orbita terestră joasă, ceea ce ne permite sa efectuăm aproximația dată. Valoarea primei viteze cosmice poate fi aflată din formula (2) pentru d = 0: $v_I = \sqrt{gR_0} = 8\ km/s$.

Folosind ceea ce am demonstrat mai sus ($\Delta v < 0$), obținem:

$$E = m\left(g\Delta H - |\Delta v|\sqrt{gR_0}\right) = 2.1 \cdot 10^9\ J$$

b) Aflăm timpul cât va lucra motorul automobilului T (P - puterea) $E = PT$ și distanța parcursă $L = VT = \frac{VE}{P}$.

Pentru V = 25 m/s, obținem L = 750 km.

c) Rescriem formula (2) pentru două situații: 1) înainte de corectare $d = H$, $v = v_0$; 2) după corectare $d = H + h$, $v = v_0 + \Delta v$.

$$v_0^2 = \frac{gR_0^2}{R_0 + H}, \quad (v_0 + \Delta v)^2 = \frac{gR_0^2}{R_0 + H + h} = \frac{gR_0^2}{R_0 + H}\left(1 + \frac{h}{R_0 + H}\right)^{-1}$$

Deoarece $(1 + x)^\alpha \approx 1 + \alpha x$ pentru $x \ll 1$ și $|\Delta v| \ll v_0$, $h \ll (R_0 + H)$, obținem:

$$2v_0\Delta v = -\frac{gR_0{}^2}{(R_0+H)^2}h \qquad (3)$$

Este evident, deci, că $\Delta v < 0$. Formăm sistemul de ecuații: $\begin{cases} \frac{v_0(R_0+H)^2}{gR_0^2} = -\frac{1}{2}\frac{h}{\Delta v_0}, \\ v_0^2 = \frac{gR_0^2}{R_0+H}. \end{cases}$

Rezolvându-l, obținem:

$$H = R_0\left[\left(\frac{g}{4R_0}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{h^2}{(\Delta v)^2}\right)^{\frac{1}{3}} - 1\right] = 476km. \qquad (4)$$

d) Folosind formula (3), magnitudinea valorilor omise este $(\Delta v/v_0)^2 \sim 10^{-8}$ și $(h/R_0)^2 \sim 10^{-7}$, deci utilizarea aproximărilor nu schimbă semnificativ valoarea aflată H. Pentru a calcula precizia căutată, scriem derivata relației (4), presupunând că toate valorile în afară de h sunt cunoscute și fixate:

$$\frac{dH}{dh} = \frac{2}{3}\left(\frac{g}{4(\Delta v)^2}\right)^{\frac{1}{3}} R_0^{\frac{2}{3}} h^{-\frac{1}{3}} \approx 5100.$$

Schimbarea valorii lui h cu Δh va duce la modificarea valorii lui H cu ΔH: $\Delta H = \frac{dH}{dh}\Delta h \approx 5100\Delta h$. Erorii $\Delta H = 100\ km$ îi revine $\Delta h = 10^5/5100 \approx 19.5m$.

Concluzii

Matematica este un instrument important al științelor naturii și al tehnologiei. Matematica joacă acest rol de la teorie la aplicații în implementarea zborurilor spațiale, în îmblânzirea energiei atomice și în viața lumii computerelor.

Recunoscând rolul matematicii în diverse domenii, este importantă dezvăluirea „componentei” matematice și a instrumentelor matematice folosite de acestea, adesea special concepute pentru o anumită aplicație.

Problemele cu caracter aplicativ în mod constant și exigent înaintează noi sarcini față de teoria matematică în sine. Pe de altă parte, progresul în matematică deschide noi posibilități, dă naștere unor probleme tehnice și soluții care nici nu puteau fi bănuite înainte, iar uneori rezultatele matematicii teoretice așteaptă implementarea lor practică timp de multe decenii, apoi se ivesc în mod neașteptat și cu o eficiență incredibilă.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare.

Bibliografie

1. ASEMPAPA, R. S.; STURGILL, D.R. Mathematical Modeling: Issues and Challenges in Mathematics Education and Teaching. In *Journal of Mathematics Research. Published by Canadian Center of Science and Education*; Vol. 11, No. 5; October 2019, p. 71-81.
2. CAI, J.; CIRILLO, M.; PELESCO, J. and other. Mathematical modeling in school education: mathematical, cognitive, curricular, instructional and teacher education perspectives. In *Proceedings of the 38th meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vancouver, Canada: IGPME, 2014.
3. BENITO, Y. Copiii supradotaţi. Educaţie, dezvoltare emoţională şi adaptare socială. Iaşi: Polirom, 2003. 192 p.
4. TELEUCĂ, M.; LUPU, I.; SALI, L. Transpunerea didactică a conţinuturilor pentru dezvoltarea gândirii matematice. Revista *Acta et commentationes. Ştiinţe ale Educaţiei*. Nr. 1. 2012.
5. TELEUCĂ, M.; SALI, L.; CIOBAN-PILEŢCAIA, A. Dezvoltarea abilităților de modelare matematică. In: *The 29th Conference on Applied and Industrial Mathematics CAIM 2022*. 25-27 august 2022, Chișinău. Republica Moldova: TSU, 2022, pp. 206-211.
6. WHITEBREAD, D.; COLTMAN, P. Aspects of pedagogy supporting metacognition and self-regulation in mathematical learning of young children: evidence from an observational study. In: *ZDM Mathematics Education* (2010), p. 163-178.

CZU: 511(091)

ISTORICUL EXTINDERII NOȚIUNII DE NUMĂR. NUMERELE FRACȚIONARE

Luminița TICU, profesor la matematică ȘG Mera,
Coordonator Centrul Metodic Odobești a profesorilor de matematică
https://orcid.org/0000-0002-5282-5296
Județul Vrancea, România

Rezumat. Pe parcursul anilor de studiu, conform Planului de Matematică Școlar, elevii se familiarizează an de an cu o nouă extindere a noțiunii de număr, de data aceasta cu mulțimea numerelor fracționare în toată amploarea sa.
Cuvinte cheie: număr, parte, fracție, număr fracționar, măsuri, sistem de măsurare, sistem metric.

THE HISTORY OF THE EXPANSION OF THE NOTION OF NUMBER. FRACTIONAL NUMBERS

Abstract. During the years of study in accordance with the School Mathematics Curriculum, students year after year become acquainted with a new extension of the notion of number, this time with the set of fractional numbers in all its breadth.
Keywords: number, part, fraction, fractional number, measures, measurement system, metric system.

Odată cu necesitatea de *a număra* obiectele, care a dat naștere la numerele naturale, din timpurile cele mai vechi sa ivit la oameni şi necesitatea de *a măsura* mărimile: lungimile sau lățimile drumurilor, ariile loturilor de pământ, volumele clădirilor, greutățile corpurilor, timpul.

Rezultatul măsurării nu poate fi exprimat întotdeauna prin numere întregi naturale. Trebuie luate în considerație şi *părțile* unității de măsură folosite. În felul acesta au apărut în procesul măsurării primele *fracții*. Ele s-au născut ca părți ale unor unități de măsură luate ca etalon. De exemplu, cuvântul „*Cetverti*" sau „*Ceti*" înseamnă în Rusia veche o măsură agrară, a patra parte dintr-o anumită unitate de măsură în română sub numirea de *sfert*. Abia mai târziu acest cuvânt a început să exprime numărul fracționar. Așa dar, la început au fost numai fracții *concrete,* ca părți ale anumitor unități de măsură. Mai târziu odată cu dezvoltarea științei, au apărut fracțiile *abstracte*, care nu erau legate de măsuri şi obiecte concrete, *numerele fracționare, fracții ordinare.*

Un lucru grandios în evoluția studiului referitor la fracțiile ordinare au efectuat matematicienii hinduși. La ei se întâlnește cum fracțiile obișnuite, adică de forma $^1/_3$, $^1/_5$, $^1/_7$ etc., așa şi cele derivate de la ele adică fracțiile cu numitori diferiți. Notarea modernă a fracțiilor ordinare (doar că fără linia fracționară) a fost acceptată în India secolului VIII. Liniuța de delimitare a numitorului de numărător a fost utilizată încă de Heron din Alexandria (sec. I) şi Diofante (sec. III). Mai apoi ea se întâlnește la savantul arab Hassar (sec. XIII), la

Leonardo Fibonacci (sec. XII-XIII), după Leonardo linia de delimitare în fracțiile ordinare a început a fi utilizată pe larg.

În operele primilor autori de manuale din Moldova fracțiile erau numite frângeri/frâhgeroase , adică *ruperea întregului în părți*, numerele fracționare erau numite *numere frângeroase*, în alte surse (A. Hotiniul) se numeau *rămășițe*; numărătorul era numit *socotitoriu* sau *numărătoriu*, numitorul – *cvalificator* (Gh. Asachi) sau *numitoriu*.

Prima fracție concretă, care a făcut cunoștință omul a fost, probabil, 1/2, jumătatea oricărui obiect sau mărimi. A urmat jumătatea jumătății, adică 1/4, apoi 1/8, 1/16,... mai târziu au apărut şi 1/3, 1/6 etc., adică fracții, care exprimă o parte dintr-un întreg. Astfel de fracții, al căror numărător este 1 , se numesc fracții *unitare,* sau fracții de *bază.* La egipteni erau numite fracții *alicote.*

Orice fracție ordinară se exprimă la egipteni ca o sumă de fracții subunitare - alicote. De exemplu, egiptenii nu luau 3/4 dintr-un întreg ci 1/2 şi 1/4. Ei aveau tabele speciale pentru descompunerea fracțiilor în sume de fracții unitare.

Fracțiile alicote numite încă și „*egiptene*" au fost folosite mult timp la greci, slavi şi alte popoare.

Fracții șasezecimale (babiloniene). Sistemul de măsuri a babilonienilor era adaptat sistemului lor de numerație cu baza 60. Unitatea de greutate, care mai servea ca unitate monetară, se împărțea în 60 de părți egale: 1 talant = 60 mine, 1 mină = 60 șecheli. Împărțind mereu măsurile în 60 de părți egale, babilonienii au creat şi au dezvoltat fracțiile *șasezecimale,* la care numitorul este în totdeauna 60, 60^2,(adică 60·60), 60^3 (60·60·60) etc.

Matematica babiloniană a avut o mare influență asupra matematicii hinduse şi grecești. Urmele numerației şasezecimale s-au păstrat şi în știința modernă la măsurarea timpului şi a unghiurilor. Anume: ora se împarte în 60 de minute, minutul – în 60 secunde. Tot astfel cercul se împarte în 360 de grade. Gradul – în 60 de minute, minutul – 60 de secunde. „*Minuta*" înseamnă în limba latină „*partea mică*" (*prima parte*), „s*ecund*e" – „*a doua*" (parte mică).

Babilonienii au fost de asemenea întemeietorii astronomiei. De fracții şasezecimale s-au folosit în astronomie toți savanții lumii până în secolul al XVII-lea, numindu-le fracții *astronomice.* Spre deosebire de acestea fracțiile de ordin comun, de orice numitor, de care ne folosim în prezent au fost numite *ordinare.*

Fracții zecimale au luat naștere relativ târziu, abia în secolul XV, deși de ele se simțea nevoie şi mai înainte. Fracțiile zecimale şi operațiile asupra lor într-o formă deja mult mai sistematizată au fost descrise de savantul din Asia Mijlocie Gesimid al Caşi în cartea sa „*Cheia spre aritmetică"* (1427). În Europa studiul referitor la fracțiile zecimale este expus pentru întâia oară în operele savantului flamand Simon Stevin „*A zecea*" (1585).

Al-Caşi şi S. Stevin scriau partea întreagă şi partea fracționară într-un rând, însă fără virgula zecimală. Virgula zecimală au introdus-o în uz matematicianul englez Dj. Napyer (1550-1617) şi astronomul german I. Kepler (1571-1630).

Fracțiile zecimale se întâlnesc în operele lui Gh. Asachi, A. Teodorescu, A. Velini etc., după anii 1820, până la aceste opere nu se întâlnește nici un izvor în care să fie urme de calcule cu numere fracționare zecimale.

Babilonienii foloseau fracțiile şasezecimale deoarece sistemul lor de numerație şi de măsuri avea baza 60; în prezent însă se folosesc fracțiile zecimale, care simplifică calculele, fiind că sistemul nostru de numerație şi de măsuri are ca bază numărul 10.

După introducerea sistemului metric de măsuri (secolul XIX) fracțiile zecimale au devenit cel mai mult folosite în practică şi în știință, deoarece ele au o bază analoagă cu cea a sistemului pozițional zecimal şi cea a sistemului metric de măsuri.

Fracții douăsprezecimale **(***romane/unciile***).** *Asul* servea la romanii vechi drept unitate de bază pentru măsurarea greutăților. Aceiași denumire o avea şi una din monedele romane. Asul se împărțea în 12 părți egale, numite *uncii*. În legătură cu aceasta romanii foloseau pentru ușurarea socotelilor gospodărești fracții *douăsprezecimale,* adică fracții cu numitorul 12, de exemplu *1/12, 4/12, 7/12, 9/12, 11/12* etc. Mai târziu se subânțelegeau prin uncii şi fracții abstracte. În loc de 1/12 romanii spuneau „o uncie", 5/12 - „*cinci uncii*" etc. Trei uncii (3/12) se numeau „*sfert*", patru uncii – „*treime*", 6 uncii – „*jumătate*".

În India veche erau foarte răspândite calculele cu fracții ordinare. La scăderea lor numărătorul şi numitorul nu se despărțea printr-o liniuță fracționară, de exemplu, se scria $^{1}_{3}$, în loc de $\frac{1}{3}$.

Matematicianul Brahmagupta (secolul VII) a expus regulile privitoare la operațiile cu fracțiile ordinare aproape așa ca în zilele noastre. Bhaşcara (secolul VII) a scris o carte, numită „*Lilavati*", adică „*Splendida*/frumoasa" (calificând astfel știința aritmetică). Matematicienii hinduși scriau deseori lucrările lor în versuri sau sub formă de povestiri, ilustrând cărțile cu ghirlande de flori, fluturi şi păsările, pentru ca aritmetica să fie nu numai utilă, dar şi plăcută. Iată o problemă din „*Lilavati*" a lui Bhascara: *„Dacă vom înmulți un număr oarecare cu 5, vom scădea din produs o treime din el, vom împărți restul la 10 şi vom adăuga la numărul obținut 1/3, 1/2 şi 1/4, vom obține 68. Să se afle numărul."*

Cea mai veche carte de matematică chineză (secolul II î.e.n.), „*Matematica în nouă cărți*", era destinată necesităților practice. Ea cuprindea pe lângă calculul ariilor şi al volumelor reguli privitoare la operațiile cu fracțiile ordinare. Iată o problemă din această carte: „*Rața sălbatică ajunge în zbor de la Marea de Sud la Marea de Nord în 7 zile, iar gânsacul ajunge în nouă zile de la Marea de Nord la Marea de Sud. Peste câteva zile se vor întâlni aceste păsări, dacă ele au pornit în același timp?* $^{9)}\frac{1}{7}+{}^{7)}\frac{1}{9}=\frac{16}{63}$, $\frac{63}{16}=3\frac{15}{16}$."

Probleme cu fracții la vechii armeni. Se ştie, că unul dintre cele dintâi stat cunoscut din istoria antică a fost statul Urartu în Transcaucazia (secolul VII – VIII î.e.n.). Ruinele cetăților şi palatelor vechi ale Urartului, ce se păstrează încă în zilele noastre în Armenia,

vorbesc despre nivelul înalt al arhitecturii în Urartu, care presupune la rândul său un nivel înalt de cunoștințe matematice.

Popoarele din Urartu cunoșteau aritmetica babiloniană, care a fost mai târziu însușită de armenii vechi.

În secolul VII a trăit renumitul învățat armean Anania din Șirac, care s-a proslăvit şi ca un demn luptător pentru eliberarea țării sale de sub jugul ocupanţilor străini. Anania este autorul unor cărți de matematică, geografie şi astronomie. Printre cărțile lui Anania este o aritmetică şi o culegere de probleme, din care se vede, că încă cu 1300 de ani în urmă, Anania rezolva probleme cu fracții, care păreau foarte grele multor învățaţi europeni din acele timpuri.

Iată problemele lui Anania:

1. Un negustor a trecut prin 3 orașe, plătind în fiecare oraș taxa vamală: în primul oraș el a plătit jumătate şi o treime din avere, în orașul al doilea – jumătate şi o treime din ceea ce ia rămas, iar în orașul al treilea i s-a luat iarăși jumătate şi o treime din ceea ce a avut. Când a ajuns acasă, iau rămas 11 dahecani. Să se afle câți dahecani a avut negustorul la început.

2. În orașul Atena era un bazin, care comunica cu 3 țevi. Prima putea să împle bazinul într-o oră, a doua – în 2 ore, a treia – în 3 ore. Să se afle în cât timp cele 3 țevi puteau să împle împreună tot bazinul.

Fracțiile în Rusia Veche. Cartea călugărului învățat rus Chiric din Novgorod (1134) se întâlnesc următoarele fracții subunitare, folosite la măsurarea timpului („ore fracționare”), reprezentând părți din zi: 1/5, 1/25, 1/125 etc.

Fracțiile în Rusia veche erau numite „*doli*” (*părticele*), iar mai târziu „*numere frânte*”. În vechile manuscrise ruse găsim următoarele denumiri ale fracțiilor: $\frac{1}{2}$ - poltina (jumătate) $\frac{1}{3}$ - treti (o treime), $\frac{1}{4}$ - ceti (sfert) $\frac{1}{5}$ - peatina (o cincime), $\frac{1}{8}$ - polceti (o jumătate de sfert) $\frac{1}{6}$ - poltreti (o jumate de treime), $\frac{1}{16}$ - polpolceti (o jumate de jumate de sfert), $\frac{1}{12}$ - polpoltreti (o jumate de jumate de treime), $\frac{1}{32}$ - polpolpolceti (malaia ceti) (un sfert mic), $\frac{1}{24}$ - malaia treti (o treime mică), $\frac{1}{7}$ - sedmina (o şeptime), $\frac{1}{10}$ - deseatină (o zecime). („Desetină” era numită şi o unitate de măsură (≈ 1,09 *ha*), folosită până la introducerea sistemului metric).

Fracțiile în Moldova erau numite înainte „frânturi”, ele se împărţeau în „adevărate” sau „proprii” (subunitare) şi „improprii” (supraunitare), „curate” (fără întregi) şi „amestecate” (numere mixte). Pentru simplificarea fracțiilor Amfilohie Hotiniul folosea termenul „schimbare” sau întindere. Operațiile cu fracții se făceau așa, cum le facem noi azi.

De la fracțiile şasezesimale la fracțiile zecimale. Fracțiile şasezesimale, de care se foloseau babilonienii, aveau următoarele avantaje: a) baza sistemului de numerație era şi baza sistemului de măsuri, ceea ce înlesnea calculele obișnuite; b) regulile operaţiilor cu fracțiile șasezesimale erau aceleași ca şi cu numere întregi. Datorită acestor avantaje fracțiile şasezesimale au fost introduse şi în alte țări. Astronomii greci, printre care şi renumitul savant

Ptolomeu (secolul II), operau numai cu fracții şasezesimale, folosind simboluri speciale pentru grade minute şi secunde. De aici fracțiile şasezsimale au pătruns în Asia Centrală şi în Europa Apuseană. Așa dar, în Evul Mediu se folosea pe de o parte sistemul pozițional zecimal pentru calcule obișnuite cu numere întregi, iar pe de alta – sistemul şasezesimal pentru calcule cu fracții, mai ales în știință. Aceasta ducea la o mare încurcătură. Operațiile cu fracții erau considerate foarte dificile. La nemți s-a păstrat încă până în prezent proverbul – „*a nimeri în fracție*", ceea ce înseamnă „*a se păcăli*" iar la italieni *a nimeri în fracție* era echivalent cu a nimeri într-o daravelă.

Pe baza fracțiilor şasezesimale şi a sistemului pozițional zecimal au apărut fracțiile zecimale.

Matematicianul englez John Nepyer (secolul XVII) folosea punctul drept semn despărțitor (în locul virgulei noastre). În Anglia şi America punctul ca semn despărțitor s-a păstrat până în prezent. Virgula, de care ne folosim noi, a fost introdusă pentru prima dată de I. Kepler, vestitul astronom, care a descoperit legile mișcărilor planetelor.

Însă fracțiile zecimale nu şi-a ocupat de odată locul cuvenit. Ca şi sistemul zecimal de numerație pozițional fracțiile zecimale şi-au croit drum într-o luptă aprigă cu vechile fracții șasezesimale. Datorită marilor lor avantaje, fracțiile zecimale au început să fie folosite din ce în ce mai mult.

Pătrunderea din ce în ce mai adâncă a fracțiilor zecimale în toate domeniile științei şi economiei în secolul XVIII – XIX se datora faptului, că la aceste fracții se pot aplica regulile numerației zecimale şi ale operaţiilor cu numerele întregi.

După introducerea sistemului metric de măsuri avantajele practice ale fracțiilor zecimale şi superioritatea lor faţă de fracțiile ordinare au devenit şi mai evidente.

Extinderea noțiunii de număr: de la numerele naturale la numerele fracționare. Noțiunea de număr este una din noțiunile de bază ale matematicii, întrucât omul are de a face cu numere la fiece pas.

Însă noțiunea de număr nu a fost una şi aceiași în diferite timpuri. Ea se schimba, se dezvolta şi se lărgea pe măsură ce se dezvolta economia şi cultura societății omenești.

Dacă la început se înțelegeau prin „numere" numai numerele naturale 1, 2, 3, 4..., apoi mai târziu, după introducerea lui zero şi a fracțiilor, noțiunea de număr a devenit mai largă. Numerele fracționare, ca şi cele întregi, se supun acelorași legi: comutativă, asociativă, distributivă. Orice număr natural prezintă un caz particular al unui număr fracționar, de exemplu: $5 = \frac{5}{1}$, sau 5,00. Zero poate fi privit şi el ca un număr fracționar: $0 = \frac{0}{1}$ sau 0,00 etc. Aceasta înseamnă, că numerele întregi au devenit o parte din numerele mai generale – numerele fracționare. Datorită acestei lărgiri a noțiunii de număr s-a putut efectua împărţirea oricărui număr întreg la alt număr întreg (afară de zero).

Astfel extinderea noțiunii de număr, trecerea de la numerele naturale la cele fracționare satisface cerințele practice la măsurare şi la împărţirea întregului în părți, precum şi cerințele teoretice: posibilitatea împărțirii oricăror 2 numere întregi.

În clasele superioare se va vedea, că lărgirea noțiunii de număr nu se reduce la introducerea numerelor fracționare; se va face cunoștință cu o lume nouă de numere: negative, raţionale, iraţionale, imaginare şi complexe.

Bibliografie

1. GLEIZER, G.I. *Istorismul în predarea matematicii. Algebra. Partea II.* Chișinău: Lumina, 1963. 226 p. (*cu caractere chirilice*).
2. DĂNCILĂ, Ioan *Matematica gimnazială între elev și profesor.* București: Editura Corint, 1996. 287 p.
3. KOLMAN, E. *Istoria matematicii antichitate.* București: Editura științifică, 1963. 246 p.
4. KOLOSOV, A.A. *Carte pentru citire extraşcolară la matematică pentru elevii clasei a VIII-a.* Moscova: Ucipedghiz, 1958. 208 p. (*în rusă*).

CZU: 37.091.214:51

DESPRE PROIECTELE STEAM RECOMANDATE ÎN CURRICULA NAȚIONALĂ LA MATEMATICĂ, CICLUL GIMNAZIAL

Teodora VASCAN, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-6828-5343
Catedra Informatică şi Tehnologii Infomaţionale, UPSC
Aliona POGREBAN, masterandă anul II, UPSC
https://orcid.org/0000-0002-5627-6415

Rezumat. Acest articol își propune să aducă unele propuneri ce țin de proiectarea și realizarea proiectelor STEAM propuse în curricula națională la matematică ciclul gimnazial. Mai exact, se aduce un exemplu de planificare a unui proiect în laboratoarele de tip „Clasa Viitorului” cu propuneri de utilzare a robotului Codey Rocky.
Cuvinte cheie: Integrarea disciplinelor, educația STEAM, Codey Rocky.

ABOUT THE STEAM PROJECTS RECOMMENDED IN THE NATIONAL CURRICULUM IN MATHEMATICS FOR SECONDARY SCHOOL

Abstract. This article aims to bring some proposals related to the design and implementation of STEAM projects proposed in the national mathematics curriculum for the secondary school cycle. More specifically, an example of planning a project in the "Class of the Future" laboratories with proposals for the use of the Codey Rocky robot is given.
Keywords: Integrating disciplines, STEAM education, Codey Rocky.

Introducere

STEAM este abrevierea pentru Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă și Matematică. Este o abordare integrată a învățării care încurajează elevii să gândească mai larg la problemele din lumea reală. Această abordare interdisciplinară a contribuit la crearea de inovații precum iPhone, laptopul original și multe altele. Îi ajută pe elevi să pună întrebări, să conecteze punctele de vedere proprii, să rezolve probleme, să gândească creativ și să fie inovatoriSe preconizează că locurile de muncă STEM vor crește comparativ cu alte sectoare. Și chiar acum, în joburile legate de știință și inginerie câștigă mai mult decât dublul venitului mediu unui alt loc de muncă. Totodată proiectele STEAM contribuie eficient la realizarea conexiunilor interdisciplinare și transdisciplinare.

La etapa actuală în Republica Moldova nu există proceduri, programe, ghiduri metodologice sau pilotare privind realizarea educației STEAM. Cele mai evidente activități de tip STEM/STEAM au loc în cadrul activităților extrașcolare cum ar fi cluburile de robotică sau cluburile de științe etc. Cu toate acestea în curricula națională a tuturor discipinelor școare, inclusiv și la matematcă găsim unele propuneri de proiecte STEM/STEAM.

Exemple de proiecte STEAM recomandate de curriculumul național la matematică

În curriculumul național la matematică [1], precum și în sursa [2] sunt propuse unele exemple de proiecte STEAM care se recomandă a fi realizate cel mult câte unul pe semestru. Profesorul poate selecta din lista celor propuse în curriculum sau poate propune proiecte de alternativă.

Temele proiectelor STEM/STEAM recomandate în curriculumul național la matematică ciclul gimnazial sunt incluse în tabelul 1:

Tabelul 1. Temele de proiecte STEM/STEAM la matematică (gimnaziu)

Clasa a V-a	
Semestrul I	Semestrul II
	Planificăm o călătorie (proiect STEM)
Clasa a VI-a	
Semestrul I	Semestrul II
Rapoarte și proporții în pictură și arhitectură (proiect STEAM)	Să ne alimentăm sănătos (proiect STEM)
Clasa a VII-a	
Semestrul I	Semestrul II
Apa în viața de ziz cu zi (proiect STEM)	Variația caracteristicilor meteo pentru o perioadă de trei luni în localitatea de baștină (proiect STEM) Geometria și origami (proiect STEAM)
Clasa a VIII-a	
Semestrul I	Semestrul II
Funcții în sport (proiect STEM)	Aplicații alefigurilor geometrice în design (proiect STEAM)
Clasa a IX-a	
Semestrul I	Semestrul II
Funcțiile în tehnică (proiect STEM)	Corpuri geometrice în construcțiile din localitatea mea (proiect STEAM) Figuri fractale în artă și natură (proiect STEAM)

Pentru idei de produse realizate în urma fiecărui proiect propus poate fi accesat ghidul de implementare a curriculum-ului național la matematică [2].

Proiectarea activităților STEM/STEAM

Procesul de proiectare a activitãilor STEAM pentru mulți profesori din Republica Moldova este unul dificil din mai multe puncte de vedere. În primul rând, nu este cunoscut conceptul de abordare STEAM de către mulți profesori. În al doilea rând - lipsa de timp. Este necesar pentru proiectarea și planificarea activităților STEAM destul de mult timp. În al treilea rând– lipsa materialelor și echipamentelor necesare pentru realizarea unor astfel de activități. Și nu în ultimul rând – motivarea elevilor de a participa la astfel de activități.

Este recomadat de a planifica activitățile STEAM conform modelului educațional 5E. Conform acestuia are loc împărţirea lecţiei în cinci etape, fiecare din care îşi are scopurile sale bine definite:

- *Engage* - implică elevii concentrându-i asupra unui fenomen, obiect, problemă, situație sau eveniment. Activitățile din acestă fază ajută elevii să facă legături între ceia ce știu și ceia ce urmează să cerceteze, să expună concepțiile anterioare și să organizeze procesul de gândire către întrebările esențiale și rezultatele învățării.
- *Explore* - după ce elevii s-au implicat în activități, au nevoie de timp pentru a explora idei noi. Activitățile din această fază sunt concepute pentru ca toți elevii să aibă experiențe comune, concrete, care pot fi folosite ulterior atunci când introduc și discută în mod oficial concepte și explicații științifice și tehnologice, pentru aceasta elevilor li se oferă timp să investigheze evenimente, obiecte sau situații.
- *Explain* – în această fază de explicare în primul rând, profesorul le cere elevilor să-și împărtășească modelele și explicațiile inițiale din experiențele de la fazele de implicare și explorare, apoi oferă resurse și informații pentru a sprijini învățarea elevilor și introduce concepte științifice sau tehnologice. Elevii vor folosi aceste resurse și informații, și ideile altor elevi, pentru a-și construi sau revizui modelele proprii.
- *Elaborate* - după ce elevii au construit explicații ale unui fenomen sau au proiectat soluții pentru o problemă, este important să le implice în experiențe ulterioare care aplică, extind sau elaborează conceptele, procesele sau abilitățile pe care le învață. Activitățile elaborate oferă elevilor timp pentru a-și aplica conceptelor și abilitățile în practică.
- *Evaluate* - elevii să primească feedback cu privire la calitatea explicațiilor lor. În mod informal, acest lucru se poate întâmpla pe parcursul secvenței de învățare. Formal, profesorul poate administra și o evaluare sumativă la sfârșitul secvenței de învățare.

În sursele [3] și [4], sunt prezentate metode de implementare a abordării STEAM precum și unele sugestii despre cum profesorii să-și dezvolte propriile lecții STEAM şi care sunt componentele unei lecţii STEAM.

Exemplu de planificare a unui proiect STEM la matematică

Prezentăm în continuare un model de planificare a unui proiect STEM cu tema ”Patrulaterele în viața mea” recomandat pentru implementare în laboratorul „Clasa Viitorului”.

Tabelul 2. Model de planificare a proiectului STEM ”Patrulaterele în viața mea”

Etapa	**Activitățile**	Zona de învățare
Alegerea, formularea enunțului problemei de cercetare	Profesorul precizează: Domeniile problemei de cercetare: matematică, informatică, fizică, educație tehnologică, arta plastică.	Prezintă

	Obiectivele: Nivelul I: Determinarea rolului patrulaterelor în viața noastră; Selectarea și clasificarea imaginilor în funcție de tipurile de patrlatere utilizate. Nivelul II: Elaborarea planului camerei; Estimarea materialelor și cheltuielilor pentru reparație. Nivelul III: Programarea robotului Codey Rocky pentru a desena un paralelogram; Determinarea măsurilor unghiurilor paralelogramului obținut; Determinarea perimetrului paralelogramului obținut. Limita de timp: 1 lună Produsul final: Nivelul I: Prezentare Power Point sau filme Nivelul II: Planul camerii Lista de materiale si cantitatea de materiale necesare pentru reparație; Devizul de cheltuieli. Nivelul III: Programa pentru robot; Demonstrarea mișcării robotului; Calculul unghiurilor paralelogramului; Calcului perimetrului paralelogramului. Evaluatori: profesorii de matematică, informatică, fizică, arta plastică, colegii Criteriile de evaluare a produsului: Resurse necesare: aparat de fotografiat, robotul Codey Rocky, computator Ctriteriile de evaluare a activității elevilor	
Formarea echipelor	Profesorul formează echipele și desemnează împreună cu elevii liderul echipei	Comunică
Formularea sarcinilor, stabilirea obiectivelor	Profesorul: Formulează și explică sarcinile; Explică criteriile de evaluare a produsului; Convine calendarul întrunirilor. Elevii: Eleborează planul de lucru a echipei; Stabilesc calendarul întrunirilor echipei;	Prezintă Comunică

Brainstorming-ul	Profesorul: Sugerează căi de cercetare a modalităților de soluționare a sarcinilor; Distribuie echilibrat rolurile în cadrul echipelor; Expertizează ideile, selectânduțle pe cele care sunt conforme obiectivelor. Elevii: Își asumă roluri: Propun idei; Identifică resursele necesare.	Explorează
Cercetarea,investigarea și realizarea sarcinilor	Profesorul: Sugerează resurse și conținutyri de cercetare: Verifică autencitatea, credibilitatea resurselor de învățare propuse de elevi. Elevii: Cercetează modalități de soluționare a problemei investigate și realizează sarcinile propuse; Studiază resursele de învățare identificate de ei însuși, dar și cele recomandate de profesor.	Interecționează Explorează
Prezentarea produselor	Profesorul: Creează mediul pentruimplicarea și exprimarea tuturor membrilor echipei; Propune adaptări, ajustări; Elevii: Explică care instrumente și metode au fost utilizate	Prezintă
Analizarea produselor finale. Oferirea de feedback	Profesorul și auditoriul apreciază calitatea produsului final, dar și a raportului echipei Elevii: Își autoevaluează activitatea proprie; Participă la evaluarea activităților lor apreciind: Contribuția personală; Contribuția echipei Gestionarea timpului; Învățarea necesară pentru realizarea proiectului	Comunică

Concluzii

În Republica Moldova sunt profesori implicați în astfel de proiecte, și care cred în puterea educației STEM/STEAM. Dar situația reală a lucrurilor este destul de dispersată și nu în orice școală elevii au acces la educație STEM/STEAM. Prin proiectul „Clasa Viitorului" se prezintă o oprtunitate de a promova educația STEM/STEAM. Dar totodată, este trist fapul că nu orice instituție poate fi dotată cu laboratoare „Clasa Viitrotului". Este încurajator faptul

că profesorii indiferent la ce nivel educațional activează au început să conștientizeze necesitatea abordării educației STEM/STEAM și să încerce să o implementeze deși ea nu se regăsește încă explicit în legislație.

Deci, să introducem mai mult STEAM în viața copiilor noștri!

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare.

Bibliografie

1. Curriculum național. Disciplina Matematică. Clasele V-a – a IX-a. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Chișinău: Lyceum, 2019.
2. Matematică: Curriculum național: Clasele 5-9: Curriculum disciplinar: Ghid de implementare, Ministerul Educației Culturii și Cercetării al Republicii Moldova, Cișinău: Lyceum, 2020 – 180 p.
3. VASCAN, T. Sugestii de creare a lecțiilor STEAM. În: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice, Volumul I, Didactica Științelor Exacte,* 26-27 februarie 2022. Universitatea de Stat din Tiraspol, pp. 330-336, Chișinău, Tipografia UST, ISBN 978-9975-76-382-0.
4. VASCAN, T. Învățarea bazată pe proiecte – o metodă de implementare a abordării STEAM în educație. În: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice, Volumul I Didactica Științelor Exacte,* 26-27 februarie 2022 -Universitatea de Stat din Tiraspol, pp. 324-329, Chișinău, Tipografia UST, ISBN 978-9975-76-382-0.

CZU: 514.112.4

METODA GENETIC-ISTORICĂ DE STUDIERE A NOȚIUNII DE POLIGON REGULAT

Marius VIOREANU, inspector școlar
https://orcid.org/0000-0001-9284-0012
IȘJ Vrancea România

Rezumat. Poligonul, ca o figură geometrică plană, este delimitat de o linie frântă închisă. În școală se studiază doar cele convexe, poligoanele regulate și construcția lor.
Cuvinte cheie: geometrie, plan, poligon, laturi, unghiuri, construcție, riglă, busolă.

THE GENETIC-HISTORICAL METHOD OF STUDYING THE NOTION OF A REGULAR POLYGON

Abstract. Polygon as a plane geometric figure, is bounded by a closed broken line. In school only convex ones are studied, regular polygons and their construction.
Keywords: geometry, plane, polygon, sides, angles, construction, ruler, compass.

Liniile materiale, trasate de noi oricât de subțiri ar fi au totuși o anumită lățime sau grosime, ele ne dau numai o idee aproximativă despre liniile geometrice care au numai lungime. Punctul la fel. Același lucru se poate spune şi despre celelalte noțiuni fundamentale ale geometriei.

Așa dar, noțiunile geometrice fundamentale își trag originea din lumea materială reală, dar totuși ele sunt o creație a cugetului omenesc, însă împrumutate din mediul înconjurător, apoi utilizate ca idei abstracte cu aplicaţie practică.

La Euclid printre axiomele sale se pot atesta și astfel de propoziții:

- ✓ Punctul este ceva ce nu are nici o parte.
- ✓ Linia este lungime fără lățime.
- ✓ Suprafața este ceea ce are numi lungime și lățime.
- ✓ Planul este suprafața situată la fel de toate dreptele conținute.

De aici a pornit noțiunea de poligon ca figură geometrică plană mărginită de o linie frântă închisă (*polus*-numeros, *gonia*-unghi – figura cu mai multe unghiuri). Poligoanele sunt denumite după numărul laturilor sau unghiurilor: triunghi, patrulater, pentagon, hexagon etc. Sunt atestate poligoane concave și poligoane convexe. În școală se studiază doar cele convexe, adică acele care sunt situate totalmente de o singură parte a dreptei atașate determinat de oricare dintre laturile lui. Încă în Grecia Antică s-a determinat proprietățile diagonalelor poligonului duse din același vârf cu referire la numărul lor. Din fiecare vârf al poligonului cu n laturi pot fi trasate $n - 3$ diagonale. Numărul tuturor diagonalelor poligonului cu n laturi este: $\frac{n(n-3)}{2}$.

Poligoanele convexe cu toate laturile și unghiurile egale se numesc poligoane regulate. Fiecare unghi al poligonului regulat cu *n* laturi este egal cu: $\frac{\pi(n-2)}{2}$ radiani.

Cea mai simplă figură plan, care mai poartă, uneori denumirea de plan, este triunghiul. Triunghiul este cel mai simplu poligon. Omul cunoaște această figură încă din antichitate şi a folosit-o mult în practică. Din timpuri străvechi se întrebuințează în diferite construcții figuri de formă triunghiulară, ceea ce se explică nu numai prin simplitatea, dar mai ales prin rigiditatea acestei figuri. Probleme asupra triunghiurilor şi figurilor de formă triunghiulară le găsim în papirusurile egiptene şi în alte documente vechi. Istoricește se considera că la început a apărut noțiunea de triunghi echilateral, apoi cea de triunghi isoscel şi în sfârșit cea de triunghi scalen.

Istoricește primul patrulater, cu care a făcut cunoștință omenirea, este probabil, ***pătratul***. Euclid numește pătratul chiar „*patrulater*”. Au urmat apoi dreptunghiul, trapezul isoscel şi cel dreptunghic etc. Aceste figuri se întâlnesc în papirusurile egiptene şi în alte documente antice.

Noțiunea de patrulater, la care laturile opuse sunt paralele, era cunoscută încă pitagorienilor; termenul respectiv „*paralelogram*” (*paralelo – liniar*) a fost introdus abia de Euclid, care în „*Elementele*” sale demonstrează numai următoarele: *într-un paralelogram laturile opuse, cât şi unghiurile opuse sunt egale între ele, iar diagonala paralelogramului împarte unghiurile opuse pe jumătate.* Alte teoreme despre paralelograme nu găsim în cartea lui Euclid. Teoria completă a paralelogramelor a fost elaborată abia la sfârșitul Evului Mediu. Ea se bazează, bine înțeles, pe axioma dreptelor paralele a lui Euclid.

Ideea despre arie s-a născut în timpurile străvechi şi s-a format în procesul activității practice a omului. La început oamenii evaluau din ochi arii pentru scopuri practice, iar mai târziu, în baza unei experiențe îndelungate, au descoperite cele mai scumpe ***legi***, adică ***reguli*** (formule), de exemplu, aria unui dreptunghi – prin produsul lungimii laturilor sale. Aceste reguli erau folosite pentru agricultori pentru a calcula ariile câmpurilor însămânțate, a evalua recolta etc.

Din tăblițele cuneiforme babiloniene, descoperite în urma săpăturilor arheologice, s-a aflat, că încă cu 4000 de ani în urmă babilonienii știau să determine aria dreptunghiului şi altor figuri în ***unități pătratice***.

Pătratul servea dintotdeauna ca unitate de măsură a ariilor. Aceasta se datorește faptului, că pătratul este o figură regulată, cel mai perfect patrulater. El are toate laturile egale, toate unghiurile drepte şi egale, el este simetric față de centrul său, față de diagonalele sale, cât şi față de dreptele, care unesc mijlocurile laturilor opuse. Se poate acoperi ușor orice porțiune de plan cu diferite pătrate, fără a lăsa vre-un loc liber

În monumentele antice din civilizația mesopotamiană sau egipteană sunt atestate poligoane regulate ca: patrulatere, hexagoane și octogoane sub formă de imagini pe pereți și bijuterii, prelucrate din piatră.

Savanții greci aveau un interes deosebit către figurile regulate încă pe timpul lui Pitagora. Divizarea cercului într-un oarecare număr de părți egale pentru a construi poligoane regulate era o prioritate pentru pitagorieni, care aveau crezul, că numerele guvernează lumea. Studiul cu referire la poligoanele regulate, inițiate în școala lui Pitagora, prelungit și perfectat în secolele V-IV î.e.n. a fost sistematizat de către Euclid și expus în cartea a IV-a a *IV-a* a *Elementelor.* În afară de construcția triunghiului echilateral, a pătratului, pentagonului și hexagonului, Euclid rezolvă și problema construirii poligonului regulat cu 15 laturi, folosind doar rigla și compasul. Această figură geometrică era destul de curioasă pentru geometrii antici, deoarece s-a depistat că, arcul eclipticii către ecuator reprezintă prin sine a 1/15 parte din întreaga lungime a cercului, adică este întinsă de latura poligonului regulat cu 15 laturi.

Cunoscând, cum se poate de construit un poligon regulat cu *n* laturi, lejer se poate construi un poligon regulat cu *2n* laturi. Matematicienii de valoare din lume mult timp minuțios au căutat procedee de a construi poligonul regulat cu 7 laturi, cu 9 laturi, cu 11 laturi etc., ne fiind încrezuți în faptul, dacă este posibil de a construi astfel de poligoane în genere doar cu ajutorul compasului și a riglei. Această problemă a fost soluționată către sfârșitul sec. XVIII de către matematicianul de 17 ani K.F. Gauss, unul dintre cei mai eminenți matematicieni ai lumii – Regele matematicii din Europa, care a demonstrat, că cu ajutorul compasului și a riglei se poate de divizat cercul într-un număr *N* prim de părți egale, care poate fi exprimat prin formula: $N = 2^{2^n} + 1$, unde *n* – un număr natural sau zero.

Iată câteva exemple:

1) *n = 0, N = 3.*
2) *n = 1, N = 5.*
3) *n = 2, N = 17.*
4) *n = 3, N = 257.*
5) *n = 4, N = 65537. etc.*

Exemple de construire a poligoanelor regulate în ciclul gimnazial:

A) *n = 3,* adică triunghiul echilateral. Se ia o deschizătură a compasului egală cu raza cercului și cu compasul se fixează puncte de intersecție pe cerc. Se obțin exact 6 puncte, care fiind unite succesiv cu rigla și creionul prezintă imaginea concretă a hexagonului regulat. Iar dacă se unește peste un punct, obținem imaginea triunghiului regulat sau echilateral. În a doua variantă se poate pe o dreaptă de selectat un punct și cu compasul de trasat un arc de cerc care intersectează dreapta dată, apoi din cel de-al doilea punct al dreptei, cu aceeași deschizătură a compasului de trasat cei de-al doilea arc de cerc până la intersecția cu primul arc trasat. Punctul de intersecție al acestor două arce împreună cu cele două fixate pe dreapta dată reprezintă cele trei vârfuri ale triunghiului căutat. Unindu-le succesiv cu rigla și compasul obținem imaginea triunghiului echilateral.

B**)** *n = 4,* adică poligonul echilateral cu 4 laturi – pătratul. Se construiesc în cerc două diametre reciproc perpendiculare între ele, unind succesiv punctele de intersecție a acestor diametre cu cercul, obținem imaginea unui pătrat. Se poate și altfel: construim o linie dreaptă

pe care fixăm două puncte (*distanța dintre aceste puncte – latura pătratului căutat*); în fiecare din aceste două puncte construim perpendiculara în acest punct la dreapta dată; pe fiecare din aceste perpendiculare depunem de la punctele date e dreapta dată segmente egale cu lungimea distanței dintre punctelor de pe dreapta dată; astfel am obținut încă două puncte care la un loc cu primele două de pe dreapta dată sunt vârfurile pătratului căutat; unind cu rigla și creionul în mod succesiv aceste patru puncte obținem imaginea pătratului.

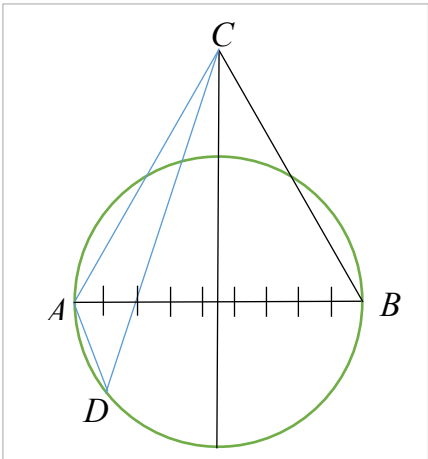
C) *n = 5,* adică poligonul echilateral cu 5 laturi – pentagonul regulat. Se construiește din centrul cercului o rază. Se construiește un unghi la centru cu mărimea de 72°. Unind punctele de intersecție a laturilor acestui unghi cu cercul obținem o coardă, lungimea cărei este lungimea laturii pentagonului regulat căutat. Cu ajutorul compasului măsurăm această lungime și o depunem în mod succesiv pe lungimea cercului dat; se obțin 5 puncte, care fiind unite succesiv cu rigla și creionul ne dă imaginea pentagonului regulat.

D) *n = 6,* adică poligonul echilateral cu 6 laturi – pentagonul regulat. Se ia o deschizătură a compasului egală cu raza cercului și cu compasul se fixează puncte de intersecție pe cerc. Se obțin exact 6 puncte, care fiind unite succesiv cu rigla și creionul prezintă imaginea concretă a hexagonului regulat.

După excelenta descoperire a lui Gauss a devenit clar, că, pe lângă poligoanele regulate cunoscute de mai demult cu *3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 20, 24, 30, 32, 40, ...*laturi, pot fi construite cu ajutorul riglei și compasului poligoane regulate cu *17, 34, 68, 126, 252, ...* laturi. Pe de altă parte, este imposibil doar cu ajutorul numai a riglei și compasului de a construi poligoane regulate cu un oarecare număr de laturi ca: *7, 9, 11, 13, 14, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, etc.*

Încă în antichitate se practicau pentru a satisface cele mai diverse oferte o construire cât mai aproximativă a unui poligon regulat necesar. Astfel, de exemplu, Heron determină valoarea aproximativă a laturii poligonului regulat cu 9 laturi.

Problema construirii unui poligon regulat cu *n* laturi se reduce la divizarea cercului în *n* părți egale. Un procedeu practic a unei astfel de divizări a propus matematicianul francez N. Bion. Procedeul constă în următoarele: Fie că avem de divizat cercul în 9 părți egale. Pe diametrul cercului se construiește un triunghi echilateral *ABC*.



Diametrul *AB* se divide în 9 părți egale. Unind cel de-al doilea punct de divizare cu vârful triunghiului, punctul *C,* prelungim dreapta până la intersecția cu cercul în punctul *D.* Arcul de cerc *AD* reprezintă cea de a noua parte a cercului dat. Coarda *AD* este latura poligonului regulat cu 9 laturi.

În atare mod pot fi construite poligoane regulate cu un număr arbitrar de laturi.

Bibliografie

1. GLEIZER, G.I. *Istorismul în predarea matematicii. Geometria și trigonometria. Partea III.* Chișinău: Lumina, 1966. 208 p. (*cu caractere chirilice*).
2. KRAMOR, V.S. *Repetăm și sistematizăm cursul școlar de geometrie.* Moscova: Prosveșcenie, 1992. 320 p. (*în rusă*).
3. KOSTOVSCHI, A.N. *Construcții geometrice numai cu compasul în plan. Lecții populare la matematică nr. 29. Ediția a treia prelucrată și completată.* Moscova: Nauka, 1989. 113 p. (*în rusă*).

CZU: 511.11(091)

METODA GENETIC-ISTORICĂ DE STUDIERE A ECUAȚIILOR PĂTRATICE

Rică ZAHARIA, inspector școlar
https://orcid.org/0000-0003-3079-5505
IȘJ Vrancea, România

Rezumat. Ecuațiile cuadratice au apărut în antichitate profundă din nevoi practice, în special, calcule concrete legate de cultivarea pământului.
Cuvinte cheie: algebră, ecuații pătratice, soluții, retorică, simbolism, metode antice de rezolvare a problemelor.

THE GENETIC-HISTORICAL METHOD OF STUDYING QUADRATIC EQUATIONS

Abstract. Quadratic equations appeared in deep antiquity from practical needs, in particular, concrete calculations related to the cultivation of the earth.
Keywords: algebra, quadratic equations, solutions, rhetoric, symbolism, ancient methods of problem solving.

Încă în antichitate unele probleme legate de necesități practice, de necesitățile agriculturii, arhitecturii şi astronomiei, duceau la rezolvarea ecuaţiilor de gradul doi. Chinejii, grecii şi hindușii antici cunoșteau diferite metode de rezolvare a ecuaţiilor de gradul doi. Ecuațiile de gradul doi au apărut odată cu prelucrarea pământurilor, cu apariția agriculturii.

Cu 4000 de ani în urmă savanții babilonieni știau să rezolve ecuaţii pătrate. Iată un exemplu de expunere în stil babilonian a condițiilor și rezolvării unei probleme: „*Eu am scăzut din arie o latură a pătratului meu şi s-a obținut 870. Tu iei aceasta unu. Tu o împarți în jumătăți a doua. Tu înmulțești o jumătate la o jumătate, asta e o pătrime. Tu aduni aceasta cu 870. Aceasta este 870 și o pătrime, care este pătratul pentru* $29\frac{1}{2}$*. Tu aduni o doime din cele înmulțite cu* $29\frac{1}{2}$*. Obții 30, latura pătratului.*”

Dacă aplicați limbajul algebric actual, notând latura pătratului prin *x,* vă puteți convinge, că problema antică se poate reduce la ecuația: $x^2 - x - 870 = 0$. Matematicianul babilonian nu alcătuia ecuația deoarece algebra era încă retorică (*adică verbală – formule nu existau*), dar, rezolva problema după regula:

$x = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 870} + \frac{1}{2} = 29\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 30$. Desigur a fost selectată doar soluția pozitivă. Matematicianul babilonian a descris mersul soluționării dar nu a motivat nici un pas. De obicei înțelepții antici nu lămureau nici odată nimic, indicând doar că astfel și numai astfel trebuie de procedat.

Se ştie că în Grecia antică se cultiva așa zisă „*Algebra Geometrică*”. Eudox (sec. V î.e.n.), Euclid, Arhimede (sec. III î.e.n.) ş.a. foloseau metode geometrice, construcții,

efectuate cu rigla şi compasul, pentru rezolvarea problemelor, pe care noi le rezolvăm prin alcătuirea ecuaţiilor de gradul I sau II.

Abia Diofante savant grec (sec. III) a folosit metode algebrice propriu zise. „*Aritmetica*" lui Diofante nu conține, desigur, vre-o expunere sistemică a teoriei ecuaţiilor în sens modern, dar în schimb cuprinde un şir de probleme, aranjate în mod sistematic şi însoțite de lămuriri.

Din cele 13 „cărți" (adică părți) ale „*Aritmeticii*" la noi au ajuns numai 6. Prima din ele conține probleme, ce se rezolvă prin alcătuirea ecuaţiilor de gradul întâi şi doi, pe când celelalte sunt dedicate ecuaţiilor nedeterminate.

Iată un exemplu de problemă de gradul II, unde se aplică metoda de rezolvare a lui Diofante: Problema 19. „*Să se afle două numere, suma cărora este 20,iar produsul 96*".

Diofante judeca astfel: „*Din condiţiile problemei rezultă, că cele două numere căutate nu sunt egale (altfel produsul lor ar fi 100 şi nu 96), deci, unul va fi mai mare decât jumătatea lui 20, adică 10 + x, iar celălalt 10 - x, diferența lor 2x. Alcătuim ecuația: (10 - x)(10 + x) = 96 şi o rezolvăm."*

Despre regulile de rezolvare a ecuaţiilor pătrate complete, folosite de Diofante, nu se ştie aproape nimic.

Al-Horezmi (sec. IX), așa numitul tată al algebrei, a fost primul care a sistematizat diferite procedee de rezolvare a ecuaţiilor pătrate. Ca mulți alți matematicieni medievali el nu recunoștea rădăcinile negative ale ecuaţiilor.

Al-Horezmi (sec. IX) a fost primul matematician medieval, care a expus sistematic metoda de rezolvare a ecuaţiilor de gradul doi. Cartea lui „*Kitab al-djebr va-l-mukabala*" constă din două părți. În prima parte se expun regulile de adunare, scădere şi înmulțire a expresiilor algebrice, iar în a doua se vorbește despre rezolvarea ecuaţiilor. Al-Horezmi distinge următoarele șase tipuri de ecuaţii liniare şi pătrate, în care toți termenii sunt pozitivi: $ax - c$; $ax^2 = bx$; $ax^2 = c$; $ax^2 + bx = c$; $ax^2 + c = bx$; $ax^2 = bx + c$.

Minunatul său tratat la algebră al-Horezmi l-a scris pe la anul 830 şi l-a propus în calitate de recomandare metodică la algebră pentru tineret. E necesar de menţionat, că termenul „*algebra*", ca termen recunoscut pe plan mondial a provenit de la cuvântul „*al-djabr*", adică de la denumirea tratatului matematic „*Kitab al-djabr va-l mukabala*" (*Cartea despre trecerea dintr-o parte în alta a semnului egalității a termenilor unei ecuații şi reducerea termenilor asemenea*).

E cunoscut faptul că al-Horezmi cunoştea două metode de rezolvare a ecuaţiilor pătrate: algebric, prin evidenţierea pătratului perfect (metoda hindusă) şi geometric, prin desen (metoda greacă – matematica elenă era geometrizată, adică ilustrată grafic).

Al-Horezmi descrie aceste șase forme ale ecuațiilor în felul următor (*columna a doua descrie textul așa cum era scris în formă retorică în cartea de algebră a lui al-Horezmi, columna a treia – sunt indicate ecuațiile scrise în simbolica modernă*):

1.	*Pătratul este egal cu soluțiile*	$x^2 = 8x$

2.	*Pătratul este egal cu numărul/dihrema*	$x^2 = 16$
3.	*Soluțiile sunt egale cu numărul/dihrema*	$3x = 12$
4.	*Pătratul și soluțiile egale cu numărul/dihrema*	$x^2 + 7x = 228$
5.	*Pătratul și numărul/dihrema egale cu soluțiile*	$x^2 + 21 = 10x$
6.	*Soluțiile și numărul/dihrema sunt egale cu pătratul*	$12x + 220 = x^2$

Uneori autorul scrie cuvântul „*numărul*”, alteori scrie „*dihrema*” (*monedă de argint de cea mai mică valoare nominală, care putea servi drept unitate la numărare contabilă, de exemplu*). Actualmente algebra cuprinde toate aceste forme de ecuații reduse sub forma generalizată a ecuației pătrate complete: $ax^2 + bx + c = 0$, deoarece prin $a, b, c \in R$ pot fi substituite și subînțelese orice numere reale inclusiv și valoarea numerică zero. În Europa această cercetare a ecuațiilor după al-Horezmi a apărut doar către finele secolului XVI.

Rezolvare: În limbajul matematicii arabe al acelor timpuri (*algebra era retorică şi totul era dat prin cuvinte, inclusiv numerele*) ecuația se citea „*pătratele şi 10 soluții, egale cu 39 dirheme (sau numere)*” (*dirhemă – era o monedă de argint*).

Al-Horezmi scria „*Ceea ce se referă la pătratele şi soluțiile egale cu un număr, atunci spre exemplu, tu spui: pătratul şi 10 soluții sunt egale cu 39 dirheme, atunci aceasta înseamnă, că dacă adaogi la un oarecare pătrat, aceea, ce este egal cu 10 soluții, se va căpăta 39. Regula este următoarea: îndoiește (numărul) soluțiile, se va căpăta în această problemă 5, înmulțește aceasta la egalul lui, va fi 25. Adună aceasta la 39, va fi 64. Extrage din aceasta rădăcina, va fi 8, şi scade din aceasta jumătatea de soluții (numărul), adică 5, va fi 3: aceasta şi va fi soluția pătratului căutat, iar pătratul este 9. În același mod (se procedează) şi dacă sunt indicate două pătrate, trei sau mai puțin sau mai mult – tu le aduci la un pătrat, iar soluțiile şi numărul, [cele date] cu el, reduci la același lucru, ca şi pătratul*”.

Totul aceasta corespunde acelui procedeu, pe care la momentul actual îl scrie orice elev din clasele superioare ale ciclului preuniversitar: (*În acest caz, urmând cele spuse de al-Horezmi, noi înainte de rădăcina pătrată am luat doar un semn*).

Tot el (*al-Horezmi*) dă o motivare geometrică a problemei date, adică a soluționării ecuației $x^2 + 10x = 39$.

Presupunem, că *ABCD* – este pătratul căutat cu latura *x* (vezi desenul alăturat). Împărțim *10* la *4*, obținem *2,5*. La fiecare latură a pătratului vom alătura un dreptunghi, lungimile laturilor cărora vor fi *x* şi 2,5. Aria acestor *4* astfel de dreptunghiuri va fi $2,5x \times 4 = 10x$, iar a figurii $x^2 + 10x$, ceea ce este egal cu *39*. Adăugăm acuma la figură, căpătăm construcțiile suplimentare, completând figura până la un pătrat, adică o completăm cu patru pătrate, care au ariile $2,5 \times 2,5 = 6,25$. Suma ariilor lor vor fi $6,25 \times 4 = 25$. Aria

6,25	*2,5x*	*6,25*
2,5x	*A* *B* x^2 *D* *C*	*2,5x*
6,25	*2,5x*	*6,25*

pătratului mare va constitui *39 + 25 = 64*, latura lui va fi *8*, tot ea este *x + 5*, de unde *x = 8 – 5 = 3*.

În algebra sa al-Horezmi expune astfel soluționarea ecuației $x^2 + 21 = 10x$: „*Împarte pe jumătate numărul soluțiilor, vei obține 5; înmulțește numărul obținut cu el însuși și scade din produsul obținut 21, vei obține restul 4; extrage rădăcina pătrată, vei obține 2; scade acest număr din jumătatea numărului soluțiilor (adică din 5), vei obține 3, sau adună 2 cu 5 și vei obține 7. Iată soluțiile.*" După cum vedeți este nu altceva decât aplicarea formulei de calculare a soluțiilor a ecuației pătrate de forma: $x^2 + px – q = 0$ ($x1,2 = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$) descrisă în forma retorică.

Să se rezolve sistemul de ecuații:

a). $\begin{cases} x + y = 10, \\ x^2 + y^2 = 58. \end{cases}$;

b). $\begin{cases} y - x = 2, \\ \frac{x}{y} = \frac{1}{2}. \end{cases}$.

Rezolvare:

Mai întâi trebuie de menționat, că al-Horezmi folosea metoda retorică de expunere, noi, însă în majoritatea cazurilor vom apela la metodele moderne de soluționare, cu toate că în unele cazuri vom indica și calea folosită de autorul algebrei arabe.

a). $\begin{cases} x + y = 10, \\ x^2 + y^2 = 58. \end{cases}$ Prin metoda substituției la momentul actual acest sistem de două ecuații cu două necunoscute se rezolvă destul de ușor: *y = 10 – x,* de unde prin substituire în ecuația a doua avem: $2x2 – 20x + 42 = 0$ sau $x2 – 10x + 21 = 0$ (*rezolvare deja cunoscută de la autorul medieval*), de unde: $x1 = 3$ și $x2 = 7,$ apoi : $y1 = 7$ și $y2 = 3.$ Prin urmare: perechile de numere (*3; 7*) și (*7; 3*) reprezintă soluțiile sistemului dat de două ecuații. R: (*3; 7*) și (*7; 3*).

b). $\begin{cases} y - x = 2, \\ \frac{x}{y} = \frac{1}{2}. \end{cases}$ În primul rând redăm textul scris sub forma retorică: „*Diferența a două numere/dihreme este 2, iar câtul lor este numărul invers. Să se determine aceste numere.*" În simbolica modernă din $\begin{cases} y - x = 2, \\ \frac{x}{y} = \frac{1}{2}. \end{cases}$ avem $\begin{cases} y = 2 + x, \\ 2x = y. \end{cases}$, de unde: *4 + 2y = y* sau *y = 2.*

R: (*2; 4*).

Numărul căutat.

De găsit un număr astfel, încât dacă se scăzut din acest număr 1/3 și 1/4 din el, atunci restul va fi 8.

Rezolvare:

Această problemă al-Horezmi o rezolvă prin formula „*regulii falselor presupuneri*" aducând următoarele raționamente. „*Fie că numărul căutat este egal cu 12, atunci restul va*

fi egal cu 5, în loc de 8, adică cu 3 mai puţin. Dacă însă presupunem că numărul este egal cu 24, atunci restul va fi 10 în loc de 8, adică cu 2 mai mult" (*Sub forma unui raport numit balanța (un fel de medie ponderată) avem:* $\frac{3\times24+12\times2}{3+2} = 19\frac{1}{5}$). Atunci avem: $x - \frac{1}{3}x - \frac{1}{4}x = 8$, de unde $12x - 7x = 96$, $x = \frac{96}{5} = 19\frac{1}{5}$. Răspuns: $19\frac{1}{5}$.

Clasificarea ecuațiilor, precum şi rezolvarea lor se face fără nici un fel de simboluri, verbal. Terminul liber c e denumit „număr", necunoscuta la puterea întâi e numită „*rădăcină*", iar necunoscuta la pătrat e numită „*pătrat*" (sau „*cenzus*" în latină).De exemplu, ecuația $ax^2 - bx$ se exprimă astfel: „*pătratele sunt egale cu rădăcinile*"; ecuația $ax^2 - c$ – „*pătratele sunt egale cu un număr*" etc. Al-Horezmi lămurește regulile de rezolvare prin exemple concrete de ecuaţii cu coeficienți numerici, trecând apoi la demonstrații geometrice.

Iată un exemplu:

Problema 20. „*Pătratul şi numărul 21 sunt egale cu 10 rădăcini. Din ce se compune pătratul?*", ceea ce înseamnă: să se rezolve ecuația: $x^2 + 21 = 10x$

Al-Horezmi expune astfel regula rezolvării: „*împarte în jumătate numărul rădăcinilor, vei obține 5; înmulțește numărul obținut cu sine însuși şi scade din produs 21,vei obține restul 4. Extrage rădăcina pătrată, vei obține 2, scade acest număr din jumătatea numărului rădăcinilor (adică din 5), vei obține 3, sau adună 2 cu 5 şi vei obține 7. Iată soluțiile*".

Regula este de fapt aceeași, pe care o folosim şi noi actualmente, însă datorită simbolicii moderne ea se exprimă azi mult mai simplu şi mai scurt prin formula

$$x = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q},$$

Iar în cazul de faţă $x = 5 + \sqrt{25 - 21}$.

Această formulă era probabil cunoscută încă de babilonieni, apoi de hinduși înaintea lui al-Horezmi, însă tocmai acesta din urmă a expus-o în mod clar, iar de la el au aflat-o şi savanții europeni.

Spre deosebire de babilonieni şi greci, hindușii calculau nu numai rădăcinile pozitive ale ecuaţiilor pătrate, dar şi cele negative.

De la Al-Horezmi **la Francois Viette**

(Materialul se va folosi în legătură cu următoarele chestiuni din program: „Suma şi produsul rădăcinilor ecuației pătrate. Descompunerea trinomului de gradul doi în factori liniari".)

În țările Islamului opera algebrică a lui Al-Horezmi a fost continuată şi dezvoltată de Abu Kamil (850-930), Al-Karadji (sec. XI), Omar Hayam (sec. XI-XII) ş.a.

Între timp, însă, în Europa au fost traduse în limba latină lucrările arabe etc.

„*Cartea Abakului*" (1202) a savantului italian Leonardo Fibonacci a fost în Evul Mediu prima lucrare europeană originală, consacrată aritmeticii şi algebrei. Datorită stilului ei precis şi clar această carte a servit în decurs de două secole drept manual de bază la studierea matematicii, pregătind terenul pentru înflorirea algebrei în epoca Renașterii. Printre cei mai

de seamă algebraiști ai secolelor XIV-XVI figurează italienii Bombelli, Tartaglia, Deli-Fero, Cardano, Ferarri, cei germani Regiomontanus, Rudolf, Shtifel, niderlandezi Stevin, Gerar, francejii Chuquet, Viette, englezi Tonstal, Record, Hariott etc.

Teorema despre relațiile dintre coeficienții şi rădăcinile ecuației pătrate, cunoscută sub numele de „*Teorema lui Viette*",a fost formulată de el în anul 1591 astfel: „*Dacă B + D înmulțit cu A – A^2, este egal cu BD atunci A este echivalent cu B şi cu D*". Așadar, dacă *(a + b)x - x^2 = ab* (sau: x^2 - *(a + b)x + ab = 0*),avem $x_1 = a$ şi $x_2 = b$.

Viette nu recunoștea rădăcinile negative şi nici cele iraționale. Însă în prima jumătate a secolului XVII, datorită lui Gerar şi Descartes, tot mai mult se iau în considerație şi rădăcinile negative la rezolvarea ecuaţiilor pătrate. Datorită lui Viette și Descartes s-a trecut de la algebra retorică la cea simbolică.

În secolul XVIII rezolvarea ecuaţiilor pătrate a luat forma modernă.

(Materialul se va folosi în legătură cu următoarele chestiuni din program: „ecuaţii pătrate complete şi necomplecte", „rezolvarea ecuaţiilor pătrate")

Bibliografie

1. GLEIZER. G.I. *Istorismul în predarea matematicii. Algebra. Partea II.* Chișinău: Lumina, 1963. 226 p. (*cu caractere chirilice*).
2. KOLMAN. E. *Istoria matematicii antichitate.* București: Editura științifică, 1963. 246 p.
3. KOLOSOV. A.A. *Carte pentru citire extraşcolară la matematică pentru elevii clasei a VIII-a.* Moscova: Ucipedghiz, 1958. 208 p. (*în rusă*).
4. NIKIFOROVSCHI. V.A. *Din istoria algebrei sec. XVI-XVI. Seria „Istoria științei şi tehnicei" AŞ URSS.* Moscova: Nauka, 1979. 207 p. (*în rusă*).
5. NIKIFOROVSCHI. V.A. *În lumea ecuațiilor. Seria „Istoria științei și tehnicei" AȘ URSS.* Moscova: Nauka, 1987. 173 p. (*în rusă*).

CZU: 373.5.026:51

TIPOLOGIA ACTIVITĂȚILOR STEM ȘI STEAM LA ORELE DE MATEMATICĂ ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL GENERAL

Liubov ZASTÎNCEANU, doctor în pedagogie, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-0329-6295
Catedra de matematică și informatică, Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți

Abstract. Reformele în învățământul general din Republica Moldova presupun utilizarea accentuată a abordării STEM/STEAM. În lucrare se analizează tipurile de activități STEM/STEAM pentru diferite trepte de învățământ, cu argumentare psiho-pedagogică pentru utilizarea acestora.
Cuvinte-cheie: STEM/STEAM pe trepte de învățământ, activități STEM/STEAM la matematică, probleme STEM/STEAM.

TYPOLOGY OF STEM AND STEAM ACTIVITIES IN MATHEMATICS CLASSES IN GENERAL EDUCATION

Abstract: Reforms in general education in the Republic of Moldova assume the increased use of the STEM/STEAM approach. The paper analyzes the types of STEM/STEAM activities for different levels of education, with psycho-pedagogical arguments for their use.
Keywords: STEM/STEAM across grades, STEM/STEAM math activities, STEM/STEAM issues.

Societatea contemporană solicită o adaptivitate rapidă a instruiților și formatorilor de la toate treptele de învățământ la schimbările permanente în mediul de viață și, ca urmare, la schimbările în mediul de instruire. Ultimele reforme curriculare în țara noastră, realizate în perioada 2018, 2019 au avut ca unul din factorii generatori și rezultatele participării Republicii Moldova în Programul pentru Evaluare Internațională a Elevilor - PISA 2018 (Programme for International Student Assessment). Concluzia generală a raportului despre rezultatele PISA 2018, provenită din rezultatele evaluării nu numai în Republica Moldova, este următoarea [1]: Instituțiile de învățământ trebuie să pregătească elevii pentru o lume interconectată, în care ei ar înțelege și ar aprecia diferite perspective și viziuni, ar interacționa cu succes și respect cu alte persoane și ar întreprinde acțiuni responsabile pentru dezvoltarea și bunăstarea colectivă. Această concluzie și-a găsit reflectarea în toate curricula pentru diferite trepte ale învățământului general din Republica Moldova:

1) Evidențierea domeniului Științe și tehnologii (matematică, educație pentru mediu și tehnologii informaționale) în curriculum pentru educație timpurie cu formularea unor competențe specifice destul de ilustrative, cum ar fi [2]: emiterea unor soluții creative și logice în rezolvarea problemelor, argumentând propriile idei și decizii și recunoașterea și aplicarea tehnologiilor, resurselor digitale interactive, în diferite contexte educaționale și cotidiene, dând dovadă de responsabilitate față de securitatea personală.
2) În curriculumul pentru treapta primară din 2018 [3] s-au realizat următoarele schimbări: accentuarea conexiunilor inter- și transdisciplinare prin formularea unei competențe

specifice de integrare și transfer pentru fiecare disciplină de studiu; corelarea abordărilor intra- și interdisciplinare la nivelul conținuturilor pe discipline, pe clase și unități de învățare; propunerea modulelor „Educația digitală” și „Robotica” la disciplina „Educația tehnologică”, de rând cu recomandarea la toate disciplinele a unor activități de învățare și produse școlare care valorifică TIC; racordarea disciplinei „Științe” la concepțiile OECD/PISA; promovarea abordărilor curriculare transdisciplinare: activități transdisciplinare încadrate într-o zi (7 zile pe an) și încadrate într-o lecție.

3) Dezvoltând cele inițiate la treapta primară, în fiecare din disciplinele gimnaziale și liceale s-au inclus activități, ce presupun dezvoltarea transdisciplinarității și interdisciplinarității, cum ar fi, pentru matematică ([4], [5]): cercetarea cazurilor concrete din situații reale și/sau modelate referitoare la diverse concepte matematice și soluționarea problemelor identificate; realizarea lucrărilor practice, inclusiv pe teren, privind aplicarea unor concepte matematice în practică; investigarea situațiilor reale și/sau modelate privind aplicarea conceptelor matematice în diverse domenii; elaborarea de proiecte STEM/STEAM etc.

Experiența implementării curriculumului din 2019 la matematică pentru gimnaziu și liceu demonstrează, că cele mai multe întrebări și probleme didactice ridică necesitatea realizării activităților de tip STEM/STEAM. Autorii ghidului de implementare a curriculumului la matematică pentru gimnaziu [4], stipulează, chiar printre primele pagini, că profesorul de matematică trebuie să utilizeze orice posibilitate de a exemplifica aplicațiile matematicii în fizică, chimie, biologie, informatică, în viața cotidiană și în alte domenii, propunând pentru aceasta realizarea oportunităților oferite de manuale, culegeri de probleme și alte surse; proiectarea orelor integrative cu profesori de alte discipline școlare; planificarea în cadrul activităților extracurriculare a activităților integrative și colaborarea cu profesorii altor discipline pentru realizarea activităților STEM/STEAM.

Sorin Cristea menționează în lucrarea sa „Educație STEM” [6], că educația STEM presupune atingerea următoarelor finalități:

1) Înțelegerea problemelor complexe existente în lumea reală, nerezolvabile doar monodisciplinar sau prin soluții tehnologice restrictive, instrumentale.
2) Aplicarea cunoștințelor disciplinare din domeniul STEM abordat global, integrat din perspectivă interdisciplinară, pluridisciplinară/multidisciplinară, transdisciplinară, necesară pentru rezolvarea de probleme complexe, nonstandard și pentru elaborarea și realizarea de proiecte.
3) Analiza unor situații de învățare autentice, semnificative, care solicită valorificarea mai multor cunoștințe, teoretice, aplicative și condiționale/atitudinale din domeniul STEM.
4) Analiza-sinteza problemelor complexe rezolvate/rezolvabile care solicită stimularea și dezvoltarea gândirii critice și autocritice a elevilor.

Dezvoltând conceptul educației STEM prin asocierea artelor (Arts – STEAM) și a competențelor de lucru cu sursele științifice (Reading sau Reasearch – STREAM), în educație se adaugă valorificarea sferei emoționale a instruiților și argumentării științifice a soluțiilor problemelor și produselor realizate.

Din cele expuse anterior, concluzia este următoarea: *Activitățile STEM/STEAM nu se rezumă numai la proiecte*. În literatura de specialitate se stipulează, că activitățile de acest tip pot fi realizate prin: rezolvarea problemelor aplicative cu caracter interdisciplinar; realizarea experimentelor; realizarea proiectelor interdisciplinare; activități creative, legate de meșteșuguri și arte; vizite ale elevilor în institute de cercetare, în muzee, în laboratoare; evenimente, care promovează educația pentru științe și tehnologie etc.

În fine, abordarea STEM/STEAM poate fi realizată la orice treaptă a învățământului general. O tipologie a activităților STEM/STEAM pentru diferite trepte de învățământ ar arăta astfel:

1) *Educație timpurie.* În această perioadă a dezvoltării sale, copiii în special explorează mediul înconjurător, cumulând informația în special prin intermediul sferei perceptive: văz, auz, pipăit, simțuri etc.

Figura 1. Exemplu de busy board

(preluat de pe https://www.amazon.co.uk/Busy-Board-Montessori-Educational-Development/dp/B07BQDRQ5F)

Sub supravegherea și conducerea atentă a educatorilor, aceștia pot treptat îmbrăca senzațiile proprii în cuvinte, propoziții, concluzii și, în final, cunoștințe. În perioada preșcolară copiii acumulează foarte repede informații despre mediu și, în același timp, nu sunt închistați de stereotipurile și regulile învățământului școlar de masă. De aceea, valorificarea oportunităților psihopedagogice ale acestei vârste sunt indispensabile, în special într-o abordare STEM/STEAM.

Activitatea de instruire recomandată în majoritatea surselor metodice pentru această vârstă este activitatea de joc. Astfel, activitățile în contextul abordării STEM/STEAM se vor rezuma la *jocuri de tip STEM/STEAM, activități practice, experimente și excursii*, posibil de realizat cu copiii de această vârstă. În rețeaua Internet pot fi găsite o multitudine de jucării STEM/STEAM: constructoare LEGO speciale (trenușuri cu cale ferată), panouri multifuncționale (busy board, figura 1), jucării interactive educaționale etc.

Majoritatea jucăriilor sunt destul de scumpe, în plus, pentru o grădiniță obișnuită, o jucărie sau chiar cinci pot fi prea puține. Dar unele din ele pot fi create cu ajutorul părinților, de exemplu, panourile multifuncționale. De asemenea pot fi propuse activități de tip STEM sau STEAM mai puțin costisitoare: construcția unor poduri din diferite materiale (plastilină, hârtie, paste etc.); creșterea plantelor de cameră sau pe teren afară, observații asupra naturii cu înregistrarea insectelor întâlnite sau a plantelor, pe fișe speciale, cu imagini. Cunoștințele matematice ale preșcolarilor sunt destul de limitate, de aceea pot reprezenta doar o dimensiune în activitățile STEM/STEAM: numărăm elementele sau materialele utilizate în produs, descriem și/sau modelăm formele geometrice văzute în excursie, comparăm greutăți, lungimi, capacități etc.

2) *Treapta primară.* Odată cu includerea copiilor în treapta primară, apar restricții destul de serioase cu privire la orar, reguli de comportament, curriculum disciplinar la diferite obiecte, necesitatea de a acumula diferite tipuri de informații prin instrumente specifice și din surse specifice disciplinei școlare anumite. Dar, în același timp, copiii sunt mai mari, pot realiza unele concluzii detașat de experiența perceptivă, se dezvoltă treptat capacitățile analitice etc. Aceasta permite de a extinde tipurile activităților de tip STEM/STEAM cu includerea reală a matematicii la:

- *realizarea legăturilor curente dintre diferite discipline (matematică+științe, matematică+educația tehnologică):* realizați un colaj din pozele a cel puțin 12 plante de primăvară, pozele fiind grupate în plante cu flori și fără; realizați un ornament din diverse figuri geometrice pentru decorarea unui covoraș de formă dreptunghiulară, ovală, pătrată, circulară;
- *rezolvarea și formularea problemelor și sarcinilor cu caracter interdisciplinar la orele de matematică (figura 2).*

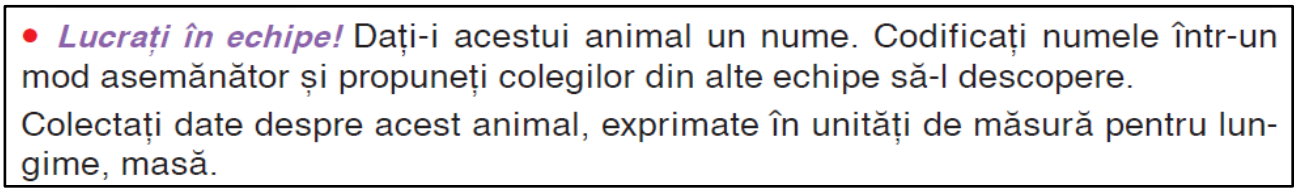

• ***Lucrați în echipe!*** Dați-i acestui animal un nume. Codificați numele într-un mod asemănător și propuneți colegilor din alte echipe să-l descopere.
Colectați date despre acest animal, exprimate în unități de măsură pentru lungime, masă.

Figura 2. Exemplu de sarcină STEM în manualul de matematică ([7], pag.25)

- *lecții integrate:* așa cum învățătorul de la clasă predă majoritatea disciplinelor în clasa sa, el întotdeauna poate aprecia cunoștințele și abilitățile, posedate de elev la diferite

discipline școlare într-un anumit moment de timp. De aceea pot fi planificate lecții integrate dintre două sau chiar trei discipline școlare, ajustând obiectivele orei la abilitățile acumulate în cadrul acestor discipline. O perspectivă în proiectarea lecțiilor integrate, cu accentul pe matematică, ar putea fi următoarele tematici: toate orele de dobândire a cunoștințelor la mărimi în clasa a I-a și cele de formare a capacităților de aplicare la unități de măsură în celelalte clase; lecțiile de formare a capacităților de analiză și sinteză la fine de capitole, în particular, la capitolele Elemente de geometrie și unități de măsură; lecțiile de formare a capacităților de rezolvare a problemelor compuse de diferite tipuri, începând cu clasa a II-a. Evident, în acest context, se integrează în special matematica, educația tehnologică cu modulele sale specifice și cotidianul sau științele, dar pentru a asigura o dimensiune STEM sau chiar STEAM lecției, aceasta este suficient.

3) *Treapta gimnazială.* La această treaptă de învățământ se atestă o „ruptură" gravă între disciplinele școlare din aria celor, care ar trebui să asigure abordarea STEM/STEAM în educație. De obicei, aceste discipline sunt predate de diferiți profesori, iar educația tehnologică separat pentru fete și băieți. Astfel la nivel de conlucrare, cooperare și ajustare paralelă de activități de către profesorii acestor discipline se atestă probleme foarte grave. În acest context, pentru realizarea activităților STEM/STEAM în cadrul lecțiilor sale, profesorul de matematică este nevoit să se informeze suplimentar despre cunoștințele și abilitățile acumulate de elevi la biologie, fizică, geografie, chimie, educație tehnologică, informatică pentru a putea planifica conținuturi și sarcini relevante. De asemenea, profesorul însuși trebuie să posede majoritatea dintre aceste cunoștințe și abilități, pentru a putea, în primul rând, organiza și monitoriza, apoi și evalua adecvat aceste activități.

101. În tabel sunt prezentate normele de consum zilnic al proteinelor, grăsimilor şi glucidelor pentru un kilogram de masă corporală pentru copiii cu vârsta cuprinsă între 11 şi 15 ani.

Proteine	Grăsimi	Glucide
2,6 g	2,3 g	10,4 g

Calculaţi de câte proteine, grăsimi şi glucide:
a) are nevoie pe zi un copil cu masa corporală de 36,9 kg;
b) ai nevoie zilnic tu.

Figura 3. Exemplu de problemă cu caracter interdisciplinar în manualul de matematică ([8], pag.138)

În mare parte profesorii de matematică din gimnaziu se descurcă cu aceste momente independent, conținuturile fiind nu prea complicate, dar aceasta prezintă, totuși o situație, care cere efort și timp suplimentar. Din acest motiv, profesorii preferă să se limiteze la acele tipuri

de activități, care le pot organiza în baza oportunităților oferite de manuale și culegeri de probleme de matematică: *rezolvarea problemelor cu caracter aplicativ și transdisciplinar; activități practice; studii de caz etc*. (figura 3).

Pe lângă tipurile de activități STEM/STEAM, realizate în treapta primară, și cele enumerate mai sus, în gimnaziu se adaugă și recomandarea pentru realizarea proiectelor specifice acestei abordări. Descrierea detaliată a scopului acestor proiecte, criteriile de evaluare, tematici – exemplu și bibliografie recomandată este prezentată în ghidul de implementare a curriculumului la matematică pentru gimnaziu [4].

4) *Treapta liceală.* Cele mai importante momente, care trebuie puse în evidență pentru treapta liceală sunt: diferențele foarte serioase la nivel de curriculum la matematică și la alte discipline din arealul STEM/STEAM pentru profilurile real și umanist și complexitatea materiei din acest areal. Diferențele curriculare la profilurile real și umanist, iar uneori, chiar lipsa totală a unor discipline, care au fost pe post de opționale, creează probleme suplimentare în realizarea activităților de tip STEM/STEAM. Deși ghidul de implementare a curriculumului 2019 pentru liceu [5], cu același lux de amănunte, instruiește profesorii pentru realizarea proiectelor de tip STEM/STEAM, cu evidențierea tematicilor separate pentru profilul real și profilul umanist, oricum profesorii sunt destul de nesiguri în realizarea acestor activități. Dificultatea activităților respective mai rezidă și în faptul, că de multe ori profesorul de matematică nu posedă materia specifică, studiată la alte discipline din arealul STEM/STEAM. Dar, realizând formări suplimentare pentru abordarea STEM/STEAM în învățământ, participând la proiecte transfrontaliere cu aceste tematici, studiind surse disponibile pe Internet din diferite țări și asigurând o colaborare cu colegii, profesorii în ultimă instanță, rezolvă aceste probleme.

În concluzie, tipurile de activități STEM și STEAM la orele de matematică din învățământul general variază, în dependență de vârsta instruiților, cunoștințele și abilitățile pe care le posedă ei, capacitățile lor de abstractizare, analiză și sinteză, pe care și le-au format. La moment, există suficiente surse informaționale, care pot ajuta profesorii în proiectarea, realizarea și evaluarea acestor tipuri de activități și implementarea abordării STEM/STEAM în instruirea matematică depinde doar de dorința profesorului de o realiza.

Bibliografie

1. Republica Moldova în PISA 2018 [on-line] [citat 10.10.2022]. Disponibil în: <https://ance.gov.md/sites/default/files/raport_pisa2018.pdf>
2. Curriculum pentru educaţie timpurie / Min. Educaţiei, Culturii şi Cercet. al Rep. Moldova; coord. gen.: Angela Cutasevici, Valentin Crudu. Chişinău: Lyceum, 2019. (F.E.-P. "Tipografia Centrală"). ISBN 978-9975-3285-7-9.
3. Curriculum național. Învățământ primar. Aprobat la Consiliul Naţional pentru Curriculum (Ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 1124 din 20 iulie

2018) [on-line] [citat 10.10.2022] Disponibil în: <https://mecc.gov.md/sites/default/files/curriculum_primare_05.09.2018.pdf>
4. Curriculum național. Matematică. Clasele V-IX-a (curriculum disciplinar și ghid de implementare) Aprobat: Ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 906 din 17.07.2019, [on-line] [citat 10.10.2022] Disponibil în: <https://mecc.gov.md/sites/default/files/matematica_gimnaziu_ro.pdf>
5. Curriculum național. Matematică. Clasel X-a-XII (curriculum disciplinar și ghid de implementare) Aprobat: Ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 906 din 17.07.2019, [on-line] [citat 10.10.2022] Disponibil în: <https://mecc.gov.md/sites/default/files/matematica_liceu_ro.pdf>
6. CRISTEA, Sorin. Educaţia STEM [on-line] [citat 10.10.2022]. Disponibil în: <https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/54-56_30.pdf>
7. URSU, L.; LUPU, I.; IASINSCHI, IU. Matematica. Manual pentru clasa a IV-a, Chișinău: Prut Internațional, 2020. ISBN 978-9975-54-492-4.
8. ACHIRI, I.; BRAICOV, A.; ȘPUNTENCO, O. Matematica. Manual pentru clasa a VI-a. Chișinău: Prut Internațional, 2020. ISBN 978-9975-54-517-4.

CZU: 37.026:51

НЕКОТОРЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

Елена РУСНАК
https://orcid.org/0000-0002-4818-5281
Молдавский Административно-налоговый колледж

Резюме. Сегодня акценты в методике обучения математике перенесены на рассмотрение математического содержания не как цели изучения, а как средства решения образовательных и развивающих задач. Развитие пространственного воображения, критического мышления, оценочной деятельности, формирование способов и приемов деятельности, которые можно использовать для разрешения проблемных ситуаций и решения практических задач — вот далеко не полный перечень проблем, которыми занимается современная методика математики. Это в том числе связано с реализацией требований общества к образованию вообще и общему среднему математическому образованию, в частности. Эти требования вытекают из необходимости реализовать компетентностный подход в системе образований, внедрить новые государственные стандарты, где особый акцент делается на формирование мировоззренческой составляющей. В статье рассматриваются некоторые современные методы изучения математики.
Ключевые слова: теория и методика обучения математике в рамках дистанционного образования, преобразования системы профессионального образования.

SOME DIDACTIC ASPECTS OF THE METHODOLOGY OF TEACHING MATHEMATICS

Abstract. Today, the emphasis in the methodology of teaching mathematics has been shifted to the consideration of mathematical content not as a goal of study, but as a means of solving educational and developmental problems. The development of spatial imagination, critical thinking, evaluative activity, the formation of methods and techniques of activity that can be used to resolve problem situations and solve practical problems - this is not a complete list of problems that modern mathematics deals with. This, among other things, is connected with the implementation of society's requirements for education in general and general secondary mathematical education, in particular. These requirements stem from the need to implement a competency-based approach in the system of education, to introduce new state standards, where special emphasis is placed on the formation of an ideological component. The article discusses some modern methods of studying mathematics.
Key words: theory and methodology of teaching mathematics in the framework of distance education, transformation of the vocational education system.

1. Эффективные методы обучения математики

Быстрый рост объема научной информации, ограниченность срока обучения и невозможность сокращения объема изучаемых в гимназии и лицее основ науки с целью включения новой информации усложняют проведение реформ по компьютеризации среднего и средне специального образования, а поэтому готовить их приходиться в течение более длительного времени, тщательно и строго на научной основе. Имеют место успешные эксперименты по модернизации курса младших

классов и изучению в нем начал алгебры, что позволило дать значительную пропедевтику алгебры и геометрии в 5-6 классах, позволяющую изучить систематические курсы этих предметов в более быстром темпе и перенести ряд тем из старших классов в средние; включить в программу старших классов элементы высшей математики.

Методы обучения элементам математики можно разделить на:

Индуктивно-эвристический метод - предполагает рассмотрение частных примеров и самостоятельное открытие фактов;

Дедуктивно - эвристический - открытие частных случаев при рассмотрении общего примера (от частного - к общему), например, решение конкретного квадратного уравнения по общей формуле приводит к зависимости между коэффициентами и корнями квадратных уравнений.

Метод эвристического обобщения - моделирование ситуации, при помощи которой ученик самостоятельно обобщает факты.

Индуктивно-репродуктивный метод - применение знаний правил, теорем, понятий при решении примеров.

Дедуктивно-репрудуктивный метод - воспроизведение частных случаев при решении задач с общими положениями.

Обобщенно-репродуктивный метод - ученик решает пример с помощью нескольких правил и условий.

Индуктивно- исследовательский метод - исследование различных феноменов посредством их конкретных проявлений.

Дедуктивно- исследовательский - исследование при помощи дедуктивного развития учебного материала.

Обобщенное исследование.

Рассмотрим в Таблице 1 эффективные методы обучения математики, применяемые на дистанционных уроках в старших классах.

Таблица 1. Методы обучения математике учеников при формате онлайн занятий

Информационно-развивающие методы	
Преподнесение информации в готовом виде: лекции, демонстрация фильмов, тезисное изложение.	Самостоятельный поиск информации: изучение программы, использование баз данных и электронных ресурсов.
Методы поиска проблемы	
Эвристическая беседа - изложение проблемы в материалах.	Учебная дискуссия, организационно-деятельностная игра
Групповые методы работы	Проведение самостоятельных исследований.
Лабораторные поисковые работы перед изучением материала	

Редуктивные методы	
Суммативные работы по инструкциям	Выполнение заданий по образцу, на тренажерах, автоматизированное тестирование, вариативные упражнения.

Говоря об алгебраической культуре, замечу, что некоторые разделы алгебры. Взаимосвязь учителя и ученика происходит в виде передачи информации в двух противоположных направлениях: от учителя к ученику (прямая), от учения к учителю (обратная).

Рассмотрим наиболее часто применяющиеся методы обучения математике с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Аудио- методы представления материала - изучение материалов посредством восприятия звуковой информации. Современные платформы обучения предоставляют преподавателю преподносить материал в виде лекции, беседы, объяснения, а также при помощи аудио записей.

Визуальные методы обучения позволяют демонстрировать ученикам на экране правила написания формул, изображать функции и зависимости на графиках, создавать табличные формы. Визуальные методы включают в себя работу со всеми видами печатной и письменной информации.

Таким образом, наиболее часто применяются на практике методы эксперимента, моделирования, анализа и синтеза, бесед и лекционного преподнесения материала, ранжирования, визуального изображения, тестирования на усвоение знаний и навыков учениками, проектные методы работы.

Дидактическими целями обучения относят: методы изучения нового материала, методы закрепления и контроля знаний. Как правило новый материал преподносится в формате онлайн в виде лекции, сопровождающейся иллюстрациями на экране учеников, учитель обязательно отводит время вопросам учеников, а также разбирает решение основных примеров.

Для закрепления материала даются примеры для решения в процессе урока, а также задачи для самостоятельной работы. В настоящее время процесс контроля знаний в дистанционной форме хорошо разработан и позволяет ученику пройти тест в режиме онлайн и получить результаты, просмотреть примеры с допущенными ошибками, получить вариант верного решения заданий.

Для обеспечения качественной коммуникации между учеником и учителем в процессе изучения математики в формате онлайн, используют удаленное общение с помощью средств телекоммуникации. Подобные консультации преподавателя являются неотъемлемой частью дистанционного обучения, поскольку позволяет ученику задать интересующие вопросы, выявить сложности и проблемы при усвоении материала, получить ответы от преподавателя.

Проектные методы обучения математике включают в себя разработку и защиту собственных проектов учениками в интерактивной форме. Также в рамках образовательных программ старшеклассники участвуют в онлайн и офлайн викторинах, олимпиадах, математических конкурсах; активно используются методы подготовки к выпускным государственным экзаменам с применением интернет ресурсов: дистанционных курсов как для учителя, так и для ученика [1-8].

2. Преимущества и недостатки дистанционных методов обучения математике в старших классов.

Рассмотрю особенности дистанционного формата обучения математике в старших класса в Таблице 2. исходя из двух подходов - информационного и продуктивного.

Таблица 2. Особенности дистанционного формата обучения математике

Компоненты сравнения	Информационный подход	Продуктивный подход
Смысл дистанционного обучения	Обмен качественной информацией с помощью ИТ	Создание собственной продукции с помощью ИТ
Характеристика знаний (как результата деятельности)	Знания – транслируемая информация	Знания – результат продуктивной деятельности
Роль ученика	Ученик – получатель информации	Ученик – созидатель новой информации
Роль учителя	Нет необходимости в учителе	Учитель – партнер, организатор среды и процесса, информатор
Особенности учебных материалов	Учебники и методики очного обучения переносятся в дистанционное обучение Большая часть работы на проверку знаний происходит в виде тестирований	Разрабатываются новые методики и учебные тексты, интегрированные с информационными технологиями
Другие особенности	Использование западного опыта работы с ИТ	Разработка дистанционной педагогики

Многие родители и учителя, несмотря на доказанную эффективность дистанционных методов при обучении, являются противниками подобного преподавания точных наук. Выделим наиболее частые причины неудовлетворенности родителей применением данных методов:

- ✓ Недостаток общения между учеником и учителем. Высокая вероятность возникновения недопонимания;
- ✓ Технические сбои;
- ✓ В ситуации, когда ученик не заинтересован в получении новых знаний, при дистанционном обучении невозможно заставить ученика плодотворно самостоятельно заниматься;
- ✓ Малое количество часов на объяснение материалов учителем;
- ✓ Требуется высокий уровень самостоятельности обучающегося.

Обучение математике с использованием дистанционных условий образования должно носить активный характер, вовлекая учеников в дискуссию, познавательную деятельность. Однако, на практике это не всегда так. В дистанционном преподавании помимо технических сложностей, существует большая доля вероятности недопонимания учениками изложенного материала. Для этого необходимо организовывать дополнительные очные встречи и отдельно выделять время на вопросы в онлайн-режиме [1-4].

3. Условия для эффективной реализации методов преподавания математики и информатики в старших классах в рамках дистанционной формы образования

Информатизация образования рассматривается как одно из основных направлений государственной образовательной политики. В настоящее время нет необходимости убеждать коллег в важности разработки и внедрения в педагогическую практику наиболее совершенных технологий обучения, обеспечивающих повышение качества учебного процесса, способствующих активизации познавательной потребности учащихся, развитие их умственных способностей.

XXI век, – время высоких компьютерных технологий. Современные подростки живут в мире информационной и цифровой культуры. Меняется и роль учителя в информационной культуре – он должен стать координатором информационного потока.

Следовательно, учителю необходимо владеть современными методиками и новыми образовательными технологиями, чтобы общаться на одном языке с подрастающим поколением.

Условиями эффективности использования интерактивных методов обучения математике являются [5-8]:

- Использование заданий для предварительной подготовки учеников, например, найти материал, прочитать.
- Отбор универсальных упражнений на отработку знаний.
- Выделение достаточного количества времени на выполнение заданий.
- Обратная связь и установлении диалога между учеником и учителем.

– Рационально выстроенная программа по тематическим блокам.

4. Выводы

На основании вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы. Методы, применяемые для обучения на уроках математики при дистанционном формате во многом схожи с традиционными, но имеют и отличия. Остаются востребованными методы устного объяснения и лекций, визуализация происходит не с подошью доски как на обычном занятии, а с помощью вывода информации на экран. Кроме того подобные методы ориентированы в основном на самостоятельную работу ученика.

Очень востребованы методы игровой работы , при проверке знаний используются тестирования в электронной форме, что позволяет избавить учителя от долгих проверок, а также предоставляет справедливою оценку согласно полученным результатам каждого ученика.

Важно включать в методы работы при обучении математики, также практические задания и проектные формы работы в группах, что бывает довольно затруднительно. Именно отработка знаний на практике при обучении математике в старших классах дает больший результат, по сравнению с другими методами работы.

Основным недостатком применения методов обучения элементам математики в старших классах является отсутствие или минимизация реального общения, нехватка работы в группах и дискуссионных моментов. Ведь именно при помощи коммуникации ученик и учитель могут обеспечить эффективность образовательного процесса.

Таким образом, при обучении математики в старших классах в рамках дистанционного образования на практике применяется совокупность методов работы с учениками. Подходы к выбору методов должны быть ориентированы на сроки освоения программы, цели обучения, иметь гибкость и динамичность в условиях современного образования. Платформы должны учитывать и приспосабливаться не только к закрепленным нормам изучения образовательной программы, но и к индивидуальным особенностям и способностям ученика.

Список литературы

1. Национальный куррикулум. Куррикулумная область *Математика и естественные дисциплины.* Школьная дисциплина Математика, X-XII классы. Школьный куррикул. Кишинэу, 2019.
2. Ministerul educației, culturii și cercetării al Republicii Moldova. Ion ACHIRI, Valentina CEAPA, Aliona LAȘCU. Ghid de implementare a Curriculumului MATEMATICĂ pentru clasele a X-a – a XII-a. Draft 19 iulie 2019.

3. ТАМЕРБЕКОВА, А.А. Методика преподавания математики учебник для вузов. ВЛАДОС ozon.ru. 173 стр.
4. БАШТОВАЯ, Л.П.; ЧЕРНОВА, Е.И. Дистанционное обучение в системе школьного образования /Современное математическое образование: концептуальные подходы и стратегические пути развития. Материалы XIV Межрегиональной научно-методической конференции. Саратов, 18 апреля 2019 г. Саратов: ГАУ ДПО «СОИРО», 2019. 120 с. ISBN 978-5-9980-0422-3.
5. КРЫЛОВА, Е.А.; ИВАНОВА, П. О. Международный журнал «Инновационная наука», №12-3, 2016г. 57с.
6. Эффективные методики преподавания математики в средней школе Жалалова н.а.1, азатова с.н.2 email: zhalalova684@scientifictext.ru
7. ПОДАЕВА, Н.Г.; ПОДАЕМ, М. В. Использование дистанционных образовательных технологий в работе с одаренными детьми при обучении математике. №4, 2016 г. 32 с.
8. СТЕФАНОВА, Н.Л. Современная методика обучения математике и методическая подготовка учителя. Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена.

Section II.

Studying informatics and information technologies from the STEAM perspective

Secția II.

Studierea informaticii și tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM

CZU: 37.02:004

DEZVOLTAREA COMPETENŢELOR ELEVILOR ÎN DOMENIUL TIC PRIN IMPLEMENTAREA INSTRUMENTELOR INTERACTIVE ÎN PROCESUL DE PREDARE-ÎNVĂŢARE-EVALUARE LA DISCIPLINA INFORMATICA

Olga BORȘ, profesor de informatică, grad didactic I, Master în Științe ale Educației
IP LT „Alexei Mateevici”, or. Cricova, mun. Chișinău, Republica Moldova
https://orcid.org/0000-0002-4195-1000

Rezumat. O orientare a modernizării procesului educațional reprezintă instruirea și evaluarea asistată de calculator. „Dezvoltarea şi aplicarea tehnologiilor informaţionale şi comunicaţionale în sistemul de învăţământ” – obiectiv specific al Planului consolidat de acţiuni pentru sectorul educaţiei. Actul învățării devine rodul interacțiunii elevilor cu calculatorul și al colaborării cu profesorul, iar efectul demersului și al muncii doar a profesorului rămâne în trecut. În cadrul orelor de informatică în procesul de predare-învăţare-evaluare pentru dezvoltarea competențelor specifice disciplinei predate la elevi, poate fi utilizat un spectru larg de instrumente TIC interactive: *StoryJumper*, *Thinglink*, *LearningApps*, etc.
Cuvinte cheie: proces educațional, ore de informatică, instrumente TIC.

THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' SKILLS IN THE FIELD OF ICT THROUGH THE IMPLEMENTATION OF INTERACTIVE TOOLS IN THE TEACHING-LEARNING-EVALUATION PROCESS IN THE IT DISCIPLINE

Abstract. One orientation of the modernization of the educational process is computer-assisted instruction and assessment. "Development and application of information and communication technologies in the education system" - specific objective of the consolidated Action Plan for the education sector. The act of learning becomes the fruit of the students' interaction with the computer and the collaboration with the teacher, and the effect of the teacher's approach and work remains in the past. A wide spectrum of interactive ICT tools can be used in the teaching-learning-assessment process for the development of subject-specific skills in students: StoryJumper, Thinglink, LearningApps, etc.
Keywords: educational process, IT classes, ICT tools.

„Nu înveți niciodată, dacă nu începi cu ce e aproape de tine, de ale tale şi de ocupaţia ta”, J. Pestouzzi

Integrarea pedagogiei cu alte ştiinţe prezintă o tendinţă de a perfecţiona sistema cunoştinţelor pedagogice, ceea ce este demonstrat destul de evident prin studierea problemei interactivităţii omului şi computerului în sfera învăţământului. În această problemă-cheie se concentrează întregul complex al întrebărilor legate nemijlocit de mişcarea diferitelor ştiinţe spre un sistem unic al cunoştinţelor. Activitatea pedagogică are caracter multilateral şi este orientată spre integrarea cu alte ştiinţe. Anume aceste motive determină necesităţile pedagogiei de a avea mijloace contemporane de intensificare a activităţii intelectuale, dintre care locul principal îl ocupă computerul.

Mijloacele tehnologiilor informaţionale permit a efectua: legătura inversă imediată dintre utilizator şi mijloacele tehnice separate; individualizarea ritmului lucrului utilizatorului; alegerea modului de prezentare pe ecranul monitorului a modelelor diferitelor

obiecte, procese, evenimente; dirijarea obiectelor de actualitate reală; lucrul în regimul interactiv cu sistemul programat. În acest context, computerul joacă rolurile obiectului şi subiectului de studiere.

Trăsătura principală a spaţiului informaţional al învăţământului este caracterul lui interactiv, ceea ce înseamnă posibilitatea existenţei dialogurilor dintre diferite sisteme de logici, de idei şi de metode.

Aplicarea tehnologiilor pedagogice contemporane este greu de imaginat fără utilizarea desfăşurată a tehnologiilor informaţionale noi. Anume tehnologiile informaţionale noi permit să fie desfășurate pe deplin funcţiile didactice ale metodelor pedagogice moderne şi să fie realizate posibilităţile lor potenţiale.

Prestigiul unei şcoli stă în calitatea elevilor pe care îi pregăteşte. Calitatea elevilor este determinată, invariabil, de calitatea dascălilor şi de calitatea materialelor didactice folosite. Avantajul acestor lecţii este că ies din cadrul rigid asociat de obicei experimentelor care se fac la şcoală. Este un alt fel de a învăţa, mai activ şi mai atractiv, care ar putea suscita mult mai mult atenţia elevilor, dacă ar putea fi folosite ca material auxiliar în orice activitate didactică. Lecţiile realizate de profesor într-o altă aplicaţie pot fi importate şi prezentate elevilor într-o manieră atractivă ca exemplu jocuri didactice de captarea atenției: rebusuri, anagrame etc.

Cadrul didactic poate proiecta imagini, hărţi și animații cu ajutorul unui program informatic specific obiectului de studio, predat şi chiar informaţii captate în timp real pe Internet. Scopul utilizării animațiilor este de a ajuta elevul să facă asocierea dintre denumire, formulă și modulul tridimensional.

Evaluarea se poate realiza prin momente didactice interactive speciale, folosind diferite tehnici de evaluare „Tehnica alegerii duale”, „Tehnica perechilor”, „Tehnica alegerii multiple”, „Tehnica rearanjării (ordonării)”, „Tehnica răspunsului scurt” care trebuie să fie în concordanță cu obiectivele operaționale. Astfel de itemi oferă profesorului un feed-back cu multiple valențe educative.

Indiferent de metodele didactice folosite la lecție, tradiționale sau moderne, active sau pasive, informative sau formative acestea trebuie să conducă la atingerea obiectivelor stabilite de fiecare profesor în parte.

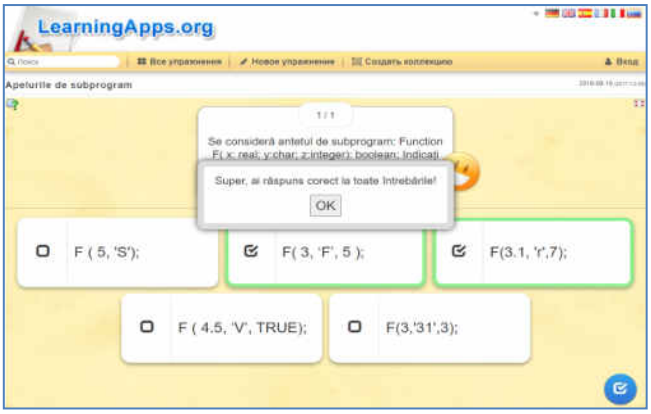
Pentru a realiza un învăţământ de calitate şi pentru a obţine cele mai bune rezultate trebuie să folosim atât metodele clasice de predare-învăţare-evaluare cât şi metodele moderne.

În cadrul orelor de informatică în procesul de predare-învăţare-evaluare pentru dezvoltarea competențelor specifice disciplinei predate la elevi, poate fi utilizat un spectru larg de instrumente TIC interactive.

Instrumentele TIC ce pot fi utilizate sunt:

1. **TimelineJS** - un instrument open source care permite oricui să construiască linii de timp interactive, bogate în viziune. Acest instrument poate fi utilizat în procesul de predare

în cadrul orei în clasa a VII-a cu subiectul: „Funcţiile sistemului de operare: sistem de calcul; sistem de operare; funcţiile sistemului de operare.”, prezentând axa cronologică a invenţiilor sistemelor de operare la etapa *Realizarea sensului*.



2. **LearningApps** - o platformă gratuită pentru a crea exerciții interactive în cadrul orelor. Are multe avantaje: este gratuită, ușor de utilizat, oferă o mulțime de instrumente pentru a crea exerciții interactive și jocuri. Pe platformă sunt multe exemple publicate în diferite limbi. Exercițiile create ideal se realizează cu ajutorul tablei interactive. Această platformă prezintă interes sporit elevilor.

Exercițiul „Puzzle” poate fi folosit la clasele X-XII, la etapa *Evocare* sau *Reflecție*, se propune programul cu rândurile încurcate, elevul va trebui să ordoneze rândurile, formând un program scris corect.

Itemii cu alegere multiplă, să indice apelurile de subprograme definite corect (clasa a XII-a, la etapa *Reflecție,* subiectul „Subprograme. Funcții”) sau dispozitivele de intrare/ieșire (clasa a VII-a, la etapa *Evocare*, subiectul „Criteriile de clasificare a calculatoarelor”); cu alegere dublă, să identifice antetele corecte și cele false (clasa a XII-a, la etapa *Reflecție*, subiectul „Proceduri”); cu răspuns scurt, să completeze spațiile libere într-un algoritm / program propus (clasa a VIII-a, la etapa *Reflecție*, subiectul „Algoritmi repetitivi. Ciclu cu condiție”) sau să numească tipurile diagramelor date (clasa a IX-a, la etapa *Evocare*, subiectul „Diagrame”); de tip pereche, să stabilească legătura dintre noțiune și elementul ferestrei aplicației Cangur propriu-zis (clasa a VIII-a, la etapa Evocare, subiectul „Metode de reprezentare a algoritmilor”); de ordonare pe axa timpului crescător a valorilor cantității de informație (clasa a XI-a, la etapa *Evocare*, subiectul „Semne și alfabete”); de ordonare pe imagine a elementelor ferestrei aplicației NotePad (clasa a VII-a, la etapa Evocare, subiectul „Aplicația Paint”); de grupare a proprietăților / operațiilor fișierelor / dosarelor / discurilor (clasa a VII-a, la etapa **Evocare**, subiectul „Drept informatic”).

La fel cu ajutorul acestei platforme se pot aplica diferite Jocuri didactice, de exemplu, „Cuvinte încrucișate”, „Cine vrea să devină milionar?”, „Cursă cu cai”, „Joc-Perechi”, „Obține imaginea”, „Unde este situat acesta”, „Rebusul”, etc.

(https://learningapps.org/display?v=pbd7a834317,https://learningapps.org/display?v=pv1a5o6o517)

3. **Thinglink** este creatorul digital de postere interactive cu ajutorul acesta poţi combina împreună: un chestionar online, o imagine, un video, un cântec, o hartă, un text, un poster, un interviu, un test, etc., adică pentru a aduna mai multe materiale în format .doc, .pdf, .mp3, .mp4, .jpg într-o singură lucrare. În cadrul lecţiei de predare-învăţare (de asimilare de noi cunoştinţe) în clasa a VII-a cu subiectul: „Structura şi funcţionarea calculatorului. Clasificarea componentelor de bază ale calculatoarelor personale: procesorul; memoria internă; dispozitivele de intrare; dispozitivele de ieşire; memoria externă" la etapa *Realizarea sensului* poate fi prezentat un poster cu părţile componente ale blocului de sistem cu succinta descriere pentru fiecare şi un filmuleţ cu asamblarea acestor piese. (https://www.thinglink.com/scene/869313471223693313)

4. **Photopeach** este destinat pentru crearea filmulețelor digitale care combină text, fotografii și muzică. Cu ajutorul acestuia poate fi creată o chestionare interactivă (feed-back-ul lecției) cu un singur răspuns corect, durata răspunsului - 5 secunde. Produsul elaborat, de exemplu, un filmuleț cu tema „Evoluția calculatoarelor", poate fi derulat în cadrul lecției la clasa a VII-a cu subiectul „Clasificarea calculatoarelor. Criteriile de clasificare" la etapa *Realizarea sensului*. (https://photopeach.com/album/gahll3)

5. **Animoto** - o excelentă resursă Web 2.0. Cu acest instrument, elevii au posibilitatea de a crea ei înşişi prezentări audio-video, de a face filmuleţe pentru a le posta pe Youtube. Atenţia elevilor este captată, prezentările sunt atractive, programul reprezentând o inițiativă excelentă şi un beneficiu real atât pentru elevi, cât şi pentru profesori. Instrumentul dat este binevenit de utilizat la prezentarea temelor pentru acasă de către elevi, de exemplu, în clasa a XI-a, la orice temă din a III-a unitate de învățare: „Calculatoare și rețele".

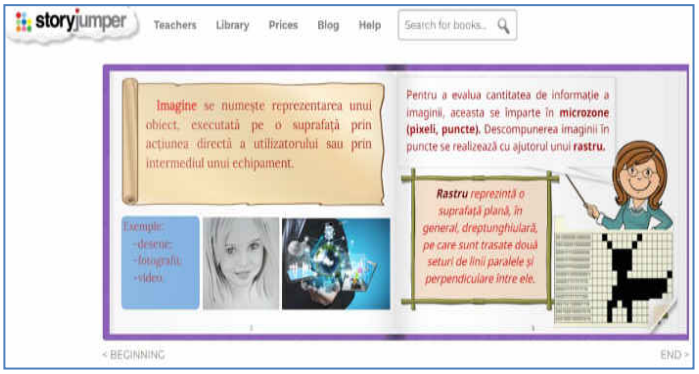
6. **PowToon** este un instrument online cu ajutorul căruia puteți crea prezentări profesionale animate cu ajutorul tehnicii de lucru drag-and-drop. Serviciul oferă un abonament gratuit care permite oricui să creeze clipuri video animate care pot fi exportate pe YouTube gratuit. Prezentarea creată cu ajutorul acestui instrument „Cum e bine să mă comport cu ceilalţi online?" poate fi utilizată în cadrul lecției opționale la clasa a VI-a cu subiectul „Elementele de etică în spaţiul virtual" la etapa *Realizarea sensului*. (https://www.powtoon.com/c/bPN5LurRaSL/2/m)

7. **Padlet -** este un „afişier" interactiv unde putem publica texte, imagini, link-uri, nu necesită instalare, poate fi partajat, vizualizat, oricine poate avea acces sau se poate accesa pe bază de parolă. Poate fi utilizat la etapa Reflecție în cadrul orelor practice, cu ajutorul acestui instrument elevii pot publica lucrările sale, vizualiza lucrările colegilor și să se aprecieze reciproc prin comentarii. De exemplu, la rezolvarea problemelor în cl. X-XII, la lecția în clasa a VII-a „Aplicația Paint", elevii vor publica desenele realizate.

8. **Canva** se utilizează pentru a crea colaje creative, pentru a ilustra un eseu, postere, referate, evenimente școlare, ilustra o poezie sau de a explica vocabularul nou, puteți crea

un poster pentru o temă anumită sau pentru a reflecta sumarul unei teme. Cu ajutorul acestui instrument poți construi ușor diferite imagini cu sau fără text, pe baza template-urilor deja existente, poți găsi format predefinit de postare de social media, prezentare, poster și multe altele. De asemenea acesta, îți oferă o mulțime de imagini și elemente grafice pe care le poți incorpora în design, precum și fonturi frumoase pentru text. Acest instrument poate fi utilizat la orice tip/etapă a lecției pentru crearea paginilor personalizate ce vor face prezentarea mai atractivă.

9. **StoryJumper** este o platformă gratuită, care oferă profesorilor și elevilor un set distractiv de instrumente pentru scrierea și ilustrarea cărților electronice. Se pot încărca fotografii sau imagini, Biblioteca instrumentului de artă este înmagazinată cu mii de elemente de recuzită și scene pline de culoare, incluzând totul, de la forme simple la animale și personaje complexe mitologice.



Profesorii și elevii pot amesteca și potrivi scene, își pot împărtăși cărțile între ei. Aceasta poate fi utilizată la crearea cărții electronice ce poate fi aplicată la etapa *Realizarea sensului*, în clasa a XI-a, subiectul „Cuantizarea imaginilor”. (https://www.storyjumper.com/book/index/49320376/5a6e87737dee7)

Utilizarea TIC nu trebuie să devină o obsesie, deoarece fiecare elev are dreptul la succesul şcolar şi la atingerea celor mai înalte standarde curriculare posibile, de aceea aplicarea metodelor de predare-învățare-evaluare trebuie să fie eficientă pentru fiecare caz în parte.

Bibliografie

1. CARTALEANU, T.; COSOVAN, O.; GORAȘ, V. Formare de competențe prin strategii didactice interactive. Chișinău: Pro Didactica, 2008.
2. NEACȘU, T. Metode și tehnici de învățare eficientă. București: Editura militară, 1990.

CZU: 519.17+004:378.147

METODOLOGIA STUDIERII ALGORITMILOR DE PARCURGERE ÎN GRAFURI

Marina BOSTAN, lector asistent
Universitatea de Stat din Tiraspol/Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”
https://orcid.org/0000-0002-1191-9501

Rezumat. În articol este examinată metodologia studierii parcurgerii grafurilor în sistemul universitar. O parcurgere este o tranziție simplă de la vârf la vârf pentru a găsi proprietățile legăturilor (conexiunilor) dintre aceste vârfuri. Există doi algoritmi de parcurgere a grafului - căutarea în adâncime (DFS) și căutarea în lățime (BFS). Pentru studierea mai eficientă a acestor algoritmi sunt examinate parcurgerile respective din mai multe perspective.
Cuvinte cheie: teoria grafurilor, algoritmi de parcurgere, căutaree în lățime, căutare în adâncime.

METHODOLOGY OF THE STUDY OF GRAPH TRAVERSAL ALGORITHMS

Abstract. In the article it examined the methodology of studying graphs in the university system of studying. A traversal is a simple transition from vertex to vertex to find the properties of the links (connections) between these vertices. There are two graph traversal algorithms - depth-first search (DFS) and breadth-first search (BFS). For the more efficient study of these algorithms, the respective paths are examined from several perspectives.
Keywords: graph theory, graph traversal, Breadth first search (BFS), Depth first search (DFS).

1. De ce sunt necesare parcurgerile în grafuri?

Rezolvarea multor probleme care țin de grafuri, presupun cercetarea legăturilor între noduri prin parcurgerea lor. Parcurgerea grafurilor poate fi aplicată în procesul de: verificarea conexității unui graf, determinarea componentelor conexe ale unui graf, determinarea unor lanțuri într-un graf, verificarea dacă graful este bipartit, etc.

Cei mai cunoscuți dintre acești algoritmi sunt *căutarea în adâncime* (Depth first search - DFS) și *căutarea în lățime* (Breadth first search – BFS), care se consideră fundamentali pentru elaborarea altor algoritmi ce se aplică la soluționarea problemelor practice.

Ideea cheie a parcurgerii unui graf este de a eticheta fiecare vârf prima dată când este vizitat și de a stoca informații despre acele vârfuri în care nu au fost vizitate toate muchiile.

În procesul de parcurgere a grafului, fiecare dintre vârfuri acestuia se va afla în una dintre cele trei stări:

- *Nedeschis* – starea inițială a vârfului,
- *Deschis* – se găsește vârful, dar marginile incidente cu acesta nu sunt analizate,
- *Procesat(Etichetat)* – sunt vizitate toate muchiile incidente cu acest vârf.

Este clar că fiecare vârf al grafului acceptă secvențial toate aceste stări. Inițial, doar un singur vârf este deschis – începutul parcurgerii grafului.

Notă: metodele propuse parcurg toate vârfurile conținute în aceeași componentă de conectivitate cu vârful inițial. Prin urmare, oricare dintre algoritmii de parcurgere poate fi utilizat pentru a determina conectivitatea(conexitatea) unui graf.

Parcurgerea în lățime a fost inventată de Konrad Zuse în 1945 în teza de doctor care a fost respinsă, totuși aceasta lucrare nu a fost publicată până 1972.(however, this paper was not published till 1972). În 1959 algoritmul de parcurgere a grafurilor în lățime a fot reinventat de către profesorul american de matematică și informatică Edward Forrest Moore. L-a folosit pentru a găsi cea mai scurtă cale de ieșire dintr-un labirint.

Parcurgerea în adâncimea fost folosită pe scară largă începând cu sfârșirul anului 1950, în special în programele din domeniul intelegenței artificiale. Robert Endre Tarjan, informatician și mathematician American, a descoperit mai mulți algoritmi de parcurgere, a elaborat un algoritm liniar pentru determinarea componentelor tare conexe și a fost primul care a propus un algoritm liniar pentru sortarea topologică.

Algoritmii de parcurgere a grafurilor în lățime și adâncime permit realizarea traversării a unui graf neorientat sau orientat.

2. Algoritmul parcurgerii grafurilor în lățime (BFS)

Această metodă se bazează pe următoarea tehnică. Fie un graf $G = (X, U)$ cu ***n*** noduri şi un nod de plecare ***ns*** numit şi nod sursă - căutarea în lățime explorează sistematic muchiile grafului G pentru a „descoperi” fiecare nod accesibil din ***ns***.

Algoritmul calculează distanţa (cel mai mic număr de muchii) de la ***ns*** la toate vârfurile accesibile lui. El produce un „arbore de lăţime” cu rădăcina în ***ns***, care conţine toate nodurile accesibile.

Pentru fiecare nod **v** accesibil din **ns**, calea din arborele de lăţime de la **ns** la **v** corespunde *"celui mai scurt drum"* de la **ns** la **v**, adică conţine un număr minim de muchii.

Parcurgerea în lățime se face astfel:

- se parcurge vârful de start;
- ulterior, se parcurg vecinii vârfului de start în ordine crescătoare;
- apoi vecinii nevizitați ai acestora în ordinea crescătoare etc.;
- până când sunt vizitate toate vârfurile accesibile;

Practic, pentru a stabili ordinea de vizitare se folosește o coadă, iar pentru a stabili dacă un vârf a fost sau nu vizitat se foloseşte un vector caracteristic.

Algoritmul este:

- adăugăm în coadă vârful inițial și îl vizităm;
- cât timp coada este nevidă;
- extragem un element din coadă;
- determinăm vecinii nevizitați ai vârfului extras, îi vizităm și îi adăugăm în coadă;
- eliminăm elementul din coadă.

Observație. Dacă graful nu este conex, în urma parcurgerii nu se vor vizita toate vârfurile. [1]

Exemplu 1. Să se realizeze parcurgerea în lățime (BFS) pentru graful neorientat reprezentat mai jos începând cu nodul 7.

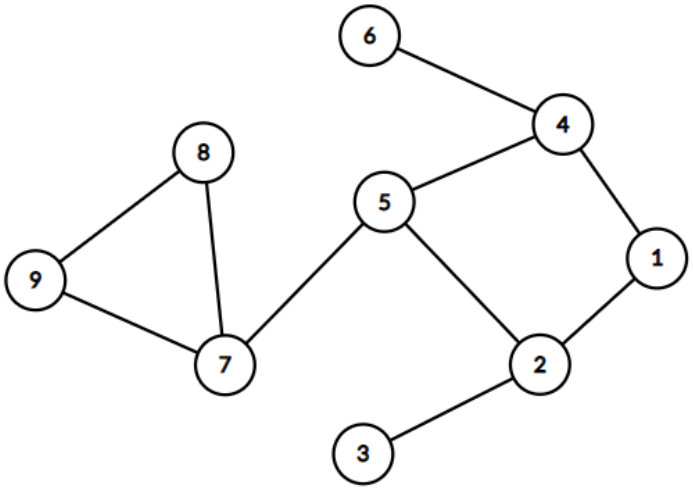


Figura 1. Graful neorientat cu 9 noduri și 10 muchii

Vârfurile grafului au fost parcurse în ordinea: **7, 5, 8, 9, 2, 4, 1, 3, 6**.

În urma parcurgerii în lățime, muchiile folosite pentru parcurgere formează un arbore. Acest arbore este graf parțial al grafului dat (dacă graful este conex), și se numește **arbore parțial de parcurgere**. Pentru graful de mai sus, arborele de parcurgere pornind din vârful **7** este:

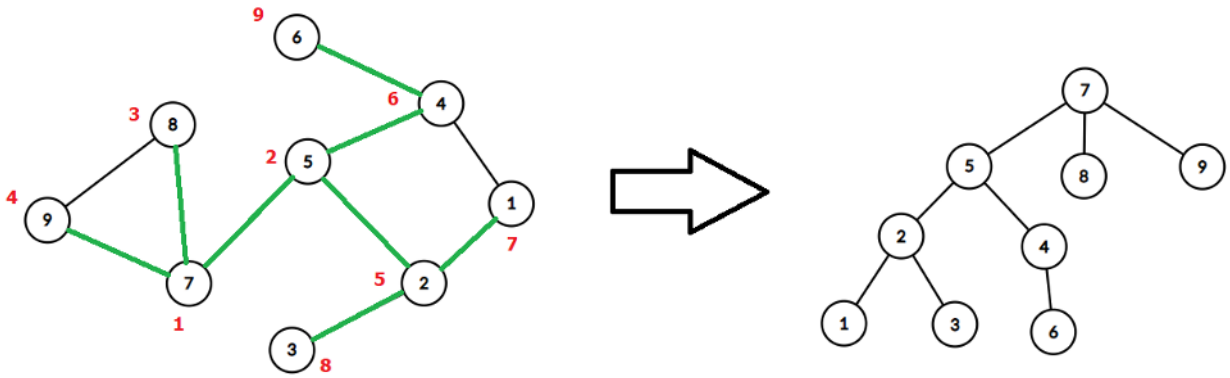


Figura 2. Parcurgerea grafului în lățime

3. Algoritmul parcurgerii grafurilor în adâncime (DFS)

Parcurgerea în adâncime reprezintă explorarea "naturală" a unui graf neorientat. Este foarte asemănătoare cu modul în care un turist vizitează un oraș în care sunt obiective turistice (vârfurile grafului) și căi de acces între obiective (muchiile). Vizitarea orașului va avea loc din aproape în aproape: se pleacă de la un obiectiv de pornire, se continuă cu un obiectiv învecinat cu acesta, apoi unul învecinat cu al doilea, etc.

Parcurgerea în adâncime se face astfel:

- Se începe cu un vârf inițial x, care este în acest moment vârf curent;
- Vârful x se vizitează. Se determină primul său vecin nevizitat y (cel mai mic după numărul de ordine) al lui x, care devine vârf curent;
- Apoi se vizitează primul vecin nevizitat al lui y, şi aşa mai departe, mergând în adâncime, până când ajungem la un vârf care nu mai are vecini nevizitați. Când ajungem într-un astfel de vârf, ne întoarcem la „părintele" acestuia – vârful din care am ajuns în acesta;
- Dacă acest vârf mai are vecini nevizitați, alegem următorul vecin nevizitat al său și continuam parcurgerea în același mod;
- Dacă nici acest vârf nu mai are vecini nevizitați, revenim în vârful său părinte și continuăm în același mod, până când toate vârfurile accesibile din vârful de start sunt vizitate [1].

Exemplu 2. Să se realizeze parcurgerea în adâncime (DFS) pentru grafului neorientat din Figura 1începând cu nodul 7.

Vârfurile grafului au fost parcurse în ordinea: **7, 5, 2, 1, 4, 6, 3, 8, 9**.

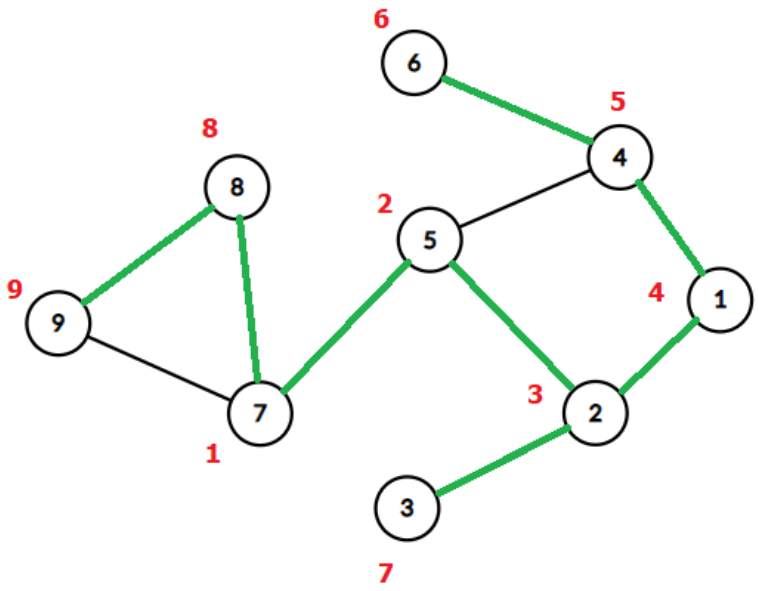


Figura 3. Parcurgerea grafului în adâncime

Pentru înțelegerea mai bună a algoritmilor propunem să exerseze în mod interactiv utilizând aplicațiile online.

4. Algoritmii DFS și BFS în aplicații online

4.1. *Platforma campion.edu.ro – Teoria grafurilor*

Platforma campion.edu.ro include nu doar surse teoretice dar și aplicații interactive pentru exersare. Interfața aplicației pentru parcurgerea grafurilor neorientate este următoare:

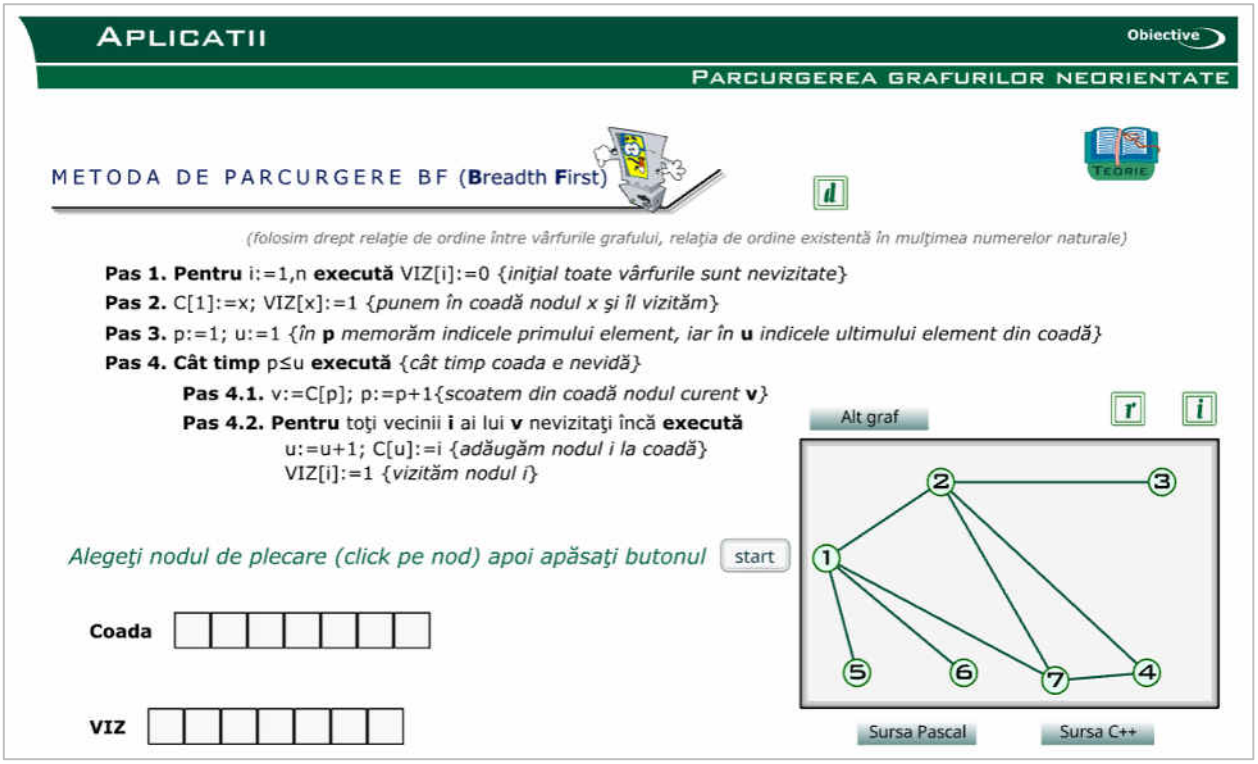


Figura 4. Interfața aplicației Parcurgerea grafului neorientat în lățime

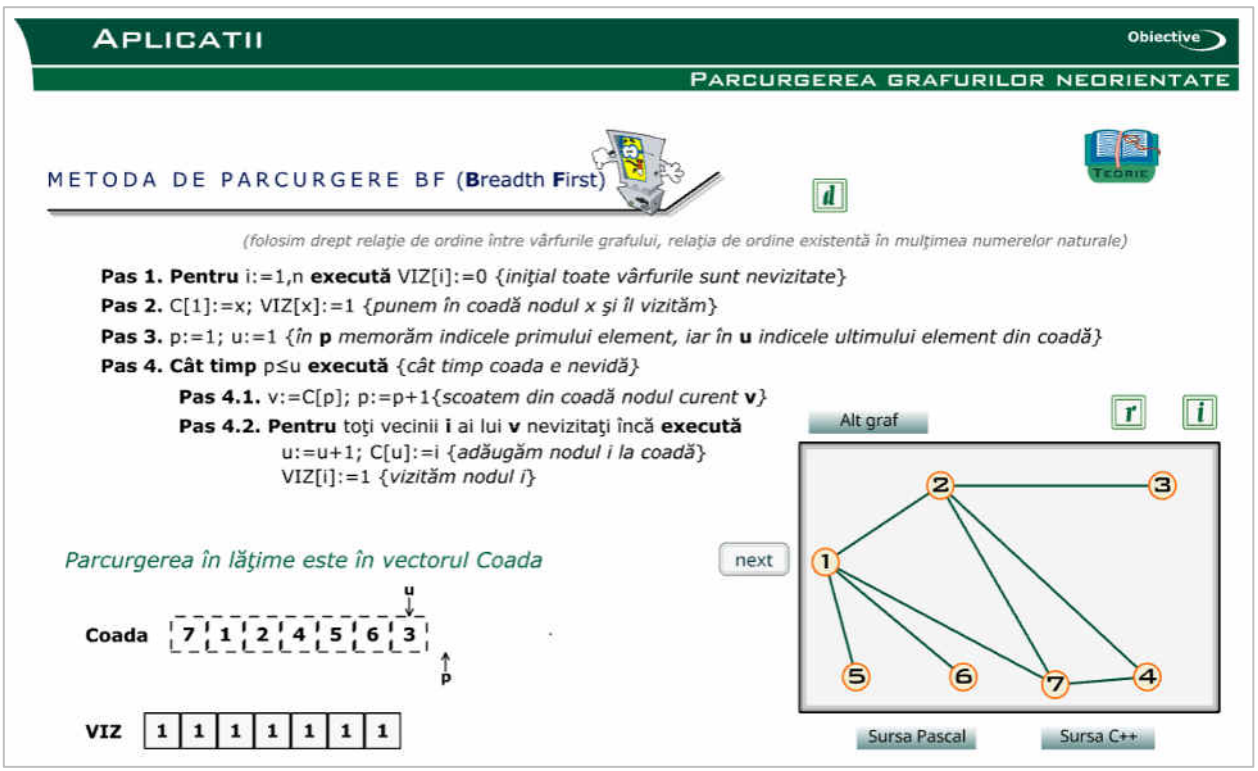


Figura 5. Rezultatul parcurgerii grafului neorientat în lățime

Pe un desen este reprezentat un graf arbitrar neorientat, în care alegem nodul de la care va începe parcurgerea(în lățime sau în adâncime) prin efectuarea unui simplu click pe acest nod. Dup apăsarea butonului *Start* se observă că acesta se transformă într-un buton *Next* pe care îl vom folosi pentru a vedea fiecare pas al algoritmului. Urmărim vectorii ***VIZ*** și ***C***

(respectiv ***ST***) pentru a înțelege pașii algoritmului. La fiecare apăsarea butonului *Next* observăm nodurile vizitate și respectiv nodurile-vecini analizate. Butonul *r* servește pentru reluarea algoritmului. Butonul *d* se folosește pentru a obține descrierea algoritmului. Butoanele *Sursa Pascal, Sursa C++* vă permite să vedeți sursa Pascal respectiv sursa C++ a algoritmului. La apăsarea butonului *Alt graf* se schimbă (generează) graful și se reia execuția pas cu pas.

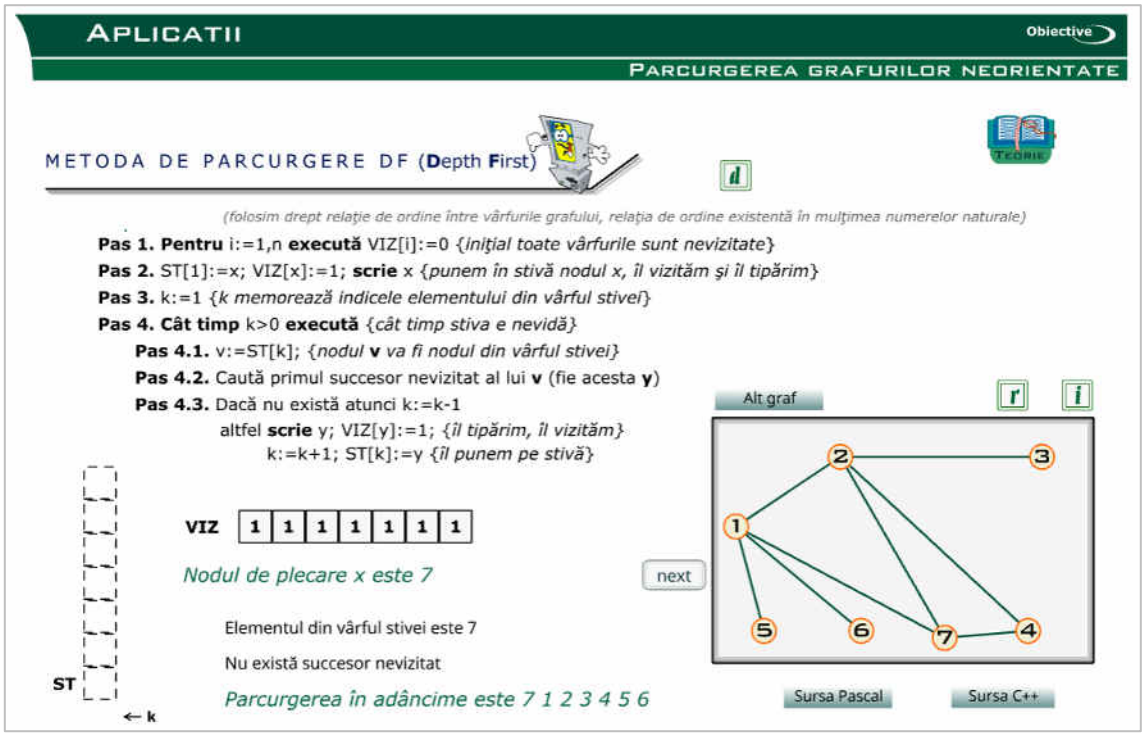


Figura 6. Rezultatul parcurgerii grafului neorientat în adâncime

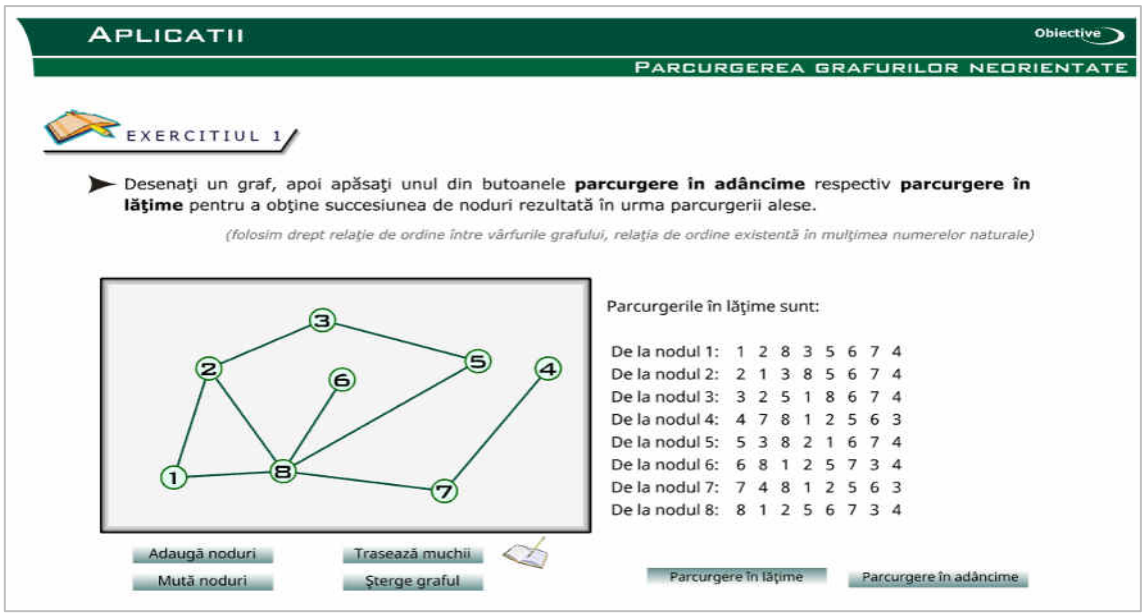


Figura 7. Implementarea algoritmilor de parcurgere pentru graful desenat de utilizator

Platforma campion.edu.ro suplimentar dispune și de aplicație unde utilizatorul poate să introducă(deseneze) graful neorientat dorit, cu restricția - numărul maximum de 8 noduri, pentru care va fi afișată succesiunea de noduri rezultată pentru toate nodurile ca noduri de pornire în urma parcurgerii alese.

4.2. *Platforma graphonline.ru*

Platforma graphonline.ru este un proiect online creat în anul 2015 și dezvoltat pe parcurs. Platforma vizează crearea și vizualizarea online a grafurilor, căutarea drumurilor minime într-un graf. De asemenea oferă posibilitatea de a obține graful introducând datele matricei de adiacență și multe altele. Platforma oferă accesul la interfață în 11 limbi, inclusiv limba engleză și limba rusă.

Interfața aplicației **Graph Online** include instrumentele pentru crearea grafului, inserarea nodurilor(vârfurilor) și muchiilor(arcelor), ștergerea obiectelor, setarea unor parametrilor de afișarea grafurilor, implementarea diferitor algoritmilor și arată în felul următor:

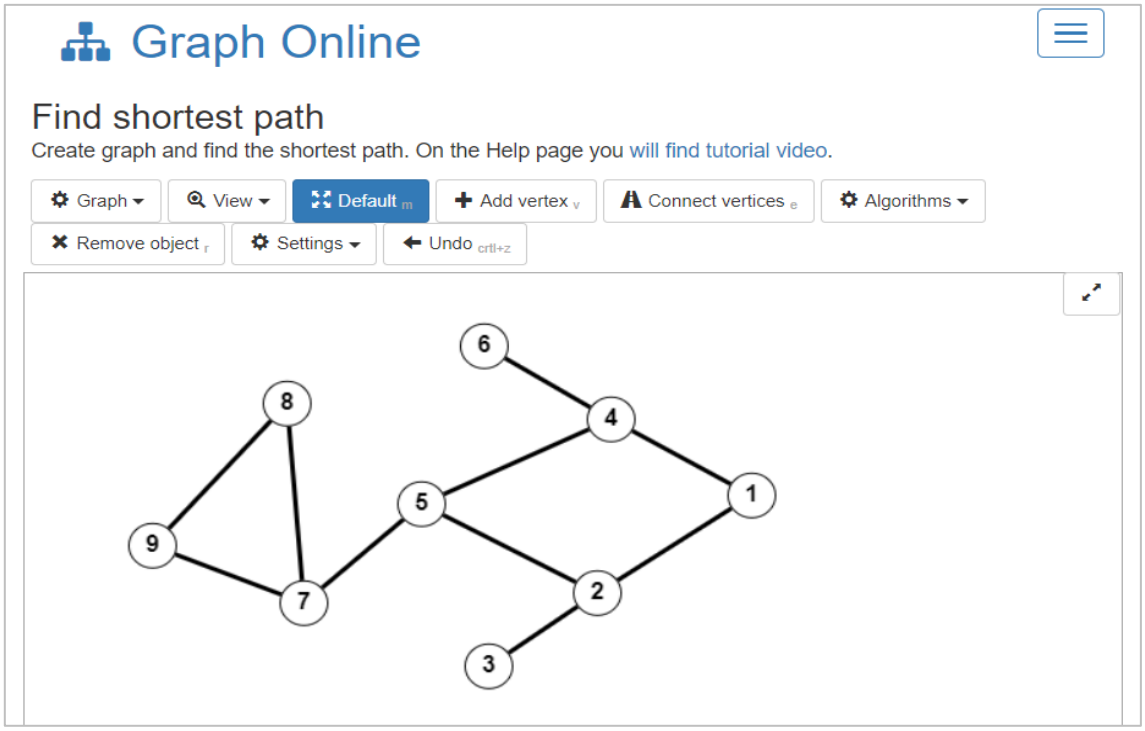


Figura 8. Interfața aplicației Graph Online pe platforma graphonline.ru

Pentru implementarea algoritmilor de parcurgerea, din meniul alegem *Algorithms* și parcurgere în lățime – *BFS*, pe desen alegem nodul de pornire și aplicația automat în mod interactiv prezintă vizitarea nodurilor din graf și afișează parcurgerea obținută în final.

Pentru parcurgerea în adâncime din meniul *Algorithms* alegem parcurgerea în adâncime – *DFS*.

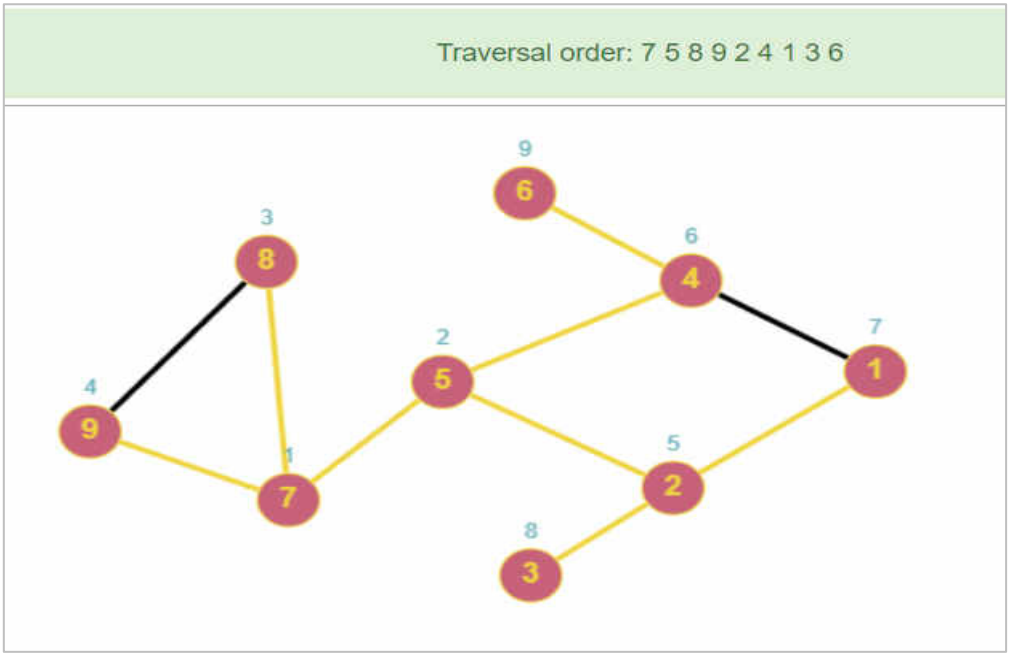


Figura 9. Implementarea algoritmului BFS în aplicația Graph Online

5. Implementarea algoritmilor în programare (limbajul C++)

Exemplu 3. Elaborați un program(Pascal sau C++) care realizează parcurgerea unui graf în lăţime (BFS). (https://www.onlinegdb.com/online_c++_compiler)

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main(){
    int viz[30],n,i,j,u,v,p,k,a[20][20],c[30];
    cout<<"Dati numarul de varfuri n = ";cin>>n;
    for(i=1;i<=n-1;i++)
        for(j=i+1;j<=n;j++) {
        cout<<"a["<<i<<","<<j<<"]= ";cin>>a[i][j];
        a[j][i]=a[i][j];
        }
    cout<<"Dati varful de plecare ";cin>>k;
    for(j=1;j<=n;j++) viz[j]=0;
    c[1]=k;p=1;u=1;viz[k]=1;
     while(p<=u) {
         v=c[p];
         for(j=1;j<=n;j++) {
         if( (a[v][j]==1) && (viz[j]==0) )  {
         u++;
         c[u]=j;
         viz[j]=1;
         }
     }
    p++;
    }
     cout<<"Lista varfurilor in parcugerea in latime : "<<endl;
    cout<<k<<" ";
    for(j=2;j<=u;j++) cout<<c[j]<<" ";
     getchar();
  }
```

Rezolvarea pentru graful neorientat din Exemplul 1 este :

```
Dati numarul de varfuri n = 9
a[1,2]= 1   a[1,3]= 0   a[1,4]= 1   a[1,5]= 0   a[1,6]= 0   a[1,7]= 0   a[1,8]= 0   a[1,9]= 0
a[2,3]= 1   a[2,4]= 0   a[2,5]= 1   a[2,6]= 0   a[2,7]= 0   a[2,8]= 0   a[2,9]= 0
a[3,4]= 0   a[3,5]= 0   a[3,6]= 0   a[3,7]= 0   a[3,8]= 0   a[3,9]= 0
a[4,5]= 1   a[4,6]= 1   a[4,7]= 0   a[4,8]= 0   a[4,9]= 0
a[5,6]= 0   a[5,7]= 1   a[5,8]= 0   a[5,9]= 0
a[6,7]= 0   a[6,8]= 0   a[6,9]= 0
a[7,8]= 1   a[7,9]= 1
a[8,9]= 1
Dati varful de plecare 7
Lista varfurilor in parcugerea in latime: 7 5 8 9 2 4 1 3 6
```

Exemplu 4. Elaborați un program(Pascal sau C++) care realizează parcurgerea unui graf în adâncime (DFS). (https://www.onlinegdb.com/online_c++_compiler).

```
#include <iostream>
using namespace std;
int s[30],n,m,i,j,p,a[20][20];
void df(int k)
{
    int l;
    cout<<k<<" ";
    s[k]=1;
    for(l=1;l<=n;l++)
    if( (a[k][l]==1) && (s[l]==0) )
    df(l);
    return;
}

int main()
{
    cout<<"Dati numarul de varfuri n = ";cin>>n;
    for(i=1;i<=n-1;i++)
    for(j=i+1;j<=n;j++)
{  cout<<"a["<<i<<","<<j<<"]= ";cin>>a[i][j];
        a[j][i]=a[i][j];
        }

    cout<<"Dati varful de plecare ";cin>>p;
    cout<<" Lista varfurilor in parcugerea in adincime : ";
    df(p);
    getchar();
}
```

Rezolvarea pentru graful neorientat din Exemplul 2 este:

```
Dati numarul de varfuri n = 9
a[1,2]= 1   a[1,3]= 0   a[1,4]= 1   a[1,5]= 0   a[1,6]= 0   a[1,7]= 0   a[1,8]= 0   a[1,9]= 0
```

a[2,3]= 1 a[2,4]= 0 a[2,5]= 1 a[2,6]= 0 a[2,7]= 0 a[2,8]= 0 a[2,9]= 0
a[3,4]= 0 a[3,5]= 0 a[3,6]= 0 a[3,7]= 0 a[3,8]= 0 a[3,9]= 0
a[4,5]= 1 a[4,6]= 1 a[4,7]= 0 a[4,8]= 0 a[4,9]= 0
a[5,6]= 0 a[5,7]= 1 a[5,8]= 0 a[5,9]= 0
a[6,7]= 0 a[6,8]= 0 a[6,9]= 0
a[7,8]= 1 a[7,9]= 1
a[8,9]= 1
Dati varful de plecare **7**
Lista varfurilor in parcugerea in latime : **7 5 2 1 4 6 3 8 9**

Concluzii

Algoritmii din Teoria Grafurilor ne oferă posibilitatea realizării unor modele matematice intuitive prin intermediul cărora se pot soluționa probleme din diverse domenii teoretice și practice. Parcurgerea grafurilor este un instrument eficient de cercetare a structurii de date de tip graf. Utilizarea tehnologiilor informaționale, în special cele interactive, în studierea algoritmilor de parcurgere grafurilor joacă un rol important în formarea și dezvoltarea competențelor profesionale și competențelor digitale a studenților. Studierea parcurgerilor BFS și DFS contribuie esențial la dezvoltarea spiritului de observație și gândirii spațiale ale studenților.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. CHIRIAC, L.; BOSTAN, M. *Elemente de teoria grafurilor*. 2022 (în curs de editare).
2. CORLAT, S.; GREMALSCHI, A. *Grafuri. Metodologia predării în cadrul instruirii de performanță la disciplinele Matematică & Informatică*. Chișinău, 2014. 158 p. ISBN 978-9975-7-122-2.
3. ERICKSON, J. Algorithms. 472 p. ISBN 978-1-792-6448-2. disponibil: https://jeffe.cs.illinois.edu/teaching/algorithms/book/Algorithms-JeffE-2up.pdf (accesat la 25.09.2022).
4. *Graphviser learn*. https://learn.graphviser.app/?locale=ro#section-6 (accesat la 13.08.2022).
5. *Graph Online*. https://graphonline.ru/en/ (accesat 20.09.2022)
6. *Teoria grafurilor*. http://campion.edu.ro/arhiva/www/arhiva_2009/seds/17/index.htm (accesat 14.09.2022)
7. ДДОЛЬНИКОВ, В. Л., ЯКИМОВА, О. П. Основные алгоритмы на графах. Ярославль, 2011. 80 с. ISBN 978-5-8397-0855-6. disponibil: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110210.pdf (accesat 10.08.2022).

CZU: 514.11:004

TRIGONOMETRIA PENTRU EDUCAȚIA STEAM

Andrei BRAICOV, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0001-6416-2357
Angela GLOBA, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-2653-0320
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. În articol sunt descrise metode și exemple de valorificare reciprocă în scop academic a conceptelor din trigonometrie și abordarea STEAM. S-a constatat că această simbioză stimulează dezvoltarea la elevi a competențelor specifice de rezolvare a problemelor de trigonometrie, dar și a competențelor de soluționare a problemelor practice complexe, integratoare.
Cuvinte-cheie: STEAM, trigonometrie, matematică, informatică, fizică, educație.

TRIGONOMETRY FOR STEAM EDUCATION

Abstract. The article describes methods and examples of mutual valorization for academic purposes of concepts from trigonometry and the STEAM approach. It was found that this symbiosis stimulates the development in students of the specific skills for solving trigonometry problems, but also the skills for solving complex, integrative practical problems.
Keywords: STEAM, trigonometry, mathematics, computer science, physics, education.

Introducere

Abordarea STEAM în educație a prins rădăcini preponderent în cadrul disciplinelor opționale și/sau integratoare din ariile *Matematică şi ştiinţe*, *Tehnologii*, cum ar fi Robotica, Chimia și explorarea mediului, Proiectarea și dezvoltarea WEB, Matematică aplicativă, Inteligența artificială, Proiectarea și dezvoltarea aplicațiilor mobile etc., ceea ce constituie o situație firească, pentru că, în sine, aceste discipline sunt orientate spre formarea abilităților de proiectare și creare a unor produse reale, a aplicaților funcționale sau a dispozitivelor și presupun implicarea cunoștințelor din domeniile conceptului STEAM. Totuși, să nu uităm că unul dintre principalele scopuri ale strategiilor didactice, inovatoare sau tradiționale, este creșterea dorinței, motivației de învățare a elevilor și a rezultatelor procesului educațional, ori tocmai acest scop este cel mai esențial pentru disciplinele exacte Fizică, Matematică, Chimie etc.

Presupunând că abordarea STEAM stimulează „mișcarea” spre acest obiectiv, mai multe curricula actuale, inclusiv cea din învățământul general al Republicii Moldova [1, 2], recomandă probleme integrative și proiecte STEAM nu doar per ansamblu, dar și în cadrul modulelor disciplinelor fundamentale. De exemplu, curricula la Matematică pentru Liceu recomandă teme de proiecte și oferă exemple de probleme integrative pe capitole ([2], pag. 164). În același timp constatăm că există deficit de soluții metodologice pentru „livrarea”

conținuturilor matematice în cheia integrării lor cu subiectele abordate și instrumentele utilizate în cadrul altor discipline.

Trigonometria integrată pentru conceptul STEAM

Analizând [1, 2], constatăm că, în afară de Matematică, doar două discipline din curricula de bază, Fizica și Informatica, valorifică elementele de trigonometrie. Examinând lista disciplinelor opționale, constatăm că trigonometria se poate utiliza în predarea Design-ului grafic (la explicitarea reprezentărilor și transformărilor în spațiu) și a cursului Proiectarea și dezvoltarea aplicațiilor mobile (la dezvoltarea aplicațiilor cu efecte de animație).

Sigur, aplicațiile în practică ale trigonometriei sunt mult mai dense decât cele sugerate de actele educaționale menționate.

- Cu referire la *programare*, menționăm că orice reprezentare dinamică în plan sau în spațiu poate fi mai ușor descrisă cu ajutorul coordonatelor sferice și/sau a coordonatelor polare. Relațiile de transformare a coordonatelor sferice în coordonate carteziene implică funcțiile trigonometrice. Transformarea de rotație, de asemenea este descrisă de o relație în care apar funcțiile trigonometrice.
- Cel mai ilustrativ exemplu de utilizarea a trigonometriei în *medicină* este ecuația funcționării inimii, care este una trigonometrică complexă (cu peste 30 de necunoscute).
- *Biologii* susțin că drumul parcurs de pești în apă are traiectorie sinusoidală (sau cosinusoidală), iar în timp ce înoată corpul lor ia forma graficului tangentei (sau cotangentei).
- În *Geografie*, la măsurarea distanțelor terestre dintre două puncte accesibile, între care, deseori, sunt obstacole, se folosește teorema cosinusului. Aceeași teoremă se utilizează și la calcularea distanței dintre două puncte inaccesibile.
- În *Arhitectură* pentru calcularea înălțimilor se folosește așa numitul unghi de elevație, care se determină din relații cu funcții trigonometrice.
- În *Arta decorativă* întâlnim curbe de ordinul doi și fractali, care se generează (altfel zis, sunt descrise) inclusiv trigonometric.

Dezvoltatorii de software-uri sunt conștienți de marea importanță a trigonometriei, de aceea întâlnim tot mai multe aplicații care nu doar realizează calcul trigonometric, dar și permit reprezentarea grafică a funcțiilor trigonometrice și evidențierea elementelor-cheie (adică a caracteristicilor) acestor funcții.

● Una dintre cele mai simple, comode și disponibile aplicații pentru construirea graficelor funcțiilor este aplicația *Calculator* (fig. 1, 2).

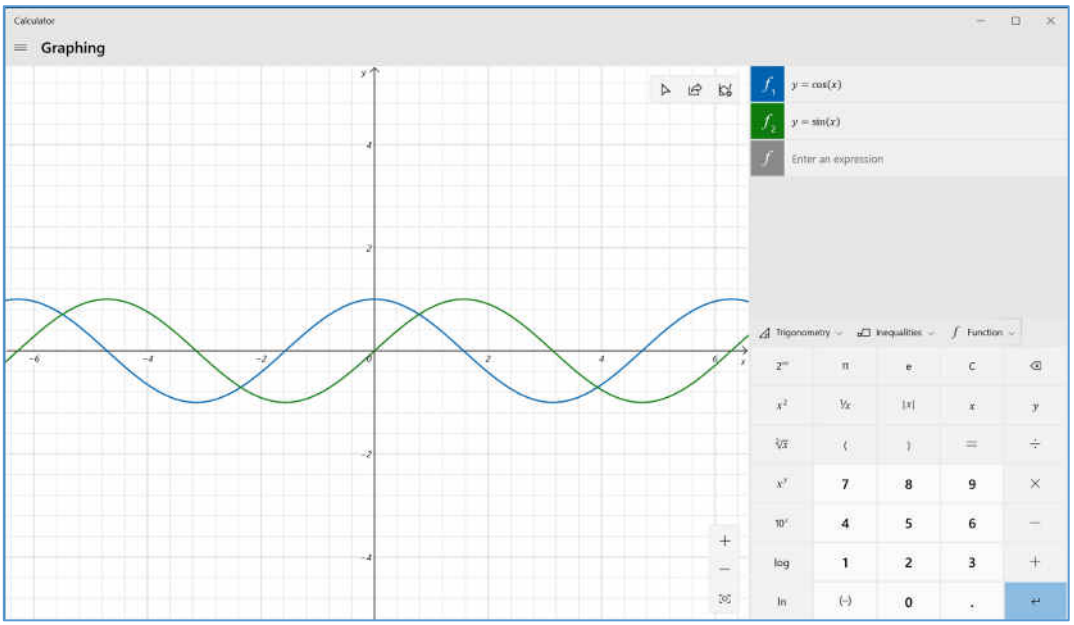


Figura 1. Graficele funcțiilor trigonometrice reprezentate de aplicaţia *Calculator*

Cu ajutorul aplicației *Calculator* putem analiza funcțiile trigonometrice construite. Acest fapt poate constitui un avantaj în cercetarea proprietăților acestor funcții.

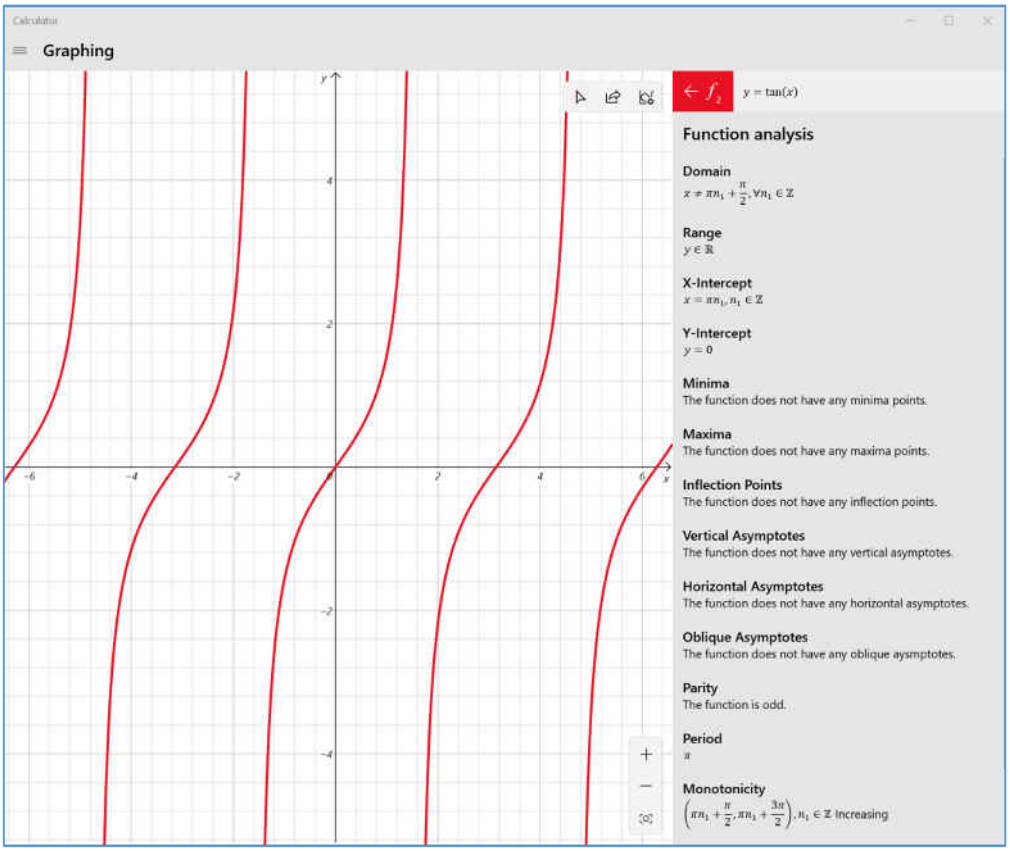


Figura 2. Graficele funcțiilor trigonometrice și caracteristicile lor (aplicaţia *Calculator*)

● *Desmos Graphing Calculator* este o aplicație gratuită, disponibilă online, care permite construirea graficului unei funcții și studierea proprietăților acestei funcții.

Pentru a crea un grafic este necesar doar de a introduce expresia analitică, care descrie funcția. Calculatorul desenează graficul funcției pe hârtie milimetrică.

De exemplu, pentru construirea graficului funcției $y = a \cdot \arccos(bx + c)$ graficul construit va arăta ca în figura 3:

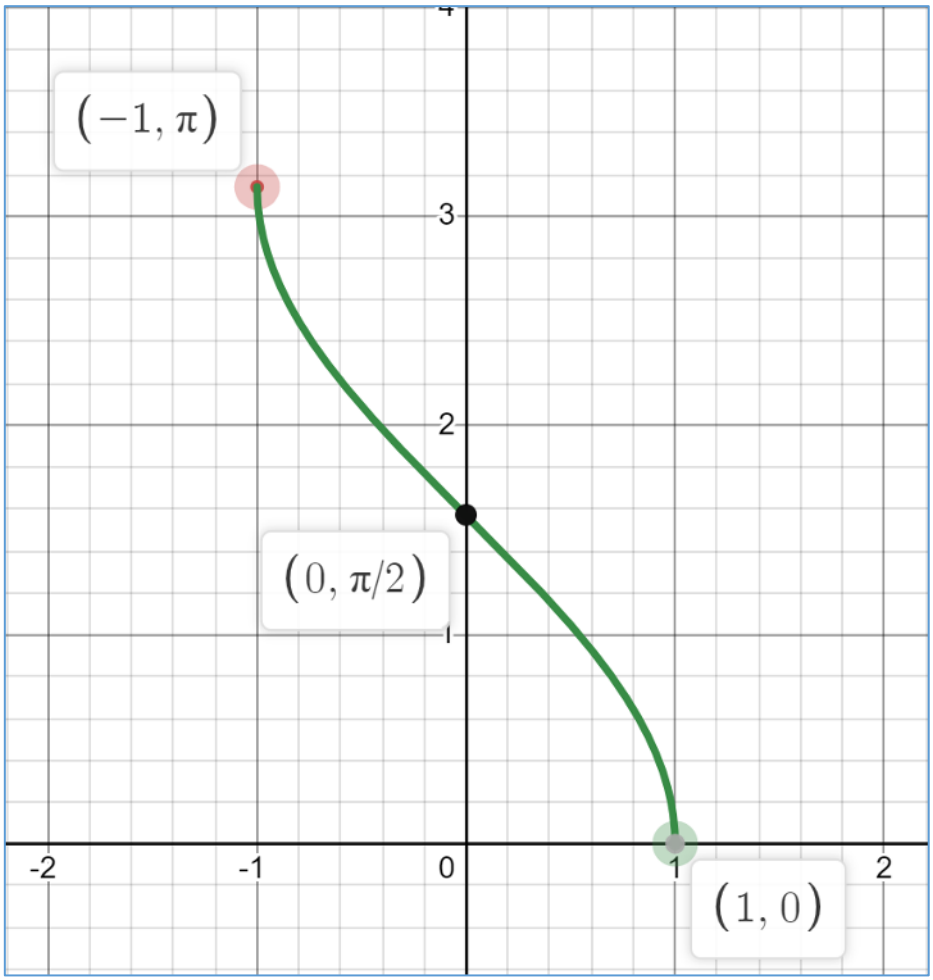


Figura 3. Graficul funcției $y = a \cdot \arccos(bx + c)$ construit cu *Desmos Graphing Calculator*

Pentru rezolvarea inecuațiilor trigonometrice (de exemplu, $2\sin x + 1 \geq 0$) se vor parcurge pașii:

1. scriem expresia analitică $y = 2\sin x + 1$, pentru a construi graficul acestei funcții;
2. în următorul rând, scriem $2\sin x + 1 \geq 0$, care ne va permite afișarea pe axa $\overrightarrow{Ox}$ a intervalelor care satisfac inecuația dată;
3. fixăm pe axa $\overrightarrow{Ox}$ extremitățile intervalelor afișate (fig. 4);

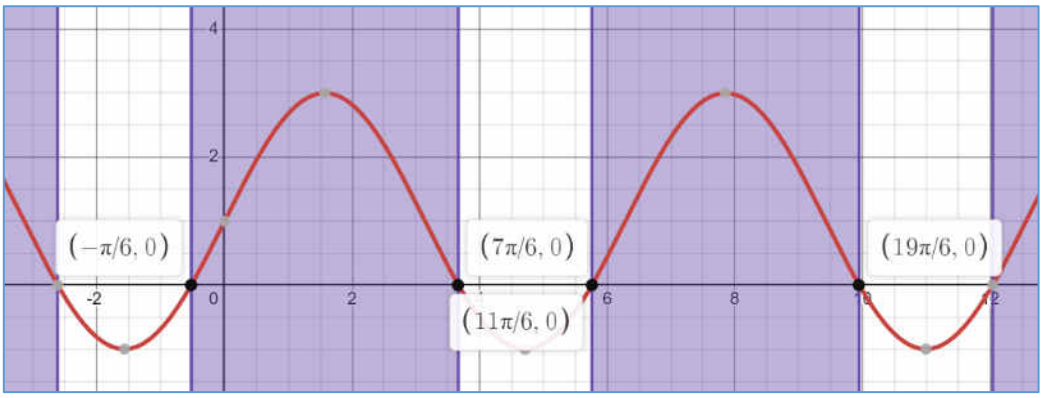


Figura 4. Fixarea extremităților intervalelor formate pe axa O*x*

4. ușor se poate calcula că perioada este egală cu 2π, iar soluția inecuației de mai sus este $\left[-\frac{\pi}{6}+2k\pi;\frac{7\pi}{6}+2k\pi\right], k \in Z$.

   Un ghid elementar al utilizatorului poate fi consultat la adresa [4].

   Sistemul de consultanță complet pentru Desmos poate fi accesat la adresa: https://help.desmos.com/hc/en-us.

● *Wolfram Mathematica* (https://www.wolfram.com/) este un software specializat lansat pe piață de peste 20 de ani și destinat atât matematicienilor, fizicienilor, informaticienilor, chimiștilor profesioniști, cât și profesorilor, studenților și elevilor care doresc să facă calcule matematice, să construiască reprezentări grafice în plan și în spațiu.

Această aplicație poate fi un instrument valoros pentru explicitatea trigonometriei, dar și pentru realizarea eficientă a problemelor și proiectelor STEAM. De exemplu, folosind comenzile PolarPlot și Plot3D putem crea reprezentări 2D și 3D, utile în domeniile *Artă* și *Arhitectură* (fig. 5, 6).

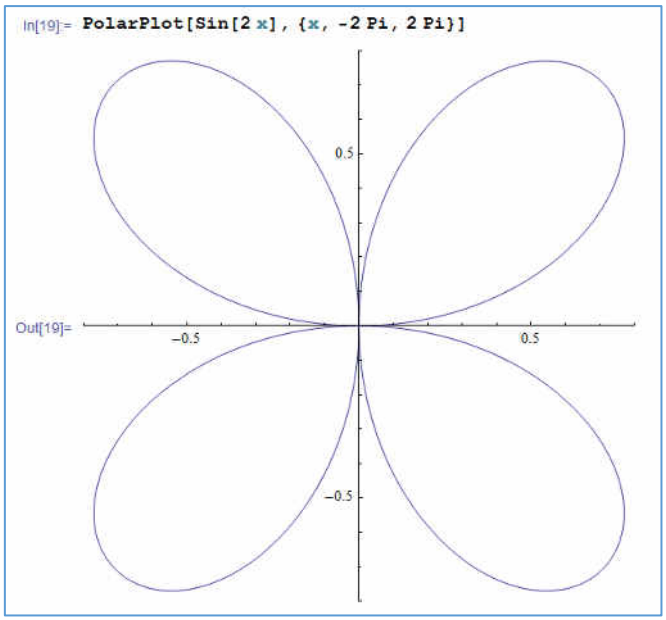


Figura 5. Grafic al unei funcții descrise prin funcții trigonometrice

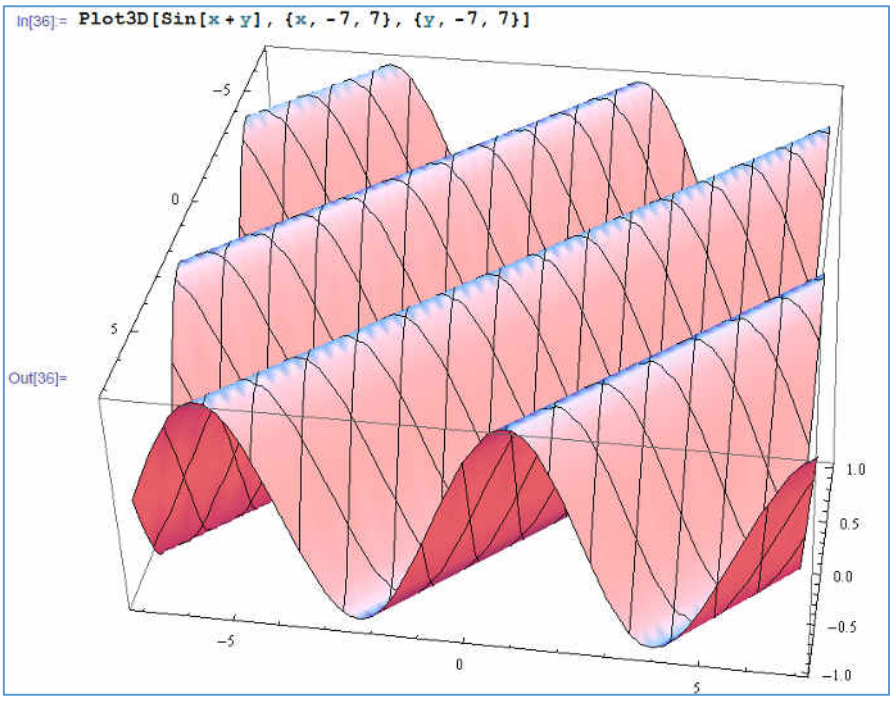


Figura 6. Reprezentări în plan și în spațiu, descrise prin funcții trigonometrice

● *Trigonometry.Unit circle* este o aplicație Android care poate fi instalată pe un dispozitiv digital mobil pentru care este disponibil Magazin Google Play. Ea poate fi utilizată pentru a studia trigonometria: graficul funcției (simetrie, deplasări, periodicitate etc.); reprezentarea pe cercul unitar; tabelul de valori al funcțiilor trigonometrice; formule trigonometrice, identități; transformarea gradelor în radiani și invers etc.

Figura 7. Aplicația *Trigonometry. Unit circle*

Exemplu de problemă STEAM care implică la rezolvarea ei funcțiile trigonometrice

Aplicarea aparatului matematic pentru rezolvarea problemelor din cadrul concursurilor de programare este un lucru firesc, care permite concurenților de a lua punctaj maxim. Nu fac excepție, în acest caz, nici funcțiile trigonometrice.

Pendulul. (Olimpiada Balcanică de Informatică, 2002, Belgrad, Serbia)

Enunț. Vom cerceta un pendul matematic, fixat de originea coordonatelor cu un fir (matematic şi el). Poziția inițială a pendulului este (-*r*, 0). În momentul eliberării pendulul începe să oscileze, realizând o semicircumferință. Pentru a modifica traiectoria pendulului, în plan au fost bătute câteva cuie matematice. Mișcarea pendulului devine mai complicată, dar peste un timp el va începe să realizeze oscilații periodice.

Se știe că, în spaţiul matematic ideal: grosimea cuielor şi a firului sunt nule; energia pendulului nu se pierde deoarece nu există forţă de frecare; pendulul nu se atinge de cuie, de ele se atinge numai firul; firul se îndoaie numai la atingerea unui cui.

Cerință. Se cere să se determine *lungimea orbitei finale, periodice* a pendulului.

*Date de intrare***.** De pe prima linie de intrare se vor citi numărul de cuie N ($0 \le N \le 500$) şi un număr real r – lungimea firului. De pe următoarele N linii se vor citi perechea de numere (x, y), care reprezintă coordonatele unui cui distinct ($|x| < 1000$, $|y| < 1000$, $y < 0$).

Date de ieșire. Ieșirea standard va conține o singură linie cu afișarea unui singur număr real, care indică lungimea orbitei periodice finale a pendulului. Distanța parcursă de pendul până la ieșirea pe această orbită nu se ia în considerație. Răspunsul se va afișa cu exactitatea 10^{-2}.

Exemple.

Nr. caz.	***Date de intrare***	***Date de ieșire***
1	2 16.0 3 –4 -3 –4	87.66
2	1 18.0 5 –12	31.42

Rezolvarea acestei probleme implică transformarea de rotație cu unghiul α a punctului cu coordonatele (x, y) faţă de punctul cu coordonatele (x_0, y_0) diferit de originea sistemului de coordonate, care analitic se descrie astfel:

$$\begin{cases} x' = x_0 + (x - x_0)\cos\alpha - (y - y_0)\sin\alpha \\ y' = y_0 + (x - x_0)\sin\alpha + (y - y_0)\cos\alpha \end{cases}.$$

Observație. O soluție foarte originală de rezolvare a acestei probleme (care poate fi analizată în literatura de specialitate) a fost propusă de Cornel Margine în 2002 în cadrul Olimpiadei Balcanice de Informatică (Belgrad, Serbia).

Un șir de probleme de informatică inter și transdisciplinare, în a căror rezolvare se aplică trigonometria întâlnim în lucrările [5 – 7].

Concluzii

1. Abordarea STEAM în educație realmente contribuie la formarea și dezvoltarea competențelor de soluționare a problemelor practice complexe, dar, pentru cadrele didactice de științe exacte constituie o provocare. Ei sunt puși în diferite situații în care trebuie să găsească metode rapide pentru organizarea procesului instructiv în cheia conceptului menționat:

- ✓ identificarea problemelor-proiecte cu caracter trans și inter-disciplinar integrator;
- ✓ racordarea sarcinilor de rezolvare cu pre-achizițiile elevilor la câteva discipline simultan;
- ✓ cunoașterea și valorificarea dispozitivelor și instrumentelor digitale capabile să simplifice căile de atingere a rezultatelor;
- ✓ ghidarea continuă a elevilor în realizarea proiectelor și oferirea unui feedback constructiv;
- ✓ selectarea și aplicarea unei metodologii de evaluare obiectivă a activității STEAM de grup, dar și a celei individuale.

2. Implementarea STEAM trebuie să fie continuă, cu sarcini de durate diferite, pe parcursul unui modul și pe parcursul câtorva module. Se va ține cont că STEAM-ul trebuie organizat astfel, încât să îmbunătățească calitatea procesului educațional, să crească motivația intrinsecă a elevilor pentru învățarea științelor reale: matematică, fizică, informatică, chimie, biologie.

3. Competența digitală a cadrului didactic este esențială în valorificarea eficientă a metodologiilor STEAM.

4. Matematica, Informatica și Fizica sunt domenii-cheie în realizarea proiectelor STEAM, de aceea în procesul de pregătire inițială a tuturor cadrelor didactice de științe reale recomandăm includerea cursurilor din cele 3 domenii.

5. Trigonometria este un compartiment de studii care oferă o gamă largă de situații-problemă și soluții pentru proiecte STEAM.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (*concept STEAM*)*”, inclus în „Program de stat”* (2020-2023), *Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul* 20.80009.0807.20*, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare*.

Bibliografie

1. ACHIRI, Ion; BAȘ, Ludmila; BRAICOV, Andrei; ȘPUNTENCO, Olga; CABINA, Iulia; COPĂCEANU, Roman; LAȘCU, Aliona. *Matematică. Clasele V–IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare*. Chișinău: Lyceum, 2020. 180 p. ISBN 978-9975-3438-7-9.

2. ACHIRI, Ion; BAȘ, Ludmila; BRAICOV, Andrei; ȘPUNTENCO, Olga; CABINA, Iulia; COPĂCEANU, Roman; LAȘCU, Aliona. *Matematică. Clasele X–XII. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare*. Chișinău: Lyceum, 2020. 192 p. ISBN 978-9975-3438-6-2.
3. https://www.desmos.com/calculator/eqjsokzeco?lang=en
4. https://s3.amazonaws.com/desmos/Desmos_Calculator_User_Guide.pdf
5. BRAICOV, Andrei. *Turbo-Pascal. Informatica. Culegere de probleme*. Chișinău: Prut Internațional, 2005. 232 p. ISBN 9975-697-887.
6. CORLAT, Sergiu. *Algoritmi şi probleme de geometrie computațională*. Chișinău: Editura Prut Internațional, 2009. 76 p.
7. GLOBA, Angela; CORLAT, Sergiu. Didactic aspects regarding to creating test sets for competition problems. În: *Acta et Commentationes. Științe ale Educației. Revistă științifică* Nr.4(18) (2019). Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2019. p. 73-85. ISSN 1857-0623, E-ISSN 2587-3636.

CZU: 37.091.214:004

METODELE EXPERIMENTALE ÎN ȘTIINȚELE UMANISTICE, PRIN PRISMA DOCUMENTELOR DE POLITICI EDUCAȚIONALE

Andriana CERNEI, profesor de matematică și informatică
https://orcid.org/0000-0003-1129-7340
I. P. Liceul Teoretic Văratic, Rîșcani, Republica Moldova

Rezumat. Disciplina Informatica este una dintre cele mai dinamice, aflată în zona de intersecţie a domeniilor reale, tehnologiei şi ştiinţelor sociale. Astfel modernizarea curriculumului şcolar la Informatică a fost o activitate inevitabilă, care a avut drept scop racordarea educaţiei în funcţie de noile rezultate ştiinţifice, realizările în domeniul tehnologiei şi de necesităţile societăţii umane. În articolul de față se efectuează o analiză a capitolului „Metode experimentale în științele umanistice” din curriculum școlar la disciplina Informatică, ed. 2019, realizată prin prisma documentelor de politici educaționale.
Cuvinte-cheie: informatica școlară, curriculum, module la alegere, competențe, abordarea prin competențe a procesului de instruire, competențe-cheie, competența de realizare a experimentelor în științele umanistice.

EXPERIMENTAL METHODS IN THE HUMANITIES, THROUGH THE LENS OF EDUCATIONAL POLICY DOCUMENTS

Abstract. The Compute Science discipline is one of the most dynamic, located in the area of intersection of real fields, technology and social sciences. Thus, the modernization of the school curriculum in Informatics was an inevitable activity, which aimed to connect education according to the new scientific results, the achievements in the f technology and the human society needs. In this article, is realized an analysis of the chapter "Experimental methods in the humanities" from the Informatics school curriculum, ed. 2019, made through the prism of educational policy documents.
Keywords: computer science, curriculum, modules of your choice, competencies, competency-based approach to the training process, key competencies, competence of experiments in the humanities.

Introducere

Informatica (engl. Computer Science), este o disciplină dinamică în comparație cu celelalte discipline școlare, deoarece atât componentele fundamentale ale informaticii, cât şi cele aplicative au urmat o dezvoltare continuă. Astfel, a apărut necesitatea racordării curriculumului școlar la cerințele Codului Educației al Republicii Moldova (2014) și la Recomandările Parlamentului European și a Consiliului Uniunii Europene, privind competențele-cheie din perspectiva învățării pe parcursul întregii vieți (Bruxelles, 2018), corelării sistemului de competențe specifice disciplinei Informatică cu prevederile determinate de definiția modernizată a competenței școlare, formulată în Cadrul de Referință al Curriculumului Național (aprobat prin Ordinul MECC nr. 432 din 29.05.2017), prin:

- actualizarea și descongestionarea conținuturilor învechite;
- flexibilizarea curriculumului, pentru creșterea interesului și motivației elevilor pentru studiul disciplinei Informatica.

Implementarea acestuia s-a realiza treptat, după cum urmează [1], [2], [3]:

- începând cu 02.09.2019 în clasele a VII-a și a X-a (Ordinul MECC nr. 919 din 19.07.2019), iar în clasele VIII-IX și XI-XII procesul de studii s-a desfășurat conform Curriculumului la disciplina Informatică, ediția 2010, la disciplina Informatica, în linii mari, ediția 2019 a curriculumului disciplinar la Informatică urmează modelele utilizate în majoritatea țărilor cu tradiții în domeniu;
- începând cu 01.09.2020 în clasele a VII - VIII-a și a X - XI –a (Ordinul nr. 591 din 26.06.2020 al Ministerului Educației, Culturii și Cercetării) s-a realizat implementarea Curriculumului la disciplina Informatică, ediția 2019 (aprobat prin Ordinul nr. 906 din 17.07.2019 al Ministrului Educaţiei, Culturii și Cercetării) iar în clasele IX și XII procesul de studii s-a desfășurat conform Curriculumului la Informatică, ediția 2010;
- în anul de studiu 2021-2022, procesul educaţional la disciplina Informatica se va realiza în conformitate cu Planul-cadru pentru învățământul primar, gimnazial şi liceal, anul școlar 2021-2022, aprobat prin ordinul MECC nr. 200 din 26.02.2021, respectiv se va realiza implementarea Curriculumului la disciplina Informatică, ediția 2019 (aprobat prin Ordinul nr. 906 din 17.07.2019 al MECC) în toate clasele de a VII-a – a XII-a.

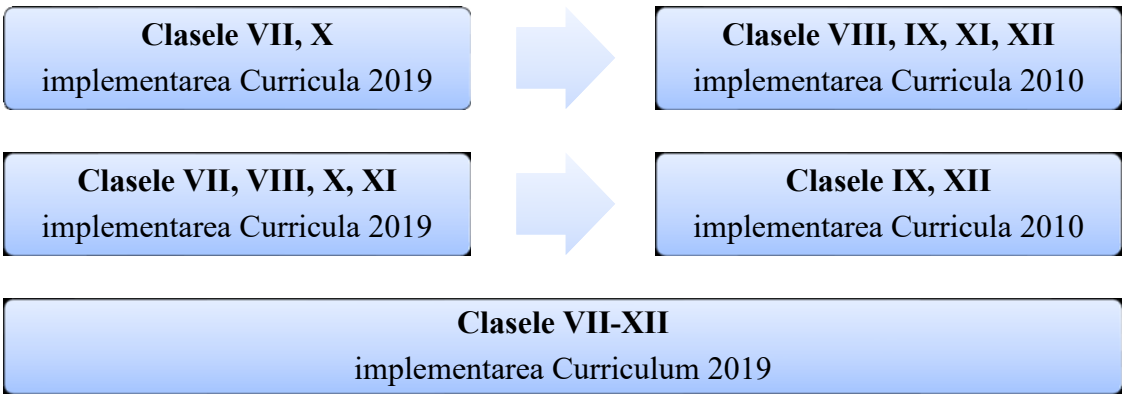


Figura 1. Implementarea curriculumului ediția 2019, în anii 2019-2021

1. Competența de realizare a experimentelor în științele umanistice

Implementarea curriculumului ediția 2019, în toate clasele care studiază disciplina informatica, s-a realizat treptat în conformitate cu figura 1. În cadrul curriculumului nou, ed. 2019, accentul se pune pe formarea și dezvoltarea competențelor orientate spre stăpânirea cunoștințelor fundamentale din Informatică: algoritmizarea și programarea, aspectele matematice ale informatici, rezolvarea de probleme, modelarea pe calculator, prelucrarea datelor experimentelor din domeniul științelor ș.a. Spre deosebire de ediția anului 2010 a curriculumului la disciplina Informatică, ediția anului 2019 este organizată pe module obligatorii și module la alegere. Astfel pentru ciclul liceal sunt propuse, următoarele module la alegere, după figura 2 [4].

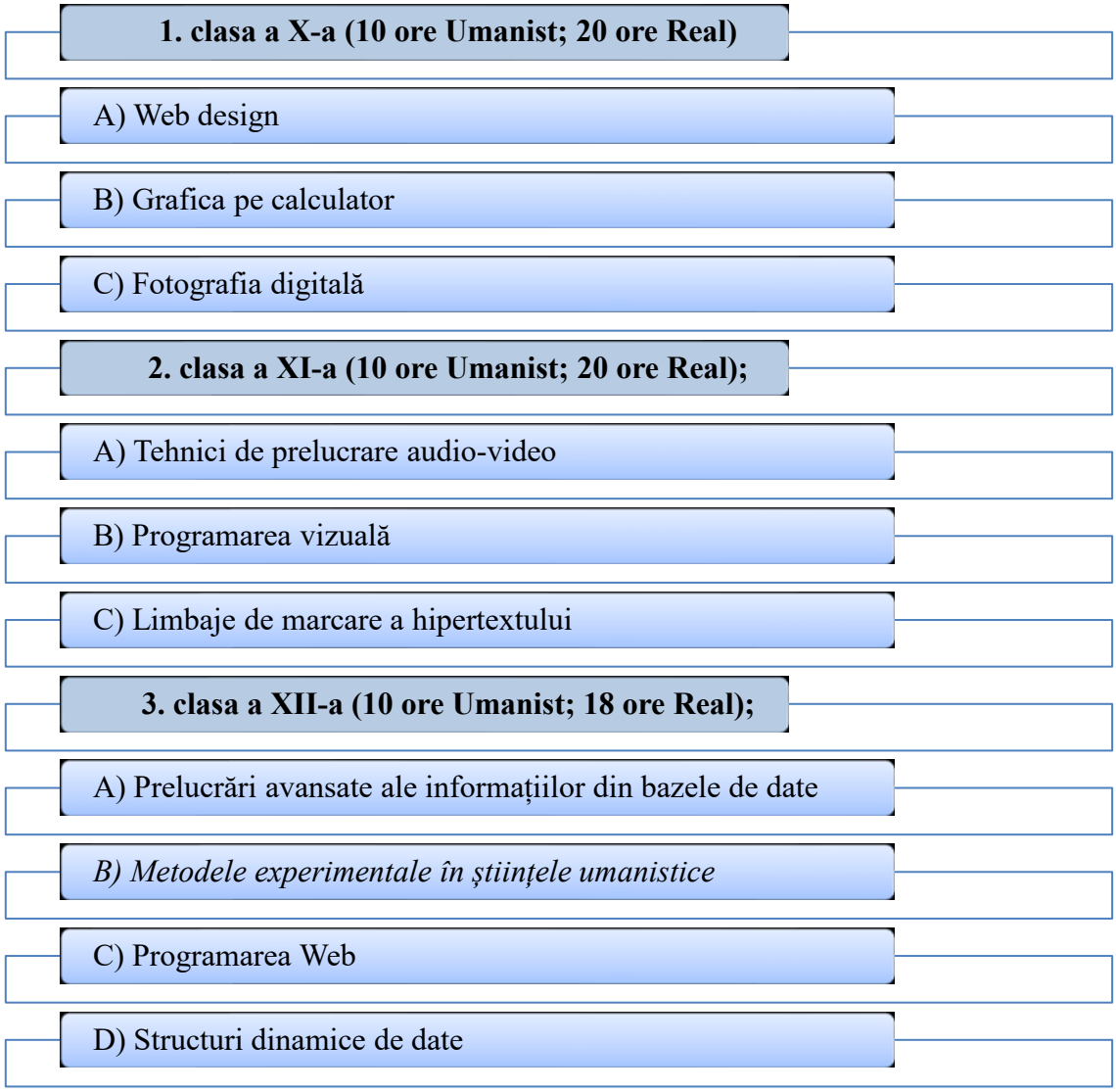


Figura 2. Structura modulelor la alegere din ciclul liceal

În cadrul curriculumului la informatică (ediția din anul 2019) a fost lărgit spectrul modulelor la alegere, unul din ele fiind „*Metodele experimentale în științele umanistice*”. Pentru implementarea acestui modul este necesară determinarea aptitudinilor elevilor (prin elaborarea instrumentului necesar), selectarea unui conținut (pe criterii clare de definire) și a unei metodologii de predare care ar asigura formarea la liceeni a competenței de realizare a competențelor de realizare a experimentelor în științele umanistice.

Dat fiind faptul că valoarea formativă a disciplinei constă în cunoașterea conceptelor de bază ale informaticii: logica, algoritmizarea, modelarea și programarea, elemente de colectare, prelucrare, păstrare sau transmitere a informației și formare a deprinderilor practice de utilizare a mijloacelor digitale pentru prelucrarea acestor informații, în contextul modulului la alegere 5B: Metodele experimentale în științele umanistice, din ciclul liceal, clasa a XII, una din premise de formare a unui elev versat este antrenarea lui în cercetarea ştiinţifică și realizarea experimentelor în științe umanistice în cadrul disciplinei.

Dacă este să vorbim în context național despre termenul de **competenţă**, acesta a intrat în uz în perioada 1996, când a demarat învăţământului, ce prevedea elaborarea unui Curriculumul Naţional la nivel de cunoştinţe, capacităţi/competenţe și atitudini.

În Ghidul de implementare a curriculumului modernizat la treapta liceală este menționat: „*termenul de capacitate a intrat în scurt timp în uz, deţinând primul loc în toate activităţile de proiectare și realizare a procesului educaţional, care avea ca finalitate o evaluare de tipul: examen de capacitate*” [6, p. 4].

Introducerea curriculumului şcolar axat pe competenţe în anul 2010 a reprezentat pentru învăţământul general din Rep. Moldova o oportunitate de inovare metodologică, „*o nouă etapă de dezvoltare curriculară, iar această dezvoltare vizează o nouă schimbare de paradigmă –trecerea de la proiectarea demersului educaţional bazat pe obiective pedagogice la cel centrat pe formarea dezvoltarea de competenţe şcolare necesare elevului*” [7, p. 9].

De problematica formării și dezvoltării competențelor în general, sau la elevi/studenți, pe plan național, s-au preocupat: V. Pâslaru [6, p. 58], V. Goraş-Postică [7; 8], V. Cabac [9, p. 96], I. Botgros și L. Franţuzan [10, p. 38; 11], N. Socoliuc și V. Cojocaru [12], T. Caraleanu și O. Cosovan [14], L. Sclifos [15], ş.a.

Sociologul român D. Gusti și sociologul francez E. Durkhein menționează că rolul experimentelor în științele umanistice este „*de îmbinat cunoștințele parțiale căpătate din diferite alte materii de învățământ și care altfel ar rămâne dezbinate în mintea elevilor*” [15].

În aceeași lucrare, este menționat că: „*fenomenele economice, juridice, psihologice, istorice, etnografice, antropice sunt în întregime sau în parte fenomene sociale, ele sunt manifestări ale societăţii, respectiv, după munca de analiză, trebuie să urmeze încercarea de sinteză și coordonare a cunoștințelor, pentru a pune în lumină adevărată caracterul de totalitate al vieții sociale, pentru a da înțelesul deplin termenilor legați de societate și de a forma în chip unitar mintea elevilor*”, aici făcându-se referire la competența de realizare a experimentelor în științele umanistice.

Prima atestare a *competenței de realizare a experimentelor în științe umanistice* o identificăm în Curriculumul la disciplina opțională Tehnologia Informaţiei şi a Comunicaţiilor, aprobat la şedinţa Consiliului Naţional pentru Curriculum, proces verbal nr.7 din 08 octombrie 2013, prin ordinul Ministerului Educaţiei nr. 1022 din 28 octombrie 2013 [16], iar mai recent în curriculum la informatică, ediția 2019, (C.S.6) *prelucrarea datelor experimentelor din domeniul științelor reale și al celor socio-umane, manifestând gândire critică, claritate și corectitudine*.

În curriculumul la disciplina opțională Tehnologia Informaţiei şi a Comunicaţiilor este menționat faptul că una din valorile formative ale disciplinei constă în formarea deprinderilor practice de elaborare a programelor de calculator destinate stocării şi prelucrării datelor experimentale, organizării unei interacţiuni eficiente între om şi calculator.

Tot în curriculum sunt detaliate competențele specifice formate la elevi în contextul disciplinei, din care (C.S.9) este *Prelucrări avansate ale datelor experimentelor din domeniul ştiinţelor reale şi cele socio-umane.*

Studierea bibliografiei propuse în curriculum nu propune nimic despre formarea aceste competențe, fiind doar niște indicații generale cu referire la cercetările experimentale ale cercetătorilor ruși B. B. Красильников și B. C. Тоискин [17], sunt propuse lucrările Статистические методы в педагогических исследованиях [18] și Metodele şi statisticile experimentale în ştiinţele umane [19] ca suport pentru conținuturile metodelor statistice de prelucrare a datelor, ș.a.

Informații referitoare la competența de realizare a experimentelor în științele umanistice nu au fost identificate încă, altfel spus cercetări la subiectul de formare a competenței de realizare a experimentelor în științele umanistice nu sunt realizate, însă problematicii formării competenței de cercetare a elevilor sunt dedicate lucrările cercetătoarei Л. Репета [20] și tezele de doctor în pedagogie a cercetătoarelor L. Franțuzan [11] și L. Sclifos [21] din Republica Moldova.

Concluzii

Competența de realizare a experimentelor în științele umanistice, identificată în curriculumul şcolar la disciplina Informatică, ediţia 2019, în contextul studierii modulelor la alegere în clasa a XII-a este o noțiune complexă, la formarea și dezvoltarea căreia vor lucra „*cot la cot*” elevul-licean și profesorul de informatică. Primul având rolul de a-şi construi cunoştinţele, care ulterior vor fi mobilizate pentru rezolvarea cu succes a situațiilor complexe propuse ce țin de domeniile sociologiei, matematicii și informaticii în contextul modulului, iar al doilea va susține crearea cunoştinţelor noi, prin predarea conținuturilor modulului, crearea situaţiilor noi, facilitarea procesului de mobilizare și integrare a noilor cunoștințe în tratarea situațiilor propuse.

În rezultat colaborarea acestor doi subiecți ai procesului instructiv-educativ, va permite formarea și dezvoltarea la elevii-liceeni a competenței de realizare a experimentelor în științele umanistice. Suntem de acord cu ideea că competențele formate la elevi nu vor coincide, ci din contra vor varia de la unul la altul, motiv fiind particularitățile individuale, însă indicatorul de bază care va confirma sau infirma formarea acestor competențe va fi cu siguranţă reușita implementării cu succes a unor proiecte în comunitățile care vor fi cercetate de elevii-liceeni.

Bibliografie

1. Repere metodologice privind organizarea procesului educațional la disciplina școlară informatică în anul de studii 2019-2020, anexă la Ordinul MECC nr. 1046 din 21 august 2019 [online]. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/14_informatica_ro_2019-2020_final.pdf (citat 17.08.2021).

2. Repere metodologice privind organizarea procesului educațional la disciplina școlară informatică în anul de studii 2020-2021, anexă la Ordinul MECC nr. 839 din 18 august 2020 [online]. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/_16_repere_metodologice_informatica_2020-2021_final_4.09.2020.pdf (citat 17.08.2021).
3. Repere metodologice privind organizarea procesului educațional la disciplina școlară informatică în anul de studii 2021-2022 [online]. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/16_informatica_repere_metodologice2021-2022_final.pdf (citat 10.11.2021).
4. Curriculumul național la disciplina școlară „Informatica", clasele X-XII. Aprobat la Consiliul Național pentru Curriculum, procesul verbal nr. 22 din 5 iulie 2019 [online]. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/informatica_curriculum_liceu_rom.pdf (citat 27.10.2020).
5. PÂSLARU, V. Competența pedagogică: definire, formare, evaluare. In: Dumbrăveanu, R. *Competențe ale pedagogilor: interpretări*. Chișinău: Continental Grup, 2014. pp. 58-94.
6. Fizică. Astronomie. Ghid de implementare a curriculumului modernizat în învăţământul liceal / Ion Botgros, Viorel Bocancea, Victor Ciuvaga [et. al.]. Ch.: Cartier, 2010 (F.E.-P. „Tipogr. Centrală"). 104 p. ISBN 978-9975-79-648-4.
7. GORAŞ-POSTICĂ, V. Formarea de competenţe profesionale în contextual actual al învăţământului superior. În: *Studia Universitatis Moldaviae*, 2013, nr. 5 (65), ISSN 2345-1025.
8. CARTOLEANU, T., COSOVAN, O., GORAŞ-POSTICĂ, V. *Formarea de competenţă prin strategii didactice interactive*, Centrul Educaţionl Prodidactica, 2008 (Combinatul poligrafic), 204 p. ISBN 978-9975-9763-4-3.
9. CABAC, V. Competența – produs al activității de învățare. In: Dumbrăveanu, R. *Competențe ale pedagogilor: interpretări*. Chișinău: Continental Grup, 2014. p. 95-155.
10. BOTGROS, I.; FRANŢUZAN, L. Competenţa profesională a cadrului didactic – condiţie decisivă în implementarea curriculumului şcolar. În: *Univers Pedagogic*, nr. 4, 2010, ISNN 1811-5470.
11. FRANŢUZAN, L. *Formarea competenței de cunoaştere ştiinţifică la liceeni în context inter/transdisciplinar*. Teză de doctor în științe pedagogice. Chișinău, 2009.
12. SOCOLIUC, N.; COJOCARU, V. *Formarea competenţelor pedagogice pentru cadrele didactice din învăţământul universitar.* Chișinău: Ed. Cartea Moldovei, 2007.
13. CARTOLEANU, T.; COSOVAN, O.; GORAŞ-POSTICĂ, V. *Formarea de competenţă prin strategii didactice interactive*. Centrul Educaţional Prodidactica, 2008. (Combinatul poligrafic), 204 p. ISBN 978-9975-9763-4-3.
14. DURKHEIM, E. *Regulile metodei sociologice.* București: Editura Științifică și Enciclopedică, 1974.

15. Curriculumul la disciplina opțională Tehnologia Informaţiei şi a Comunicaţiilor, aprobat la şedinţa Consiliului Naţional pentru Curriculum, proces verbal nr.7 din 08 octombrie 2013, prin ordinul Ministerului Educaţiei nr. 1022 din 28 octombrie 2013 [online]. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/tehnologia_informatiei_si_a_comunicatiilor_clasele_viii-xii.pdf, (citat 17.12.2020).
16. КРАСИЛЬНИКОВ, В. В.; ТОИСКИН, В. С. *Математические методы в психолого-педагогических исследованиях*. Ставрополь, 2008.
17. НОВИКОВ, Д. А. *Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи)*. Москва: МЗ-Пресс, 2004.
18. RATEAU, P. *Metodele şi statisticile experimentale în ştiinţele umane*. Iași: Polirom, 2004.
19. РЕПЕТА, Л. Формирование исследовательской компетенции учащихся. În: *General and Professional Education*, n 3, 2011. pp. 28-33.
20. SCLIFOS, L. *Repere psihopedagogice ale formării competenței investigaționale la liceeni*. Teză de doctor în științe pedagogice. Chișinău, 2007.

CZU: 37.022

PRINCIPII ȘI REPERE PEDAGOGICE ALE EDUCAȚIEI STEM

Tatiana CHIRIAC, doctor, conferențiar universitar
Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale
https://orcid.org/0000-0002-6122-1937

Rezumat. În această lucrare sunt abordate subiecte privind avantajele, principiile și aspectele pedagogice ale educației STEM. Autorul specifică conținuturi generalizate despre elementele pedagogice esențiale, utile pentru a ajuta cadrul didactic să înțeleagă complexitatea domeniului STEM. Modelul integrat STEM, derivat din literatura de specialitate, generalizează aceste principii, evidențiind nevoia pentru formarea profesorilor STEM și implementarea educației STEM în conținuturile curriculare școlare.
În prezent, carierele legate de STEM sunt unele dintre cele mai răspândite și au adesea cel mai mare potențial de creare a locurilor de muncă. În acest sens, este important ca școlile să aibă profesori experți în STEM (cadre didactice de chimie, biologie, fizică, informatică, inginerie, matematică sau orice alt domeniu STEM), care să poată aplica tehnologia educației în subiectele STEM. Se cunoaște că activitățile STEM reprezintă o amalgamare a experiențelor de viață, și profesorii urmează să dezvolte scenarii didactice în acord cu finalitățile educaționale în învățarea noilor concepte din perspective valoroase pentru curriculum și instruire.
Cuvinte cheie: educație STEM, principii pedagogice STEM, model integrat STEM.

PRINCIPLES AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF STEM EDUCATION

Abstract. This paper analyzes the topics regarding the advantages, principles, and methodological aspects of STEM education. The author specifies general content about the essential pedagogical elements, useful to help the teacher understand the complexity of the STEM field. The integrated STEM model, derived from the specialized literature, concludes these principles, highlighting the need for the training of STEM teachers and implementing STEM education in school curriculum contents.
Today, STEM careers are some of the most widespread and often have the greatest potential for job extension. In this regard, it is important for schools to have STEM expert teachers (chemistry, biology, physics, computer science, engineering, mathematics or any other STEM theme), who can fit education technology to STEM subjects. STEM activities are known to be an amalgamation of life experiences, and teachers should develop teaching scenarios in accordance with educational purposes in learning new concepts from valuable perspectives for curriculum and training.
Keywords: STEM education, STEM pedagogical principles, integrated STEM model.

1. Ce este educația STEM? Avantajele implementării conceptului STEM în educația modernă

Educația din secolul 21, axată pe necesitățile forței de muncă, urmărește formarea cunoștințelor și abilităților prin înțelegerea științelor mediului și a altor discipline, capacitatea de a rezolva probleme integrate și capacitatea de a comunica idei complexe unui public larg. Sprijinirea acestor abilități critice va necesita un nou set de oportunități de învățare. Pentru a ajuta elevii să stăpânească conținutul, profesorul trebuie să creeze medii de învățare care prezintă probleme provocatoare, astfel încât să își poată demonstra cunoștințele prin aplicație.

Este cunoscut faptul că liderii progresului global sunt acele țări care sunt capabile să creeze tehnologii avansate și pe baza lor să-și formeze propria direcție de producție a

bunurilor necesare existenței și dezvoltării societății. În acest sens, societatea contemporană înaintează sarcini dificile pentru educație: procesul de cunoaștere trebuie să fie aplicabil în diverse domenii, iar procesul de învățare trebuie să fie cât mai interesant și motivant, axat pe formarea competențelor indispensabile în viitorul copilului. Profesorii înșiși ar trebui să posede cunoștințe moderne, să înțeleagă procesul tehnologic exact în modul în care munca este organizată la întreprinderile de frunte, liderii tehnologici în industriile lor. De aceea sistemul educațional național urmează actual implementarea noilor provocări și abordări STEM în curriculum, într-un context interdisciplinar și aplicat, care ar putea reînvia interesul pentru studierea științelor, tehnologiei, ingineriei și matematicii, discipline absolut necesare pentru crearea oportunităților pe piața forței de muncă.

STEM (știință, tehnologie, inginerie și matematică) este un termen utilizat frecvent la definirea unei metodologii în educație și alegerea unui curriculum care se bazează pe aplicarea interconectată și practică a celor patru domenii într-un singur sistem de formare, abordând o paradigmă de învățare coezivă bazată pe aplicații din lumea reală. Termenul actualizat STEAM este folosit tot mai des în ultimul timp și adaugă la direcția principală STEM – arta (A – arts) în sensul larg al acestui cuvânt. STEAM subliniază astfel importanța creativității și artei în tehnologiile inovatoare moderne.

Conform enciclopediei Britannica [1], acronimul STEM a fost introdus în 2001 de Fundația Națională de Știință (NSF) din S.U.A. Organizația folosea anterior acronimul SMET pentru abrevierea acestor discipline, însă Judith Ramaley, directorul adjunct al educației și resurselor umane NSF, a rearanjat cuvintele pentru a forma acronimul STEM.

În urma publicării mai multor rapoarte cheie din S.U.A. [2], care au scos în evidență necesitatea dezvoltării locurilor de muncă dependente de știință și tehnologie, disciplinele științelor, tehnologiei, ingineriei și matematicii au devenit tot mai integrate în programele școlare.

Actual, conceptul STEM și curriculumul axat pe STEM a fost extins în mai multe țări dezvoltate economic, precum Australia, Marea Britanie, Canada, Finlanda, China, Franța, Coreea de Sud și altele.

Termenul „educație STEM” se referă la predarea și învățarea în domeniile științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii. De obicei include activități educaționale la toate nivelurile de clasă, atât în setări formale (de exemplu, săli de clasă), cât și informale (de exemplu, programe după școală). Educația STEM urmărește să aplice în practică cunoștințele teoretice obținute, contribuie la creșterea competitivității în dezvoltarea științei și tehnologiei și este implicată în dezvoltarea forței de muncă pe baza experienței organizate actual la întreprinderile de top. În majoritatea țărilor dezvoltate, educația STEM începe din învățământul primar și/sau secundar, ceea ce contribuie la dezvoltarea unui mediu competitiv în liceu, astfel încât tot mai mulți elevi aleg direcțiile STEM pentru viitoarea lor profesie [ib.].

Educația STEM a devenit foarte populară în mai multe țări ale lumii datorită avantajelor sale, promovate prin repere pedagogice precum [3, 4]:

- *Promovează învățarea integrată axată pe „subiecte/teme", mai degrabă decât pe discipline* – în acest sens, educația STEM reprezintă o abordare interdisciplinară, baza căreia este integrarea științelor în tehnologie, inginerie și matematică. STEM oferă o excelentă transformare a curriculum-ului și elimină predarea disciplinelor ca fiind independente și abstracte.

- *Aplică cunoștințele științifice și tehnice în viața reală* - cu ajutorul activităților practice, educația STEM demonstrează cum pot fi integrate cunoștințele teoretice în viața reală. La lecțiile STEM elevii învață să proiecteze și să dezvolte prototipuri ale unor produse reale din industria modernă (de exemplu, elevii care construiesc o rachetă fac cunoștință cu concepte precum unghiul de lansare a obiectului în spațiu, presiunea atmosferică, tracțiunea, traiectoria, axele coordonate etc.).

- *Promovează ingeniozitatea și creativitatea* – se cunoaște că educația STEM se bazează pe idei și inovații. Fără ingeniozitate și creativitate, evoluțiile recente ale inteligenței artificiale sau ale învățării digitale nu ar fi posibile. Un proiect STEM constă din câteva etape: sarcina/problema, analiza, proiectarea, dezvoltarea și testarea produsului. La rândul său, utilizarea combinată a diverselor oportunități stă la baza creativității și inovării. Astfel, aplicarea creativă a științei și tehnologiei pot contribui la dezvoltarea și implementarea multor proiecte inovatoare.

- *Dezvoltă gândirea critică și abilități de rezolvare a problemelor* – educația STEM contribuie la formarea gândirii critice și abilităților de rezolvare a problemelor la elevi cu scopul de a depăși dificultățile cu care viitorii specialiști se pot confrunta în viață. De exemplu, elevii construiesc mașini de viteză, apoi le testează. După prima testare vor analiza de ce mașina lor nu a ajuns prima pe linia de sosire sau nu a ajuns deloc, astfel vor rezolva probleme de design, aerodinamică, puterea lansării etc.

- *Încurajează experimentul* - fără asumare de riscuri și acțiuni de a experimenta, multe dintre progresele tehnologice nu ar fi fost posibile. De aceea inițiativele de tipul „să încercăm și să vedem" trebuie încurajate în învățarea STEM. Elevii trebuie să experimenteze și să își asume riscuri în timpul activităților de învățare.

- *Încurajează lucrul în echipă și comunicarea activă* – elevii cu diferite cunoștințe și abilități pot lucra în echipe pentru a soluționa împreună probleme (să înregistreze date, să scrie rapoarte, să elaboreze prezentări și alte sarcini). Rezultatul este promovarea colaborării într-un mediu orientat pe echipă, dezvoltarea abilităților de comunicare și de expunere liberă a ideilor.

- *Încurajează utilizarea tehnologiei* – în educația STEM elevii își formează abilități pe care le pot utiliza în lumea reală. Acest lucru îi motivează pe elevi să învețe, deoarece știu că abilitățile pe care le dobândesc pot fi utilizate atunci când vor intra în câmpul muncii. Mai mult, se poate menționa că pe parcursul lecțiilor STEM elevii se implică în sarcini autentice și experiențe extra-curriculare, integrate în baza mai multor discipline prin curriculumul de

bază, ceea ce oferă elevilor posibilitatea de aşi forma abilităţi şi experienţe pentru a aplica şi înţelege contextul lumii reale.

Având în vedere sarcinile STEM în curriculum naţional [5], participarea unor licee şi activităţile profesorilor şi elevilor realizate în cadrul proiectelor, cum ar fi proiectul din cadrul Programului de Stat (2020-2023) „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a ştiinţelor reale în sistemul de educaţie din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarităţii (concept STEAM) [6], proiectul-pilot *Clasa Viitorului*, platforma *WIN Moldova* (https://winmoldova.md/about-us/), atelierul *STEM Discovery Week* (http://www.eun.org/news/stem-discovery-week-2018), STEM beneficiază de studierea legăturilor între conceptele specifice ale ştiinţei, tehnologiei, ingineriei şi matematicii, permiţând o mai bună înţelegere şi aprofundare a cunoştinţelor dobândite în lumea reală.

2. Principii fundamentale ale educaţiei STEM

O bună educaţie STEM înseamnă a ajuta elevii să înţeleagă lumea în care trăim şi muncim cu toţii. Pentru aceasta profesorul se va concentra pe conţinutul şi abilităţile care trebuie dezvoltate şi va alege strategii care să-i ajute pe elevi să înţeleagă profund şi interconectat disciplinele STEM. Aceste aspecte ale învăţării necesită ca profesorul să-şi asume riscuri, proiectând activităţi educaţionale predate din perspective diverse şi bazate pe fapte din viaţa de zi cu zi [7].

Pentru a stimula implicarea elevilor şi a îmbunătăţi educaţia STEM, profesorul va urmări implementarea metodelor didactice precum *învăţarea bazată pe cercetare*, *învăţarea bazată pe probleme* sau *învăţarea bazată pe proiecte*. Un cadru didactic ar putea dezvolta activităţi, lecţii şi/sau unităţi de învăţare care îi va provoca pe elevi să rezolve sarcini, muncind să caute soluţii, ceea ce necesită o gândire profundă în analiza problemelor din lumea reală. Întrebările care pot fi adresate, ca parte a unui curriculum riguros, vor servi drept punctul de pornire pentru învăţarea matematicii, ştiinţelor, tehnologiilor şi altor discipline. Astfel, înrădăcinarea conţinutului şi a proceselor curriculare în lumea reală le va oferi elevilor „nevoia de a cunoaşte” şi îi va ţine implicaţi să înveţe conţinut semnificativ, încât să poată accesa cursuri la nivel superior pe măsură ce progresează de la un nivel de studii la altul.

Dezvoltarea lecţiilor STEM este o acţiune laborioasă, care, pentru cele mai bune rezultate, necesită echipe interdisciplinare formate din profesori de diferite discipline, cât şi pot fi cooptaţi şi inginerii. Modul în care profesorul organizează informaţia influenţează modul în care elevii învaţă, realizează conexiuni între cunoştinţe şi aplică cunoştinţele pentru regăsire, recuperare şi utilizare ulterioară în noi contexte de învăţare. Când începem o abordare STEM în curriculumul unei discipline, primul lucru care trebuie să se întâmple este planificarea lecţiei/lecţiilor şi a activităţilor. Cel mai important este integrarea şi reunirea tuturor disciplinelor pentru a preda în ansamblu noţiunile şi a pune în practică competenţele căpătate. Pentru a-şi dezvolta fluenţă în activităţile STEM, elevii trebuie să dobândească abilităţi complexe, să practice integrarea acestora şi să ştie când să aplice ceea ce au învăţat.

Astfel, STEM imersează elevii în procesul de aplicare și integrare a științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii. Practica orientată către finalitățile de învățare, combinată cu feedback-ul eficient, îmbunătățește calitatea învățării. STEM oferă elevilor o provocare specifică de proiectare și feedback continuu din partea colegilor și profesorilor. Pentru a deveni autodidacți, elevii trebuie să învețe să-și asume responsabilitatea, să-și monitorizeze și să-și regleze activitățile de proiectare în cadrul unui grup.

Autoarea Crouch [8] specifică șapte principii ale educației STEM, aplicarea cărora va oferi cadrului didactic mai multă siguranță în planificarea unei lecții STEM, fără a avea un impact negativ asupra capacității elevilor de a realiza sarcinile din cadrul lecțiilor. Acestea sunt:

1. Utilizarea strategiilor instrucționale care implică elevii. Pentru a învăța STEM în mod eficient, profesorul trebuie să implice elevii cu proiecte tactile, de rezolvare a problemelor, care le necesită aplicarea cunoștințelor dobândite în clasă.

2. Abordarea întrebării „Voi folosi vreodată acest lucru?” Această întrebare comună este auzită de nenumărate ori de-a lungul carierei unui profesor și este foarte important răspunsul unui profesor care ar putea schimba oportunitățile de viitor ale unui elev. Când elevii înțeleg în care scenarii vor putea folosi un concept, devin mai interesați de acesta. De aceea este nevoie să informăm permanent elevii despre noile locuri de muncă din domeniul STEM.

3. Conectarea conceptelor abstracte STEM la lucrurile ușor de înțeles. Pe măsură ce elevii trec de la o treaptă școlară la alta, interesul lor pentru temele STEM poate să scadă. Pentru a menține interesul elevilor pentru STEM, profesorul ar fi bine să folosească o abordare treptată de predare, în care elevii integrează informații necunoscute cu informațiile pe care le-au învățat la o treaptă școlară anterioară.

4. Modelarea atitudinii pozitive față de învățarea STEM și încurajarea părinților să facă același lucru. Acesta poate fi unul dintre principiile cele mai dificile ale educației STEM, deoarece implică schimbarea atitudinii părinților. Cadrul didactic va trebui să modeleze atitudini pozitive față de subiecții STEM. Cele mai bune rezultate se constată atunci când profesorul își împărtășește experiența despre momentul în care sa confruntat cu un subiect STEM și despre cum a folosit abilitățile STEM în viața reală. Profesorul poate analiza cu părinții despre educația STEM prin e-mailuri, buletine informative sau canale de social media, subliniind în același timp importanța modelării atitudinilor pozitive față de educație.

5. A fi la curent cu programa și tehnologia STEM. Educația STEM nu va fi eficientă dacă profesorul însăși nu va fi la curent cu tendințele actuale ale curriculum-ului, tehnologiei și educației la general.

6. Integrarea trans-disciplinară. După cum sa menționat, conectarea noilor concepte la cunoștințele învățate anterior este esențială pentru elevi în educația STEM. Aceste conexiuni sunt importante, totodată sunt importante și legăturile între diverse discipline.

7. Învățarea pe tot parcursul vieții. Pentru a promova importanța educației în rândul elevilor, profesorul trebuie să conștientizeze necesitatea continuării activităților sale academice pe tot parcursul vieții.

Respectarea acestor principii ale educației STEM aduce mai multă organizare într-o sală de clasă atât pentru elevi, cât și pentru cadrul didactic. Aplicarea acestor orientări sporește experiența școlară și oferă elevilor standarde educaționale de calitate în formarea lor academică, după cum menționează autoarea [8].

În linii generale, există multe beneficii referitor la utilizarea educației STEM. Un subiect integrat prin elaborarea unui proiect STEM oferă oportunități pentru experiențe mai relevante și mai puțin fragmentate și abstracte.

Educația STEM poate fi analizată într-o abordare multidisciplinară, cât și interdisciplinară. Prin *abordarea multidisciplinară* conceptele și abilitățile specifice subiectului sunt învățate separat în fiecare disciplină, iar elevii urmează să conecteze conținutul, predat în clase diferite, pe cont propriu. O *abordare interdisciplinară* începe cu o problemă din lumea reală și se concentrează pe conținut și abilități cum ar fi gândirea critică și rezolvarea problemelor. *Curriculum integrat*, pe de altă parte, asimilează în mod explicit concepte din mai multe discipline și oferă o atenție egală la două sau mai multe discipline; *integrarea conținutului* se concentrează pe fuzionarea disciplinelor într-o singură activitate curriculară sau unitate pentru a evidenția idei de bază din mai multe domenii, în timp ce *integrarea contextului* se concentrează pe conținutul unei discipline și folosește contexte din alte discipline pentru a realiza conținutul mai relevant, în opinia autorilor din sursa [9].

Totodată, implementarea acestei noi strategii instructive se confruntă cu mai multe provocări. În primul rând, implementarea unei abordări STEM, integrate într-o disciplină, necesită o restructurare profundă a lecțiilor. În al doilea rând, educația STEM necesită adesea numeroase materiale și resurse pentru elevi, precum instrumente și materiale de construcție (de exemplu, dispozitive de măsurare, ferăstraie și ciocane, lemn, stofă, clei, carton, etc.), materiale electronice (de exemplu, calculatoare, proiector, kit-uri robotice). Prin urmare, crearea unei experiențe școlare și a unui mediu care să susțină o abordare integrată STEM pentru predare și învățare poate fi costisitoare și consumă mult. Mai mult, pentru a implementa eficient educația STEM integrat, profesorul trebuie să aibă cunoștințe profunde despre conținutul științei, tehnologiei, ingineriei și matematicii, cât și cunoștințe specializate despre metodologia predării conținuturilor STEM.

În Republica Moldova, actual există câteva programe de studii universitare care oferă conexiuni interdisciplinare și practici în domeniul STEM dezvoltate în cadrul următoarelor programe de studii master la Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”: *Fizica modernă și tehnologii formative*, *Biologie aplicată, Chimie contemporană și tehnologii educaționale, Geografia mediului înconjurător, Tehnologii Informaționale în Instruire*. Însă, educația STEM rămâne în continuare un domeniu în explorare. De asemenea, o altă provocare majoră pentru implementarea educației STEM naționale este lipsa unei idei generale cu privire la

modul de învățare și predare integrată STEM. În ultimii ani, în legătură cu desfășurarea proiectului „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM) (https://ancd.gov.md/sites/default/files/document/attachments/Rezumate%20proiecte%20site.pdf) și proiectului-pilot *Clasa Viitorului* (https://www.clasaviitorului.md/), mai mulți profesori au partajat informații despre unitățile de învățare pentru STEM integrat pe care le-au proiectat individual. Cu toate acestea, mulți profesori continuă să raporteze necesitatea pregătirii minuțioase în scopul aplicării STEM cu elevii lor în clasă.

3. Modelul integrat STEM/STEAM

Activitățile educaționale STEM, specificate în curriculum național 2019 din Republica Moldova (https://mecc.gov.md/ro/content/invatamint-general), se bazează pe principiul de integrare a cunoștințelor din diverse programe de învățare pentru rezolvarea problemelor din lumea reală. Obiectivul general referitor la abordarea STEM în programele de învățământ, aria curriculară *Matematica și Științe*, este satisfacerea nevoii de a ajuta elevii să recunoască și să identifice diferite moduri prin care conținutul materiei predate prin diferite discipline funcționează pentru a înțelege lumea înconjurătoare (de exemplu, proiecte STEM/STEAM: „Măsurarea temperaturii", „Unități de măsură", „Forțe în natură și tehnică", „Sculpturi din plante", „Arborele genealogic al familiei pe baza unui caracter ereditar", etc.) [10, 11]. În contextul curriculum-ului modernizat 2019, elevii continuă să învețe materialele necesare în cursurile respective, construindu-și o bază puternică atât de cunoștințe, cât și de abilități. În mijlocul acestei învățări, poate apărea oportunitatea de a învăța, oferindu-le elevilor o provocare din lumea reală într-un context de învățare integrat STEM/STEAM. Prin aceste oportunități, elevii vor fi stimulați să combine diferite cunoștințe și abilități pe care le-au învățat în cadrul diferitor discipline pentru a rezolva problema. Aceste oportunități pot varia în funcție de dimensiunea conținutului, de cunoștințele și abilitățile elevilor, cât și ar putea varia de la activități simple, în cadrul unor lecții simple, până la proiecte STEM mari, care durează câteva săptămâni sau chiar o perioadă mai mare. Scopul proiectelor STEM este să ofere elevilor o experiență de învățare care să aplice competențele în activități de învățare interconectate și coerente, în scopul de a rezolva o problemă.

În scopul proiectării și implementării de succes a unui proiect STEM, cadrul didactic urmează să asigure atingerea finalităților educaționale, respectând următoarele repere metodologice [12]:

1. De ce elevii au nevoie de lecții STEM? Care este valoare adăugată a lecțiilor STEM?
2. Ce trebuie să învețe elevii la lecțiile STEM?
3. Cum vom implica elevii în învățare prin metode de cercetare și învățare practică?
4. Ce competențe axate pe „abilitățile secolului 21" sunt incluse în lecțiile STEM?
5. De ce cunoștințe și abilități este nevoie pentru a realiza lecțiile STEM?
6. Cum vom aduna date despre eficacitatea lecțiilor STEM?

7. Sunt descrise scenariile pedagogice ale lecțiilor STEM astfel încât alți profesori să le poată înțelege și reproduce?
8. Avem condițiile și sprijinul în vigoare pentru lecțiile STEM pe care le planificăm?

Activitățile sau proiectele STEM trebuie introduse numai după ce elevii au dobândit cunoștințele necesare în anumite domenii. Această pregătire ar putea avea loc pe parcursul unui termen la un singur sau câteva nivele de clasă conform autorilor [13]. De exemplu, cunoștințele despre operațiile matematice și unitățile de măsură sunt necesare pentru a face calcule simple cu unitățile de măsură, în acest fel se pun bazele cunoștințelor și abilităților despre rezolvarea ecuațiilor de măsurare simple. La rândul său, cunoașterea unor calcule simple de măsurare ar permite elevilor să afle cum se poate măsura viteza și distanța. Acest lucru poate fi apoi combinat cu subiecte științifice, cum ar fi forța, masa, fricțiunea, puterea și proprietățile materialelor. În final, tematicile despre dezvoltările tehnologice și utilizarea instrumentelor moderne poate să creeze o oportunitate de învățare în care elevii trebuie să proiecteze și să construiască un model de mașină eficientă din punct de vedere energetic. Cel mai important, elevii vor putea vedea conexiunile dintre diferite domenii de studiu în mod vizibil și practic, în timp ce își folosesc cunoștințele pentru a analiza și a pune la dispoziție o soluție, și abilitățile matematice pe măsură ce fac calcule exacte. Totodată, de-a lungul procesului de lucru în proiectul STEM, elevii își vor exersa abilitățile de comunicare și de lucru în echipă, și vor învăța cum să soluționeze dezacordurile în grupul de elevi.

Programele bazate pe proiecte STEM/STEAM adoptă o abordare integrată a învățării și predării, care necesită o legătură intenționată între obiectivele de învățare curriculară, standarde, evaluări și proiectarea/implementarea lecției. Abordările transdisciplinare ale educației STEM sunt cele care dezvoltă capacități de inovare, creativitate și rezolvare de probleme și, de asemenea, generează un mediu de învățare echitabil, care activează implicarea și încrederea elevilor și ajută toți elevii să-și atingă scopul de învățare.

În consecință, abordările de învățare bazate pe probleme au fost recomandate în literatura de specialitate ca modele adecvate pentru educația STEM [9, 13]. Aceste modele își propun să activeze implicarea elevilor – să stârnească curiozitate, să încurajeze munca în jurul problemelor autentice, reale, să onoreze alegerea elevului, să sublinieze importanța metacogniției și reflecției ca componente integrante ale învățării și construirii cunoștințelor, etc.

Modelul integrat STEM, discutat în continuare (figura 1), poate servi drept punct de plecare pentru ca cadrul didactic să aibă succes în facilitarea învățării elevilor în proiecte integrate STEM. În acord cu sursa [14], educația STEM poate fi abordată printr-un cadru care include *obiective*, *natura și scopul integrării*, *rezultate și procesul de implementare*. Modelul încurajează delimitarea obiectivelor pentru elevi și profesori, realizarea programelor de studiu STEM, înțelegerea naturii unei abordări integrate, obținerea sprijinului pentru succesul proiectelor STEM, proiectarea mediului educațional interdisciplinar, formarea echipelor interdisciplinare de profesori atât în contexte formale, cât și în afara școlilor.

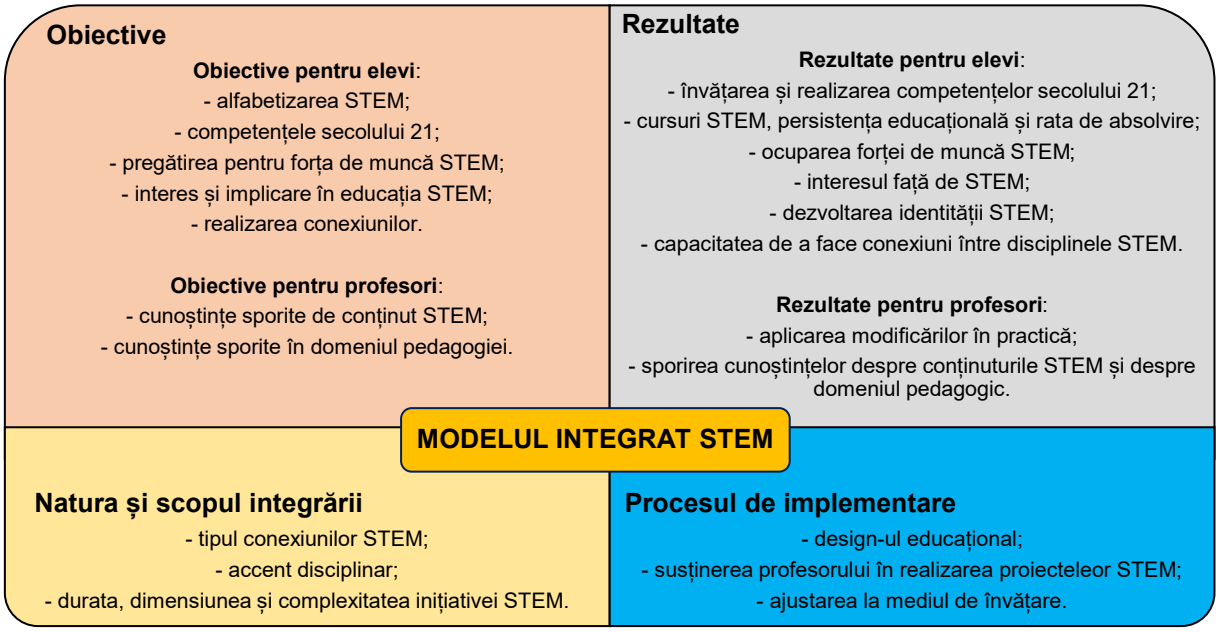


Figura 1. Modelul integrat, educația STEM, sursa [13]

Pentru a proiecta și implementa proiecte / lecții /unități STEM, profesorul urmează:

- să analizeze și să cunoască nevoile și interesele elevilor - educația STEM trebuie să inclusă toți elevii;
- să dezvolte secvențe integrate pentru proiectul STEM;
- să selecteze concepte, idei sau subiecte, care vor fi conectate la un context STEM adecvat;
- să proiecteze sarcinii comune pentru elevi și să realizeze evaluarea în cadrul proiectului STEM pentru ca elevii să demonstreze învățarea;
- să evidențieze abilitățile pe care elevii le vor solicita pentru a avea succes în activitatea de proiect, urmărind finalitățile educaționale;
- să planifice sarcinii comune pentru elevi, aplicând criterii de calitate și itemi de control expliciți;
- să planifice strategii de predare și învățare pentru predarea anumitor abilități necesare proiectului STEM.

În linii generale, știința, tehnologia, ingineria și matematica sunt elemente cheie fundamentale într-un sistem educațional modern. Îmbogățirea curriculumul-ui național 2019 cu activități inovatoare STEM/STEAM are ca scop sprijinirea personalului școlar cu o abordare nouă și interdisciplinară de predare, oferind experiența de învățare din practică.

Înțelegerea, precum, și atitudinea pozitivă a profesorilor față de educația STEM, sunt esențiale pentru implementarea STEM în programele școlare. Creșterea gradului de conștientizare a cadrelor didactice despre importanța activităților legate de STEM în cursurile lor este una dintre provocările esențiale ale curriculumului național modernizat 2019. Încă lipsesc exemple și cercetări care dovedesc implementarea eficientă a educației STEM în țara

noastră. Așadar, această lucrare solicită analize suplimentare și studii de caz pentru a oferi exemple care descriu situația actuală în domeniul STEM.

4. Concluzii

Scopul fundamental al oricărei experiențe educaționale este de a îndruma instruitul spre realizarea unui rezultat de învățare, fie el cognitiv, comportamental sau fie o combinație a ambelor. În educația STEM, aceasta se rezumă la aceea ce elevii ar trebui „*să cunoască și să poată aplica*”. Implementarea acestor rezultate de învățare în educația STEM sunt asociate nu numai ca metodă de predare a conținutului unui subiect, ci și ca metodă de abordare a practicii. Scopul principal al educației STEM este de a preda conținuturi și practici inerente de știință, tehnologie, inginerie și matematică. Modelul integrat STEM reprezintă un cadru pedagogic, destinat utilizării ca îndrumar pragmatic pentru implementarea în clasă a educației STEM integrate. De asemenea, este nevoie de mai multe cercetări pentru a sprijini dezvoltarea educației STEM în Moldova.

Bibliografie

1. HALLINEN, J. STEM Education Curriculum. În: *Encyclopedia Britannica*. URL: https://www.britannica.com/topic/STEM-education (accesat 10.09.2022).
2. GONZALEZ, H.B.; KUENZI, J.J. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer, 2012. URL: https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf (accesat 12.09.2019).
3. AZIZOV, R. Образование нового поколения: 10 преимуществ STEM образования, 2015. URL: https://www.linkedin.com/pulse/образование-нового-поколения-10-преимуществ-stem-rufat-azizov (accesat 12.09.2022).
4. LYNCH, M. 7 Benefits Of Stem Education. In: *the Edvocate*, 2019. URL: https://www.theedadvocate.org/7-benefits-of-stem-education/ (accesat 14.09.2022).
5. Curriculum 2019, învățământ general, Ministerul Educației, Culturii și Cercetării din Republica Moldova. URL: https://mecc.gov.md/ro/content/invatamint-general (accesat 15.08.2022).
6. CHIRIAC, L. Evoluţii şi tendinţe în studierea ştiinţelor reale în Republica Moldova. În: *International Symposium "Actual Problems of Mathematics and Informatics" dedicated to the 90th birthday of professor Ion Valuţă*. November 27-28, 2020. Chişinău, Moldova. URL: http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/16089/Int_Simp_SIPAMI_2020_p29_34.pdf?sequence=1&isAllowed=y (accesat 24.09.2022).
7. MELCU, C. De ce educație STEM? În: *EDICT – Revista educației*, 2018. ISSN 1582 – 909X. URL: https://edict.ro/de-ce-educatie-stem/ (accesat 24.09.2022).
8. CROUCH, D. Ensure Quality by Following the 7 Principles of STEM Education. In: *StemJobs*, 11 oct 2017. URL: https://edu.stemjobs.com/7-principles-of-stem-education/ (accesat 28.09.2019).

9. THIBAUT, L. et al. Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. În: *European Journal of STEM Education*, 2018, 3(1), 02 ISSN: 2468-4368. Retrieved from URL: https://www.researchgate.net/publication/324878162_Integrated_STEM_Education_A_Systematic_Review_of_Instructional_Practices_in_Secondary_Education (accesat 25.09.2022).
10. Curriculum național. Aria curriculară Matematică și Științe. Disciplina fizică, Clasele VI – IX. Chișinău, 2019. URL: https://mecc.gov.md/sites/default/files/fizica_curriculum_gimnaziu_rom.pdf (accesat 17.09.2019).
11. Curriculum național. Aria curriculară Matematică și Științe. Disciplina biologie, Clasele VI – IX. Chișinău, 2019. URL: https://mecc.gov.md/sites/default/files/biologie_curriculum_gimnaziu_rom.pdf (accesat 17.09.2019).
12. JOLLY, A. How to Plan STEM Curriculum. În: *MiddleWeb Blog*, 2012. URL: https://www.middleweb.com/3976/how-to-plan-stem-lessons/ (accesat 23.09.2022).
13. HUDSON, P. et al. Exploring Links between Pedagogical Knowledge Practices and Student Outcomes in STEM Education for Primary Schools. În: *Australian Journal of Teacher Education*, Volume 40 | Issue 6, 2015. URL: https://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2704&context=ajte (accesat 22.09.2022).
14. STEM Learning Is Everywhere: Summary of a Convocation on Building Learning Systems. Chapter: 3 Achieving the Vision, 2014. URL: https://www.nap.edu/read/18818/chapter/4 (accesat 28.09.2022).

CZU: 512+004:378.147

METODOLOGIA IMPLEMENTĂRII IZOTOPIILOR DE GRUPOIZI LA CRIPTAREA / DECRIPTAREA TEXTELOR

Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.
https://orcid.org/0000-0002-5786-5828
Aureliu DANILOV, doctorand
https://orcid.org/0000-0002-1655-0168
Universitatea de Stat Tiraspol/Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. Autorii propun un algoritm criptografic bazat pe noțiunile din algebra abstractă izotopii de grupoizi, izomorfism, substituție, substituție identică și inversă, folosind interconexiunea dintre disciplinele Algebră – Algoritmică – Informatică (programare). Este descris pe etape realizarea algoritmului criptografic cu aplicarea izotopilor de grupoizi în formă generală.
Cuvinte cheie: grupoid, izotopism, substituții, criptografie.

THE METHODOLOGY OF THE IMPLEMENTATION OF GROUPOID ISOTOPES IN THE ENCRYPTION / DECRYPTION OF TEXTS

Abstract. The authors propose a cryptographic algorithm based on the notions of abstract algebra isotopes of groupoids, isomorphism, substitution, identical and inverse substitution, using the interconnection between the disciplines of Algebra – Algorithmic – Computer Science (programming). The realization of the cryptographic algorithm with the application of groupoid isotopes in general form is described step by step.
Keywords: groupoid, isotopism, substitutions, cryptography.

1. Introducere

Utilizarea inspirată a noțiunilor, conceptelor și afirmațiilor din algebra abstractă în informatică întotdeauna generează viziuni și abordări inedite care permit elaborarea și dezvoltarea unor compartimente interesante și algoritmi noi. În articolul respectiv este arătată o metodă relativ nouă de aplicare a izotopilor de grupoizi în procesul de criptare/decriptare a textelor. În acest scop, în procesul de predare a cursului ”Structuri algebrice pe calculator” studenții sunt familiarizați cu cele mai importante noțiuni și concepte din algebra abstractă care se utilizează în diverse compartimente ale informaticii, inclusiv în criptografie. Mai jos vom explica noțiunile utilizate la elaborarea Algoritmului criptografic prin intermediul izotopiilor.

2. Despre permutările în matematică. Compoziția substituțiilor (permutărilor)

În termeni matematici, o permutare a unei mulțimi este definită ca o funcție bijectivă $p: X \to X$. De exemplu, există șase permutări ale mulțimii $\{1, 2, 3\}$, și anume (1, 2, 3), (1, 3, 2), (2, 1, 3), (2, 3, 1), (3, 1, 2) și (3, 2, 1).

Se numește permutare de grad n funcția bijectivă $p: N^* \to N^*$ și se scrie sub următoarea formă:

$$p = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & n \\ p(1) & p(2) & \dots n \end{pmatrix}.$$

Se notează cu S_n mulțimea permutărilor de grad n și evident card (S_n) = n!

Substituția **e** definită pe mulțimea **Q** cu **n** elemente ordonate se numește *substituție identică* dacă

$$e = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \dots n \\ 1 & 2 & 3 \dots n \end{pmatrix}.$$

Cu $\boldsymbol{\alpha}^{-1}$ se notează inversa permutării **α.**

Fie definită substituția **α** asupra unei mulțimi **Q** cu elemente ordonate, atunci

$$\boldsymbol{\alpha} \circ \boldsymbol{\alpha}^{-1} = \boldsymbol{\alpha}^{-1} \circ \boldsymbol{\alpha} = \mathbf{e}.$$

Exemplu. Fie dată mulțimea **Q** = {1, 2, 3, 4} și substituția $\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ de calculat $\boldsymbol{\alpha}^{-1}$.

Din definirea operației binare aplicate asupra substituțiilor putem scrie:

$$\boldsymbol{\alpha} \circ \boldsymbol{\alpha}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ x & y & z & t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$

Pentru ca să obținem $e = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$ este necesar să se realizeze următoarele compoziții:

a) 4 → t →2→4; b) 3 → z →4→3; c) 2 → y →3→2; d) 1 → x →1→1.

Deci,

$$\boldsymbol{\alpha} \circ \boldsymbol{\alpha}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 4 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$

$$\boldsymbol{\alpha}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 4 & 2 \end{pmatrix}.$$

Fie **E** o mulțime nevidă. Atunci mulțimea **S**(**E**) = {**f** : **E** → **E** : **f** - bijectivă}, împreună cu operația de compunere a funcțiilor, este un grup, numit grupul permutărilor mulțimii **E** (sau grupul simetric asociat mulțimii **E**). Dacă **F** este o mulțime având proprietatea că există o bijecție între **F** și **E**, atunci grupurile **S**(**F**) și **S**(**E**) sunt izomorfe.

Permutațiile sunt utilizate în aproape fiecare ramură a matematicii și în multe alte domenii ale științei. În informatică , acestea sunt utilizate pentru analiza algoritmilor de sortare; în fizica cuantică, pentru descrierea stărilor particulelor; și în biologie, de exemplu, pentru descrierea secvențelor de ARN.

3. Obținerea izotopilor unui grupoid

O altă noțiune importantă pentru teoria grupoizilor care generalizează noțiunea de *izomorfism* este noțiunea de *izotopism*. Să examinăm esența acestei noțiuni.

Fie (**A**,*) și (**B**,∘) doi grupoizi. Se numește *omotopism* al grupoidului (**A**,*) în grupoidul (**B**,∘) orice triplet ordonat (**α**, **β**, **γ**) de permutări de la **A** la **B** care satisface următoarea condiție: $\boldsymbol{\alpha}(\mathbf{x}) \circ \boldsymbol{\beta}(\mathbf{y}) = \boldsymbol{\gamma}(\mathbf{x} * \mathbf{y})$ sau $\boldsymbol{\gamma}^{-1}(\boldsymbol{\alpha}(\mathbf{x}) \circ \boldsymbol{\beta}(\mathbf{y})) = \mathbf{x} * \mathbf{y}$, pentru $\forall\ \mathbf{x}, \mathbf{y} \in \mathbf{A}$.

Prin *izotopism* al lui (**A**, *) pe (**B**, ∘) se înțelege un omotopism (**α**, **β**, **γ**) în care toate cele trei componente **α**, **β** și **γ** sunt bijecții ale lui **A** pe **B**.

Amintim că:

- funcție **f** : **A** → **B** se numește *injectivă* dacă ∀ **x**, **y** ∈ **A** din **x** ≠ **y** rezultă **f**(**x**) ≠ **f**(**y**);
- funcție **f** : **A** → **B** se numește *surjectivă* dacă ∀ **y** ∈ **B**, ∃**x** ∈ **A** din **x** ≠ **y** rezultă **f**(**x**) ≠ **y**;
- funcție **f** : **A** → **B** se numește *bijectivă* dacă ea este *injectivă* și *surjectivă*.

Grupoidul (**A**, *) se zice că este *izotop* cu (**B**, ∘) dacă există măcar un izotopism (**α**, **β**, **γ**) al lui (**A**, *) pe (**B**, ∘).

Evident, dacă există două operații „ * ” și „ ∘ ” definite pe una și aceeași mulțime **Q**, atunci vom spune că operația „ * ” este un izotop a operației „ ∘ ” dacă există așa un triplet ordonat de permutări (**α**, **β**, **γ**) a mulțimii **Q** astfel, încât **α**(**x**) ∘ **β**(**y**) = **γ**(**x** * **y**), pentru ∀ **x**, **y** ∈ **Q**.

Tripletul ordonat **T** = (**α**, **β**, **γ**) se numește, după cum am mai spus, izotopie.

Dacă toate 3 permutări coincid: **α** = **β** = **γ**, atunci izotopia se transformă în izomorfism. În acest caz vom scrie **α**(**x**) ∘ **α**(**y**) = **α**(**x** * **y**).

Exemplu. Fie (**Q**, *) un quasigrup, determinat de următorul tabel Cayley:

*	1	2	3	4
1	4	1	2	3
2	3	4	1	2
3	2	3	4	1
4	1	2	3	4

Fie **α**, **β** și **γ** sunt trei permutări arbitrare ale mulțimii **Q**. Atunci aplicând permutarea **α** elementelor de pe linia de bordare, permutarea **β** elementelor de pe coloana de bordare și permutarea γ^{-1} a elementelor din interiorul tabelei, se obține o nouă lege de compoziție „ ∘ ” pe **Q** și este clar că (**Q**, ∘) este izotop cu quasigrupul (**Q**, *).

Astfel, considerăm:

$$\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \end{pmatrix}, \beta = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \gamma^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix}.$$

În rezultat, obținem următoarele transformări:

*	1	2	3	4
1	4	1	2	3
2	3	4	1	2
3	2	3	4	1
4	1	2	3	4

$\xrightarrow{\alpha}$

$\circ_\alpha$	1	2	3	4
1	3	4	1	2
2	2	3	4	1
3	1	2	3	4
4	4	1	2	3

$\xrightarrow{\beta}$

$\circ_\beta$	1	2	3	4
1	2	1	4	3
2	1	4	3	2
3	4	3	2	1
4	3	2	1	4

$\xrightarrow{\gamma^{-1}}$

$\circ_{\gamma^{-1}}$	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	3	4	1
3	3	4	1	2
4	4	1	2	3

Observăm că quasigrupul (**Q**, *) nu este asociativ, deoarece (3 * 4) * 2 ≠ 3 * (4 * 2), iar quasigrupul (**Q**, ∘) este asociativ. Conchidem de aici că, spre deosebire de izomorfism care conservă toate proprietățile unei operații algebrice, un izotopism nu conservă toate proprietățile.

4. Algoritmul criptografic - 1 cu aplicarea izotopilor de grupoizi

Să descriem algoritmul criptografic bazat pe izotopii.

Fixarea datelor comune

1. Determinăm alfabetul **Al** = (**al**$_1$, **al**$_2$, ... , **al**$_n$) cu un număr de caractere **n**, unde **n** ∈ **N**;

Exemplu. Fie alfabetul **Al** = (␣ , A, E, P, R), deci **n** = 5.

2. Definim o mulțime de **n** elemente ordonate **Q** = (1, 2, … , **n**).

Exemplu. Fie **Q** = (1, 2, 3, 4, 5).

3. Stabilim o corespondență biunivocă între alfabetul **Al** și elementele mulțimii **Q**, prin intermediul funcției **F**.

$$\mathbf{F} : \mathbf{Al} \rightarrow \mathbf{Q} \text{ și } \mathbf{F}^{-1} : \mathbf{Q} \rightarrow \mathbf{Al}$$

Exemplu. Fie aplicația **F** definită în felul următor:

␣	A	E	P	R
1	2	3	4	5

În practică, alfabetul **Al**, mulțimea **Q** și aplicația **F** ,de obicei sunt simbolurile tabelul ASCII, codurile zecimale și corespondența lor. Numărul de simboluri în alfabet **n** = 256.

Generarea cheii secrete

4. Pe mulțimea **Q** se definește izotopia / tripletul ordonat **T** = (**α**, **β**, **γ**).

Exemplu. Fie **Q** = {1, 2, 3, 4, 5} și

$$\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 1 \end{pmatrix}, \beta = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 1 & 4 & 5 & 2 \end{pmatrix}, \gamma = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 1 & 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

5. Cheia secretă este **T** = (**α**, **β**, **γ**). Printr-un canal sigur cheia secretă se transmite interlocutorului de dialog.

Criptarea textului

6. Scriem textul secret **M** ={**a**$_1$, **a**$_2$, ..., **a**$_m$} , unde m-lungimea textului, a_i – simbol și toate simbolurile aparțin alfabetului **Al**.

   M = "PARE PRE PREPARARE" cu un număr de simboluri **m** = 18 și toate simbolurile aparțin alfabetului **Al**.

7. În baza aplicației **F**, pentru fiecare simbol al textului secret, se identifică elementele corespunzătoare în mulțimea **Q**. Se formează șirul **R** = (**r**$_1$, **r**$_2$, **r**$_3$, …, **r**$_m$), unde **r**$_1$, **r**$_2$, **r**$_3$, …, **r**$_m$ ∈ Q, **r**$_1$, **r**$_2$, **r**$_3$, …, **r**$_m$, deci **R** reprezintă textul **M** cu elemente din **Q**.

Exemplu. La aplicația **F** : **Al** → **Q** avem următoarea corespondență:

M	P	A	R	E	␣	P	R	E	␣	P	R	E	P	A	R	A	R	E
R	4	2	5	3	1	4	5	3	1	4	5	3	4	2	5	2	5	3
	r$_1$	r$_2$	r$_3$	r$_4$	r$_5$	r$_6$	r$_7$	r$_8$	r$_9$	r$_{10}$	r$_{11}$	r$_{12}$	r$_{13}$	r$_{14}$	r$_{15}$	r$_{16}$	r$_{17}$	r$_{18}$

R = (4, 2, 5, 3, 1, 4, 5, 3, 1, 4, 5, 3, 4, 2, 5, 2, 5, 3).

8. Pe mulțimea **Q** se definește operația binară „∘” după cum urmează:

∘	1	2	...	**n**
1	**r**$_1$	**r**$_2$	...	
2				
...				
n				

Dacă numărul de elemente în **R** este mai mare decât $\mathbf{n}^2$, atunci **R** se împarte în cadre a câte $\mathbf{n}^2$ elemente și criptarea se realizează pentru fiecare cadru în parte. Dacă ultimul cadru conține mai puține simboluri decât $\mathbf{n}^2$, atunci se completează cu simboluri albe până la $\mathbf{n}^2$.

Exemplu. În alfabetul **Al** avem un simbol alb, spațiul „ ␣ ”. Formăm operația binară „∘”:

∘	1	2	3	4	5
1	4	2	5	3	1
2	4	5	3	1	4
3	5	3	4	2	5
4	2	5	3	1	1
5	1	1	1	1	1

Putem spune că am format grupoidul (**Q**, ∘).

9. Calculăm γ^{-1}.

Exemplu. Din definirea operației binare aplicate asupra substituțiilor putem scrie:

$$\boldsymbol{\gamma} \circ \boldsymbol{\gamma}^{-1} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 5\,3\,1\,2\,4 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ x\,y\,z\,t\,u \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 1\,2\,3\,4\,5 \end{pmatrix}$$

Pentru ca să obținem $e = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 1\,2\,3\,4\,5 \end{pmatrix}$ este necesar să se realizeze următoarele compoziții:

a) 5 → u →1→5; b) 4 → t →5→4; c) 3 → z →2→3; d) 2 → y →4→2; f) 1 → x →3→1;

Deci,

$$\boldsymbol{\gamma} \circ \boldsymbol{\gamma}^{-1} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 5\,3\,1\,2\,4 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 3\,4\,2\,5\,1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 1\,2\,3\,4\,5 \end{pmatrix}$$

$$\boldsymbol{\gamma}^{-1} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 3\,4\,2\,5\,1 \end{pmatrix}$$

10. Asupra grupoidului (**Q**, ∘) se aplică izotopia **T** = (**α**, **β**, γ^{-1}). Aplicăm permutarea **α** elementelor de pe linia de bordare, permutarea **β** elementelor de pe coloana de bordare și permutarea γ^{-1} asupra elementelor din interiorul tabelei, se obține o nouă lege de compoziție „ * ” pe **Q** și este clar că (**Q**, *) este izotop cu grupoidul (**Q**, ∘).

Exemplu. **A.** Aplicăm substituția α asupra grupoidului (**Q**, ∘). Fie $\alpha = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 2\,3\,4\,5\,1 \end{pmatrix}$.

Permutările se realizează pe linii.

- linia 2 din (**Q**, ∘) se transferă în linia 1 din (**Q**, $\circ_\alpha$);
- linia 3 din (**Q**, ∘) se transferă în linia 2 din (**Q**, $\circ_\alpha$);
- linia 4 din (**Q**, ∘) se transferă în linia 3 din (**Q**, $\circ_\alpha$);
- linia 5 din (**Q**, ∘) se transferă în linia 4 din (**Q**, $\circ_\alpha$);
- linia 1 din (**Q**, ∘) se transferă în linia 5 din (**Q**, $\circ_\alpha$);

$\circ_\alpha$	1	2	3	4	5
1	4	5	3	1	4
2	5	3	4	2	5
3	2	5	3	1	1
4	1	1	1	1	1
5	4	2	5	3	1

deci am obținut grupoidul (**Q**, $\circ_\alpha$).

B. Aplicăm substituția β asupra grupoidului (**Q**, $\circ_\alpha$). Fie $\beta = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 1 & 4 & 5 & 2 \end{pmatrix}$.

Permutările se realizează pe coloane.

- coloana 3 din (**Q**, $\circ_\alpha$) se transferă în coloana 1 din (**Q**, $\circ_\beta$);
- coloana 1 din (**Q**, $\circ_\alpha$) se transferă în coloana 2 din (**Q**, $\circ_\beta$);
- coloana 4 din (**Q**, $\circ_\alpha$) se transferă în coloana 3 din (**Q**, $\circ_\beta$);
- coloana 5 din (**Q**, $\circ_\alpha$) se transferă în coloana 4 din (**Q**, $\circ_\beta$);
- coloana 2 din (**Q**, $\circ_\alpha$) se transferă în coloana 5 din (**Q**, $\circ_\beta$);

$\circ_\beta$	1	2	3	4	5
1	3	4	1	4	5
2	4	5	2	5	3
3	3	2	1	1	5
4	1	1	1	1	1
5	5	4	3	1	2

deci am obținut grupoidul (**Q**, $\circ_\beta$).

C. Aplicăm substituția $\boldsymbol{\gamma}^{-1}$ asupra grupoidului (**Q**, $\circ_\beta$). Fie $\boldsymbol{\gamma}^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 4 & 2 & 5 & 1 \end{pmatrix}$.

Permutările se realizează în interiorul tabelei.

- elementele 5 din (**Q**, $\circ_\beta$) se transferă în elemente de 1 din (**Q**, $\circ_{\gamma^{-1}}$);
- elementele 3 din (**Q**, $\circ_\beta$) se transferă în elemente de 2 din (**Q**, $\circ_{\gamma^{-1}}$);
- elementele 1 din (**Q**, $\circ_\beta$) se transferă în elemente de 3 din (**Q**, $\circ_{\gamma^{-1}}$);
- elementele 2 din (**Q**, $\circ_\beta$) se transferă în elemente de 4 din (**Q**, $\circ_{\gamma^{-1}}$);
- elementele 4 din (**Q**, $\circ_\beta$) se transferă în elemente de 5 din (**Q**, $\circ_{\gamma^{-1}}$);

$\circ_{\gamma^{-1}}$	1	2	3	4	5
1	2	5	3	5	1
2	5	1	4	1	2
3	2	4	3	3	1
4	3	3	3	3	3
5	1	5	2	3	4

11. Șirul ce reprezintă textul criptat este **C** = ($\mathbf{c}_1$, $\mathbf{c}_2$, ..., $\mathbf{c}_{n*n}$), care include elementele din sus în jos și de la stânga la dreapta din operația binară $\circ_{\gamma^{-1}}$,

    C = (2, 5, 3, 5, 1, 5, 1, 4, 1, 2, 2, 4, 3, 3, 1, 3, 3, 3, 3, 3, 1, 5, 2, 3, 4)

    dacă se aplică corespondența $\mathbf{F}^{-1}$: **Q** → **Al** atunci șirul **C** ia forma

    C' = "ARER␣R␣P␣AAPEE␣EEEEE␣RAEP".
12. Șirul **C** se transmite către decriptare.

Decriptarea textului

13. Se preia șirul **C** și pe mulțimea **Q** se definește operația binară „•” după cum urmează:

•	1	2	...	**n**
1	$\mathbf{c}_1$	$\mathbf{c}_2$	...	
2				

...	
n	$\mathbf{c}_{n*n}$

Exemplu. Formăm operația binară „•”, elementele șirului **C** se scriu în operația binară de la stânga la dreapta și din sus în jos:

•	1	2	3	4	5
1	2	5	3	5	1
2	5	1	4	1	2
3	2	4	3	3	1
4	3	3	3	3	3
5	1	5	2	3	4

Putem spune că am format grupoidul (**Q**, •).

14. Se calculează substituțiile inverse α^{-1} și β^{-1}.

Exemplu. Din definirea operației binare aplicate asupra substituției α^{-1} putem scrie:

$$\alpha \circ \alpha^{-1} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 2\,3\,4\,5\,1 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ x\,y\,z\,t\,u \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 1\,2\,3\,4\,5 \end{pmatrix}$$

Pentru ca să obținem $e = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 1\,2\,3\,4\,5 \end{pmatrix}$ este necesar să se realizeze următoarele compoziții: a) 5 → u →4→5; b) 4 → t →3→4; c) 3 → z →2→3; d) 2 → y →1→2; f) 1 → x →5→1;

Deci,

$$\alpha \circ \alpha^{-1} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 2\,3\,4\,5\,1 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 5\,1\,2\,3\,4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 1\,2\,3\,4\,5 \end{pmatrix}$$

$$\alpha^{-1} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 5\,1\,2\,3\,4 \end{pmatrix}$$

Analogic din definirea operației binare aplicate asupra substituției β^{-1} putem scrie:

$$\beta \circ \beta^{-1} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 3\,1\,4\,5\,2 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ x\,y\,z\,t\,u \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 1\,2\,3\,4\,5 \end{pmatrix}$$

Pentru ca să obținem $e = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 1\,2\,3\,4\,5 \end{pmatrix}$ este necesar să se realizeze următoarele compoziții: a) 5 → u →4→5; b) 4 → t →3→4; c) 3 → z →1→3; d) 2 → y →5→2; f) 1 → x →2→1;

Deci,

$$\beta \circ \beta^{-1} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 3\,1\,4\,5\,2 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 2\,5\,1\,3\,4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 1\,2\,3\,4\,5 \end{pmatrix}$$

$$\beta^{-1} = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 2\,5\,1\,3\,4 \end{pmatrix}$$

15. Asupra grupoidului (**Q**, •) se aplică izotopia **T** = ($\boldsymbol{\gamma}$, $\boldsymbol{\beta}^{-1}$, $\boldsymbol{\alpha}^{-1}$). Aplicăm permutarea $\boldsymbol{\gamma}$ asupra elementelor din interiorul tabelei, permutarea $\boldsymbol{\beta}^{-1}$ elementelor de pe coloana de bordare și permutarea $\boldsymbol{\alpha}^{-1}$ elementelor de pe linia de bordare, se obține o nouă lege de compoziție „ ◉ ” pe **Q** și este clar că (**Q**, ◉) este izotop cu grupoidul (**Q**, •).

Exemplu.

A. Aplicăm substituția $\boldsymbol{\gamma}$ asupra grupoidului (**Q**, •). Fie $\gamma = \begin{pmatrix} 1\,2\,3\,4\,5 \\ 5\,3\,1\,2\,4 \end{pmatrix}$.

Permutările se realizează în interiorul tabelei.

- elementele 3 din (**Q**, •) se transferă în elemente de 1 din (**Q**, $\bullet_\gamma$);
- elementele 4 din (**Q**, •) se transferă în elemente de 2 din (**Q**, $\bullet_\gamma$);
- elementele 2 din (**Q**, •) se transferă în elemente de 3 din (**Q**, $\bullet_\gamma$);
- elementele 5 din (**Q**, •) se transferă în elemente de 4 din (**Q**, $\bullet_\gamma$);
- elementele 1 din (**Q**, •) se transferă în elemente de 5 din (**Q**, $\bullet_\gamma$);

$\bullet_\gamma$	1	2	3	4	5
1	3	4	1	4	5
2	4	5	2	5	3
3	3	2	1	1	5
4	1	1	1	1	1
5	5	4	3	1	2

deci am obținut grupoidul (**Q**, $\bullet_\gamma$).

B. Aplicăm substituția $\boldsymbol{\beta}^{-1}$ asupra grupoidului (**Q**, $\bullet_\gamma$). Fie $\beta^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 5 & 1 & 3 & 4 \end{pmatrix}$

Permutările se realizează pe coloane.

- coloana 2 din (**Q**, $\bullet_\gamma$) se transferă în coloana 1 din (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$);
- coloana 5 din (**Q**, $\bullet_\gamma$) se transferă în coloana 2 din (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$);
- coloana 1 din (**Q**, $\bullet_\gamma$) se transferă în coloana 3 din (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$);
- coloana 3 din (**Q**, $\bullet_\gamma$) se transferă în coloana 4 din (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$);
- coloana 4 din (**Q**, $\bullet_\gamma$) se transferă în coloana 5 din (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$);

$\bullet_{\beta^{-1}}$	1	2	3	4	5
1	4	5	3	1	4
2	5	3	4	2	5
3	2	5	3	1	1
4	1	1	1	1	1
5	4	2	5	3	1

deci am obținut grupoidul (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$).

C. Aplicăm substituția $\boldsymbol{\alpha}^{-1}$ asupra grupoidului (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$). Fie $\alpha^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$

Permutările se realizează pe linii.

- linia 5 din (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$) se transferă în linia 1 din (**Q**, $\bullet_{\alpha^{-1}}$);
- linia 1 din (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$) se transferă în linia 2 din (**Q**, $\bullet_{\alpha^{-1}}$);
- linia 2 din (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$) se transferă în linia 3 din (**Q**, $\bullet_{\alpha^{-1}}$);
- linia 3 din (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$) se transferă în linia 4 din (**Q**, $\bullet_{\alpha^{-1}}$);
- linia 4 din (**Q**, $\bullet_{\beta^{-1}}$) se transferă în linia 5 din (**Q**, $\bullet_{\alpha^{-1}}$);

$\bullet_{\alpha^{-1}}$	1	2	3	4	5
1	4	2	5	3	1
2	4	5	3	1	4
3	5	3	4	2	5

4	2	5	3	1	1
5	1	1	1	1	1

deci am obținut grupoidul (**Q**, $\circ_\alpha$).

16. Șirul ce reprezintă textul decriptat este **R'**, care include elementele din sus în jos și de la stânga la dreapta din operația binară $\bullet_{\alpha^{-1}}$,
    R'= (4, 2, 5, 3, 1, 4, 5, 3, 1, 4, 5, 3, 4, 2, 5, 2, 5, 3, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1),
    dacă se aplică corespondența $\mathbf{F}^{-1}$: **Q** → **Al** atunci șirul **R'** ia forma
    M'= "P A R E P R E P R E P A R A R E ".
17. Șirul **M'** reprezintă textul decriptat.

Notă. Dacă numărul de simboluri în textul **M** este mai mare decât $\mathbf{n}^2$, atunci **M** se împarte în cadre de text a câte $\mathbf{n}^2$ simboluri și criptarea / decriptarea textului se realizează pentru fiecare cadru în parte. Dacă ultimul cadru conține mai puține simboluri decât $\mathbf{n}^2$, atunci se completează cu simboluri albe până la $\mathbf{n}^2$.

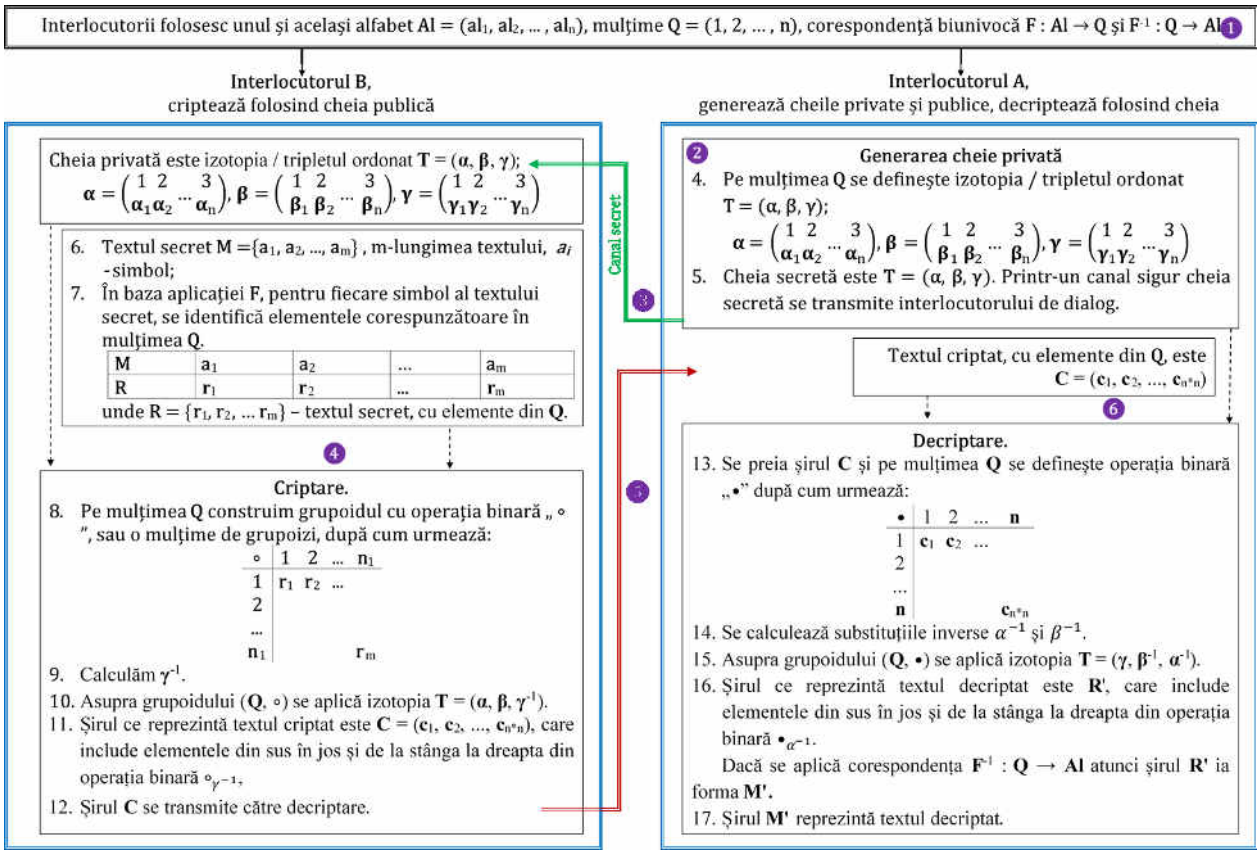


Figura 1. Forma generală a algoritmului criptografic cu aplicarea izotopilor de grupoizi

Fie că într-un proces de dialog secret participă doi interlocutori, interlocutorul A și interlocutorul B. În figura 1 este reprezentată forma generală a algoritmului criptografic cu aplicarea izotopilor de grupoizi și cele 6 module de bază al sistemului: 1 – date comune pentru interlocutori; 2 – generarea cheii de către interlocutorul A; 3 – procesul de transmitere a cheii private către interlocutorul B prin intermediul unui canal secret; 4 –

criptarea textului secret de către interlocutorul B; 5 – procesul de transmitere a textului criptat către interlocutorul A prin intermediul unui canal public; 6 – interlocutorul A decriptează textul criptat.

Deci plasând la bază noțiunile algebrice fundamentale de omotopism, izotopism, izomorfism, substituție, substituție identică și inversă sa realizat o interconexiune dintre disciplinele Algebră – Algoritmică – Informatică (programare) prin intermediul descrierii algoritmului criptografic cu aplicarea izotopilor de grupoizi în formă generală și aplicarea lui.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. CHIRIAC, L. *Structuri algebrice pe computer*. Chișinău 2014. 60 p. ISBN 978-9975-53-301-0.
2. GALLIAN, J. *Contemporary Abstract Algebra*, ninth edition, 2017. 631 p. ISBN: 978-1-305-65796-0.
3. MOLLIN, R. *An introduction to cryptography (discrete mathematics and its applications)*, 2007. 394 p. ISBN-10: 1-58488-618-8.

CZU: 004.8

ABORDĂRI ISTORICO-DIDACTICE ÎN STUDIEREA INTELIGENȚEI ARTIFICIALE

Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.
https://orcid.org/0000-0002-5786-5828
Natalia LUPAȘCO, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-3854-2521
Maria PAVEL, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0003-4803-6398
Universitatea de Stat Tiraspol/Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. În articolul respectiv sunt examinate cele mai eficiente metode de cercetare în Inteligența Artificială: metoda simbolică, metoda conexionistă, metoda evolutivă. La fel, sunt studiate etapele de dezvoltare a IA. Sunt examinate cele mai mari realizări în domeniul IA obținute pe parcursul timpului cât și tendințele în dezvoltarea Inteligenței Artificiale.
Cuvinte cheie: inteligența artificială, metode de cercetare în IA, istoria dezvoltării IA.

HISTORICAL-DIDACTIC APPROACHES IN STUDYING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract. In this article, the most effective research methods in Artificial Intelligence are examined: the symbolic method, the connectionist method, the evolutionary method. Likewise, the stages of AI development are studied. The greatest achievements in the field of AI achieved over time as well as the trends in the development of Artificial Intelligence are examined.
Keywords: artificial intelligence, AI research methods, history of AI development.

1. Caracteristicile metodelor de cercetare în domeniul IA

Cuvântul inteligență provine din limba latină – „intelligentia”, ceea ce denotă pricepere, înțelegere, cunoaștere. *Inteligența* este o măsura a capacității de a atinge scopuri (de a rezolva probleme) într-un mediu complex și dinamic. *Inteligența Artificiala* reprezintă acea arie a științei calculatoarelor preocupată cu realizarea mașinilor care execută anumite sarcini, care dacă ar fi rezolvate de oameni ar fi considerate că exprimă comportamentul uman [1-8].

Inteligența Artificiala este știința de a construi mașini care sa facă lucruri ce ar necesita inteligență, daca ar fi făcute de oameni (Florin Leon).

Din punct vedere istoric cercetările în domeniul Inteligenței Artificiale au utilizat în mare măsură următoarele trei metode semnificative:

- *Metoda simbolică (sau de sus in jos);*
- *Metoda conexionistă (de jos în sus);*
- *Metoda evolutivă* **(***algoritmi genetici/evolutivi),* începând cu anul 1973 cercetările în domeniul IA s-au axat și pe *algoritmi genetici/evolutivi).*

Astfel, **metoda simbolică** tinde să studieze și să reproducă *inteligența* examinând cogniția separat de structura creierului, altfel spus, independent de factorii biologici. Din aceste considerente vine și eticheta simbolistică. Tradițional, inteligența artificială s-a bazat pe metoda simbolică: calcul logic și operații cu diverse simboluri realizate de om și de către calculatoare. De exemplu, semnele de circulație sunt reprezentate de liste de simboluri pe care calculatorul poate să le înțeleagă prin intermediul simbolurilor și pe care poate să le proceseze conform unor reguli predefinite de programator. Necunoscând simbolurile calculatorul nu poate procesa informația. Metoda simbolică are o abordare de sus în jos.

Inteligența artificială simbolică este termenul care se referă la toate metodele din IA ce sunt axate pe cercetări bazate pe reprezentări ale problemelor la nivel înalt „simbolice" (citite de om), logică și căutare. IA simbolică a fost paradigma dominantă de cercetare de la mijlocul anilor 1950 până la sfârșitul anilor 1980. Metodele simbolice au succes în anumite domenii care permit formalizarea datelor problemelor, cum ar fi, de exemplu: probleme de logică, matematică, șah, dame, planificare, etc. Un triumf al abordărilor simbolice ține elaborarea de către IBM a programului Deep Blue, care în anul 1997 la învins la pe campionul mondial la șah Garry Kasparov.

Metodele simbolice nu sunt eficiente însă în rezolvarea unor clase semnificative de probleme care implică procese fundamentale de percepție, acțiuni în mediu cu condiții variate, recunoașterea unor imagini etc., în cazuri când se confruntă cu situații pentru care nu au fost programate. Un exemplu elocvent pentru eșecul inteligenței artificiale construit pe modelele simbolice este **proiectul Cyc**. Proiectul respectiv, lansat în anul 1984, a încercat să asimileze cunoștințele uzuale ale oamenilor, prin introducere manuală de relații între simboluri. De exemplu, dacă programul cunoaște că păsările au pene, programul recunoscând în imagini pene poate concluziona că țin de o pasăre. În anul 1994 proiectul respectiv ar fi trebuit să poată asimila singur date, procesând cărți și studii. După ce s-a investit mai mult de 60 de milioane de dolari și 5 secole-persoane de introducere de date, proiectul respectiv a fost abandonat, nereușind ceea ce și-a propus inițial.

Ca alternativă, o altă metodă importantă în cercetările care țin de IA este metoda **conexionistă**. Metoda respectivă are o abordare de jos in sus și implică crearea de rețele neuronale artificiale, in imitarea unui creier – de acolo vine eticheta de conexionist, adică de conexiuni, locul de unde se dau toate comenzile.

O **rețea neuronală artificială** este un sistem al cărui design a fost inițial inspirat schematic de funcționarea neuronilor biologici și care a abordat ulterior metodele statistice.

Se consideră că rețelele neuronale au fost inventate în anul 1943, atunci când **Warren McCulloch** și **Walter Pitts** au creat un model de calcul pentru rețelele neuronale bazat pe algoritmi. O perioadă importantă de timp ideea rețelelor neuronale artificiale nu a mai fost de actualitate, deoarece uriașele resurse de calcul necesare pentru construirea rețelelor neuronale nu existau. Ideea a revenit în actualitate, datorită resurselor de calcul avansate, cum ar fi unitățile de procesare grafică (GPU-uri). Acestea reprezintă cipuri folosite pentru

procesarea graficii din jocurile video, dar care s-au dovedit excelente pentru analiza datelor necesare pentru funcționarea rețelelor neuronale.

Modelele **conexioniste** reprezintă, după cum s-a menționat deja o alternativă modelelor simbolice. Rețele neuronale artificiale funcționează după anumite principii inspirate din modul de funcționare al creierului uman, folosind multe elemente simple interconectate între ele. Însă, ca regulă, interpretarea datelor prelucrate de rețele neuronale sunt realizate tot de utilizatorul uman, ca și în cazul metodelor simbolice. Rețelele neurale au o structură diferită de cea a creierului, deși se aseamănă în funcționare cu creierul uman. O rețea neurală este mult mai simplă decât corespondentul său uman, dar la fel ca și creierul uman, este compusă din unități puternice cu capacitate de calcul, mult inferioare însă corespondentului uman, neuronul.

Rețelele neurale artificiale se pot caracteriza pe baza a 3 elemente:

- *Modelul* adoptat pentru elementul de procesare individual;
- structura particulară de interconexiuni (*arhitectura*);
- mecanismele de ajustare a legăturilor (*de învățare*).

Există multe aplicații ale rețelelor neuronale. Un exemplu este capacitatea camerei foto a smartphone-ului de a recunoaște fețe. Automobilele fără șofer sunt echipate cu mai multe camere foto care încearcă să recunoască alte vehicule, semne de circulație și pietoni folosind rețele neuronale și își modifică viteza ori direcţia în funcție de situație.

Rețelele neuronale se află, de asemenea, la baza sugestiilor de text pe care se văd în procesul de scriere a textelor ori e-mail-uri, dar și în cazul unor softuri de traducere online. Rețelele neuronale mai complicate sunt capabile să învețe singure, după ce au primit instrucțiunile de bază pentru rezolvarea unei probleme. Unele rețele neuronale pot lucra „în parteneriat” pentru a crea ceva nou. Astfel, unele rețele pot crea fețe virtuale care nu aparțin unor oameni reali.

O rețea încearcă să creeze o față, iar o alta încearcă să determine dacă aceasta este reală sau falsă, iar procesul continuă până când cea de-a doua reţea nu poate stabili dacă fața creată de prima reţea este falsă. Pentru ca rețelele neuronale să fie eficiente trebuie sa posede un volum mare de date pentru instruire.

În anul 1973 **John Holland** după mulți ani de studiere a ideii de simulare a evoluției propune *algoritmii genetici*. Algoritmii genetici modelează moștenirea genetică și lupta Darwiniană pentru supraviețuire. Populațiile evoluează prin apariția de noi caracteristici ale indivizilor în timpul încrucișării și ca efect al mutațiilor aliatoare. În procesul de evoluție supraviețuiesc indivizii care se adaptează cel mai bine mediului. Rezolvarea unei probleme presupune căutarea soluției în spațiul tuturor soluțiilor potențiale folosind o populație de agenți (căutători); Căutarea este ghidată prin intermediul unei funcții care măsoară gradul de apropiere față de soluție. Calculul evolutiv în acest sens reprezintă dezvoltarea și utilizarea de tehnici de rezolvare a problemelor inspirate de evoluția speciilor în natură.

Schema generala a algoritmilor evolutivi. Algoritmii evolutivi sunt algoritmi probabilişti care:

- mențin o populație de reprezentări de soluții candidat;
- care evoluează de-a lungul unor generații/iterații;
- sub controlul unei funcții fitness care măsoară meritul individual.

În ultima perioadă un nou trend în IA și în științele cognitive ia amploare. Este unanim agreată idea că sistemul inteligent să aibă un corp, apropiat de cel uman, să aibă o multitudine de senzori cât și posibilitatea de a acționa în mediul în care poate conceptualiza obiectele cu care urmează să interacționeze. Se crede că astfel, robotul va descoperi lumea pe cont propriu, interacționând cu mediul în care se află prin intermediul senzorilor. Astfel, capacitatea cognitivă a robotului este în conexiune directă cu mediu, capacitățile senzoriomotoare și de scopul propus și în ultimă instanță de mecanismele cognitive.

2. Scurt istoric în dezvoltarea Inteligenței Artificiale

Etapa timpurie a IA (milenium III, î. Hr. – 1700)

Toate științele, care sunt în serviciul omenirii astăzi, își au începutul pe pământul vechii Elade. Astfel, primul robot antic este considerat Talos din Creta, care acum câteva mii de ani în urmă reprezenta o mașină perfect operațională, construită de Hefaistos – zeul metalurgiei și a sculpturii, unul din cei 12 zei ai Olimpului. Iar marele Aristotel, vine cu propria contribuție, inventând logica silogistică, primul sistem formal de gândire deductivă.

Este oportun să menționăm că primul sistem expert se consideră a fi un papirus egiptean datând din mileniul III î.Hr., care consta în 48 de observații asupra diagnosticării şi tratării rănilor la cap.

În secolul XIII, Ramon Lull, teolog spaniol, a inventat un dispozitiv pentru descoperirea adevărurilor non-matematice prin intermediul combinatoricii. În 1206 AD, Al-Jazari, un inventator arab, a conceput ceea ce se crede a fi primul robot umanoid programabil, o barcă care transporta patru muzicieni mecanici alimentați de fluxul de apă.

O nouă formă de inteligență artificială era promovată în anul 1642 prin intermediul dispozitivului de calcul „Pascalina” conceput de celebrul matematician B. Pascal, care putea face adunări. Câteva decenii mai târziu, în 1673, Gottfried Wilhelm Leibniz a inventat un dispozitiv mecanic de calcul care putea efectua toate operațiile aritmetice [5-8].

Etapa ideilor lui Charles Babbage (1750 -1900)

Dar omenirea își dorea mai mult. Ideea mașinilor inteligente, programabile, plutea în aer. **Charles Babbage** faimosul matematician și inginer englez, în premieră a dezvoltat idei și a proiectat o mașină de calculat programabilă, care în linii mari coincide cu computerele moderne. Din aceste motive Charles Babbage este considerat „părintele informaticii”. În 1837 Babbage și-a proiectat „Motorul Analitic”, care din cauză constrângerilor financiare și limitărilor tehnologice nu a reușit să-l construiască. Fiind construită, după schițele lui

Babbage, tocmai în anul 1991, mașina funcționa perfect. Ideile sale s-au dovedit a fi atât de revoluționare încât nu erau în stare să fie înțelese de contemporani. Motorul Analitic avea o memorie de acces aleatoriu (RAM), avea un cititor de cartele profesionale și includea chiar și o imprimantă. Motorul Analitic dispunea de o unitate centrală de procesare (CPU) care era în stare să efectueze tipurile de operații logice și aritmetice pe care, în zilele noastre, le poate realiza orice CPU. Este semnificativ faptul că Motorul Analitic avea o unitate specială de programe cu un limbaj de mașină similar celor de astăzi. Babbage descrie, în anul 1837, caracteristicile mașinii sale în lucrarea „On the Mathematical Powers of the Calculating Engine". Primul program pentru Motorul Analitic a lui Babbage a fost elaborată de Ada Lovelace, fiica poetului englez Byron, care a rămas în istorie ca primul programator.

Conceptul *Motorului Analitic* a supraviețuit și, ulterior, în anul 1944, Horward Aiken, de la Universitatea Harvard și compania IBM, a împrumutat din ideile lui Babbage la construcția primului computer programabil american Mark 1. Aiken, în semn de respect față de Babbage comenta: „Dacă Babbage ar fi trăit cu șaptezeci de ani mai târziu aș fi rămas fără serviciu". Astfel, conceptul unui computer cu program stocat, capabil de automodificări, având o memorie adresabilă, beneficiind de ramificări condiționale și capacitatea de a se autoprograma –rămâne să fie până în prezent baza computerelor moderne.

Celebrul matematician George Boole în cartea sa, „An investigation into the Laws of Thought", publicată în 1854, în premieră constituie bazele Logicii booleene. Studiul logicii a condus la realizarea primului calculator electronic programabil.

Etapa preocupărilor pentru construirea unui creier artificial (1900 -1974)

Un rol aparte în dezvoltarea Inteligenței Artificiale l-a avut și celebra carte a lui Bertrand Russel și Alferd N. Whitehead, „Principia Methematica", publicată în 1910-1913. În această carte a fost, în premieră, reformulată matematica pe baza teoriei mulțimilor. Interpretarea lui B. Russel a matematicii prin prisma teoriei mulțimilor, inclusiv „paradoxul lui Russel" au facilitat dezvoltarea de către Turing a teoriei computaționale și ulterior a stimulat dezvoltarea inteligenței artificiale. B. Russel și A. Whitehead, în lucrarea lor, nu au punctat clar conceptul despre computer, chiar dacă fac referință la o mașină logică care realizează câte o transformare logică la o cuantă de timp. Neavând un computer real operațiile logice erau rulate în mintea lor. Ulterior, însă, A. Turing, s-a inspirat din ideile lor și cunoscând conceptul *Motorului Analitic* a lui C. Babbage a creat, în anul 1936, primul computer teoretic din lume.

Lucrările mai multor logicieni și matematicieni precum Bertrand Russel, Alferd N. Whitehead, George Boole, Kurt Godel, Emil L. Post, Andrei Kolmogorov, Alonzo Church au contribuit semnificativ la apariția Inteligenței Artificiale ca domeniu de cercetare.

Totuși primul computer programabil din lume a fost realizat de către Konrad Zuse, inventator german. Primul său dispozitiv de calcul Z-1, a fost integral mecanic. Mașina Z-2

utiliza relee și putea să rezolve mai multe ecuații complexe simultan. Cea de-a treia versiune Z-3 a rămas în istorie ca fiind primul computer programabil din lume, chiar dacă în unele surse se argumentează faptul că calculatorul Mark 1, a lui Howard Aiken, este primul în acest sens. Faptul că K. Zuse a construit primul computer digital, complet programabil, este probat de cererea de patent pe care el a depus-o la 11 aprilie 1936.

În anii celui de al doilea război mondial sub conducerea lui Alan Turing, a fost construit primul computer operațional din lume *Robinson*, care funcționa în bază de relee telefonice. Prin intermediul acestui calculator britanicii au reușit să decodifice majoritatea mesajelor germane codificate prin intermediul celebrei mașini de coduri *Enigma*. Ceva mai târziu, din cauză creșterii complexității codurilor *Enigma*, Turing a substituit inteligența electromagnetică a lui Robinson cu o versiune electronică denumită *Colossus*, care funcționa având la bază circa 2000 de tuburi electronice. *Colossus* a asigurat decodificarea informațiilor militare germane și a contribuit esențial ca Forțele Aeriene Regale să câștige Bătălia Angliei, în lupta cu „neînvinsa" flota aeriana germană.

Genialul A. Turing nu a putut să nu sesizeze asemănările dintre gândirea umană și procesele de calcul. În afară de faptul că a inventat primul computer funcțional din lume și a fundamentat teoretic aspecte importante ale științei computerelor, Turing a depus eforturi uriașe în aplicarea noilor tehnologii la imitarea inteligenței umane. În acest sens, în celebra sa lucrare, publicată în 1950, „Computing Machinery and Intelligence", Turing a trasat o agendă care a direcționat cercetările în știința computerelor:

- Procesul de luare a deciziilor prin intermediul calculatorului;
- Algoritmizarea jocurilor și programarea lor;
- Înțelegerea limbajului natural de către calculator;
- Traducerea computerizată;
- Demonstrarea computerizată a teoremelor;
- Codificare, decodificarea și spargerea codurilor.

Este necesar de punctat faptul că Alan Turing în anul 1950 a propus un test pentru determinarea inteligenței artificiale a unei mașini. Turing susținea că „dacă o mașină se comportă la fel de inteligent ca o ființă umană, atunci e la fel de inteligentă ca o ființă umană". În felul acesta se promovează ideea că inteligența unei mașini ar putea fi evaluată luând în considerare doar compartimentul ei. În contextul respectiv, scoatem în evidență faptul că Alan Turing, în cooperare cu prietenul său David Champernowne, au elaborat primul program în lume pentru jocul de șah, care avea inteligența și „comportamentul" unui bun șahist.

Noile științe care încep a se dezvolta în anii 50-60, Bionica (Jack E. Steele), Cibernetica (Norbert Wiener), Teoria Informației (Claude Shanon) contribuie la fel la dezvoltarea inteligenței artificiale.

În anii 50-60 al secolului trecut s-au reușit realizări impresionante în domeniul inteligenței artificiale. Astfel, în 1956, Allen Newell, J.C. Shaw și Herbert Simon [2] au elaborat programul *Logic Theorist*. Ceva mai târziu, în anul 1957, autorii respectivi, au lansat un nou program *General Problem Solver*, care utiliza tehnici recursive de cercetare pentru soluționarea problemelor de matematică. În așa mod, prin intermediul acestor două programe *Logic Theorist* și *General Problem Solver*, autorii lor au reușit să găsească demonstrații la cele mai principale teoreme din „Principia Methematica". Mai mult chiar, s-a reușit o demonstrație complet nouă, originală, a unei teoreme fundamentale din lucrarea lui B. Russel și A. Whitehead. Acest fapt a surprins atât pe matematicieni cât și pe cercetătorii din domeniul inteligenței artificiale și i-a determinat pe autorii respectivi să afirme foarte îndrăzneț că în prezent în lume există mașini care gândesc, învață și creează. Tot odată susțineau ei că gama problemelor cu care se vor ocupa mașinile va avea același diapazon ca și mintea omului.

În anul 1956, John MaCarthy, profesor la Stanford University, a introdus termenul de *Inteligență Artificială* (Artificial Intelligence (AI)). Tot el a dat și o definiție laconică: „Inteligența Artificială este știința și ingineria producerii de mașini inteligente" [3]. Conferința „Darthmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence", din 1956, de la Darthmouth College a consacrat nașterea inteligenței artificiale ca domeniu de cercetare și de studiu. De altfel, în anii 50 s-a reușit mai multe descoperiri importante în domeniul IA:

- În anul 1951, celebrul Marvin Minski construiește prima mașină neuronală artificială (neural net machine);
- În perioada 1950 - 1960 au fost realizate primele programe ce implementează jucători automat pentru șah și dame (Game AI);
- 1951 – Turing propune un test (Testul Turing) pentru a răspunde la întrebarea „Can machine think?";
- În anul 1951, Turing în colaborare cu Shannon reușește dezvoltarea unor programe pentru jocul de șah/dame. Iar în anul 1958 un astfel de program a învins un jucător uman pentru prima data.
- Newell și Simon – primul program pentru demonstrarea automată a teoremelor, *Logic Theorist* a demonstrat automat 38 din 52 de teoreme propuse, generând demonstrații noi, elegante;
- În anul 1958, profesorul McCarthy de la celebra universitate MIT propune limbajul LISP, care conține multiple elemente de noutate ce stau la baza limbajelor moderne: recursivitate, runtime typing, garbage collection etc.;
- Tot în anul 1958, Rosenblatt a dezvoltat *Perceptronul* - rețea neuronală, prin intermediul cărora se putea realiza modelarea fenomenelor mentale ori comportamentale etc.

Pe parcursul anilor 1960, cercetătorii din domeniul Inteligenței Artificiale, realizau investigații în conformitate cu programul trasat de A. Turing în anul 1950. Astfel:

- Thomas G. Evans, în anul 1963, Massachusetts Institute of Technology (MIT), elaborează programul *Analogy*, pentru rezolvarea problemelor IQ, cu analogie geometrică. Ulterior, ideile respective au fost utilizate pentru dezvoltarea calculului simbolic aplicat în software de largă audiență – *Maple*, *Mathematica*.
- Daniel G. Bobrow, în anul 1964 (MIT), creează programul *Student*, care putea să soluționeze probleme de algebră de liceu după enunțuri clare în limba engleză, publicat în articolul „Natural Language Input for a Computer Problem Solving Sustem". Discipol al faimosului informatician american Marvin Minsky, ulterior D. Bobrow devine Președinte al Asociației Americane de Inteligență Artificială (AAAI).
- În anul 1965, Feigenbaum reușește, grație procesării limbajului natural, dezvoltare celebrului program – ***ELIZA***.
- La Stanford University, în anul 1969, a fost construit robotul *Shakey* care combină locomoția, percepția și rezolvarea problemelor.
- Edward A. Feigenbaum, în anul 1967, Stanford University, lansează programul DENDRAL din domeniul sistemelor expert, care putea să răspundă la întrebări despre compușii chimici.
- În anul 1970 sunt dezvoltați în premieră *algoritmii evolutivi*.
- Terry Winograd, în anul 1971 (MIT), prin lansarea programului său SHRDLU a reușit progrese însemnate în înțelegerea limbajului natural. Astfel, programul lui putea să înțeleagă orice propoziție logică în limba engleză care se referea la cuburi colorate.

Epoca primei stagnări a inteligenței artificiale (1974-1980)

În anii 1970, din cauză că cercetătorii în IA nu aveau o viziune clară vis-a-vis de dezvoltarea domeniului IA, s-a înregistrat o stagnare în dezvoltarea inteligenței artificiale. Pe de altă parte, capacitatea programelor de IA era limitată. Cercetătorii nu dispuneau de soluții privind dificultățile problemelor cu care se confruntau (puterea de calcul și memoria calculatoarelor era limitată etc.), ei suferit critici și contractări bugetare. Optimismul cercetătorilor exagerat a generat așteptări exagerate care nu s-au realizat. Acest fapt a generat limitări de buget în inteligență artificială. Un perceptron este un tip de rețea neuronală introdus în 1958 de Frank Rosenblatt. Fiind extrem de optimist el prezicea că „un perceptron poate fi capabil să învețe, să ia decizii și să traducă limbi". Un program dinamic de cercetare a acestor concepte a fost realizat în anii șaizeci, dar s-a oprit brusc după publicarea în anul 1969 a cărții „Perceptrons" a lui Marvin Minsky și Seymour Papert. Datorită criticii dure a lui Marvin Minsky și Seymour Papert în raport cu perceptronii, modelele conexioniste au fost aproape complet abandonate timp de 10 ani. Abia la sfârșitul anilor 1970, ideile noi în IA sunt explorate în programarea logică, raționamentul de *bun simț*

și în alte direcții.

Perioada Boom-ul din 1980-1987

În anii 1980, programele de IA numite „sisteme expert ” au fost adoptate de companii și cunoștințele au devenit subiectul central al cercetării în IA. Între timp, guvernul japonez finanțează IA masiv prin inițiativa sa „calculatoarea de a V generație”. Un alt eveniment este renașterea conexionismului prin lucrările lui John Hopfield și David Rumelhart.

3. Chatboturile Eliza și Perry

Chatbotul Eliza este unul din cele mai renumite programe ale inteligențelor artificiale timpurii. Joseph Weizenbaum a elaborat Eliza, astfel încât să reproducă comportamentul unui psihoterapeut, permițându-i programului să fie *„liber de a-și asuma rolul de a nu cunoaște aproape nimic din lumea reală”*. Programul lui Weizenbaum a fost în măsură să facă pe unii oameni să creadă că au purtat o conversație cu o persoană reală. Astfel, unii erau siguri de faptul că Eliza ar fi primul program capabil să treacă Testul Turing [1-4].

Chatbot-ul Parry al lui Colby a fost descris ca fiind „Eliza cu atitudine”: acesta încearcă să imite comportamentul unui schizofrenic, folosind o abordare analoagă celei folosite de Weizenbaum. Un grup de psihiatri cu experiență au analizat o combinație de pacienți reali și computere care rulau Parry prin intermediul unei mașini telex. Unui alt grup de 33 de psihiatri le-au fost arătate transcrieri ale convorbirilor. Celor două grupuri le-a fost cerut să identifice care dintre pacienți sunt ființe umane și care sunt programe. Psihiatrii au reușit doar în 48% din cazuri să identifice corect pacienții.

Desigur, testul Turing avea și câteva limitări care nu pot fi ignorate. John Searle a propus în lucrarea sa, în 1980, un argument împotriva Testului Turing, cunoscut sub numele de experimentul „Camera Chineză”. Searle a susținut că software-ul Eliza ar putea trece Testul Turing pur și simplu prin manipularea de simboluri pe care nu le înțelege. Dar fără a le înțelege, acesta nu ar fi permis să fie descris ca fiind capabil să gândească (cum o fac oamenii). Searle ajunge la concluzia că Testul Turing nu poate dovedi că o mașină poate să gândească, fapt ce a stârnit numeroase controverse în discuțiile științifice.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. DUMITRESCU, D. *Principiile Inteligentei Artificiale*. Cluj-Napoca: Editura Albastra, 2002.

2. POOLE, D. L.; MACKWORTH, A. K. *Artificial Intelligence Foundations of Computational Agents*. Cambridge University Press, 2010. Disponibila online: https://artint.info/2e/html/ArtInt2e.html
3. Curs online la Inteligenta Artificiala, predat de Sebastian Thrun și Peter Norvig: https://www.udacity.com/wiki/cs271/downloads
4. ГРАЕ, Д. *Наука о данных с нуля*: Пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2017. 336 с.
5. ВАНДЕР, П. Дж. *Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение*. СПб.: Питер, 2018. 576 с.
6. ЖЕРОН, О. *Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем*. Пер. с англ. СпБ.: ООО "Альфа-книга", 2018. 688 с.
7. Agenția pentru Drepturi Fundamentale ale Uniunii Europene. *Despre Inteligența Artificială și BigData*. https://fra.europa.eu/en/themes/artificial-intelligence-andbig-data.

CZU: 004.8:37.022

PROIECTE STEM LA ROBOTICA PENTRU DEZVOLTAREA GÂNDIRII COMPUTAȚIONALE

Inna DONOS, doctorandă
https://orcid.org/0000-0002-6136-7960
Școala Doctorală Științe ale Educației
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. Gândirea computațională devine un avantaj concurențial al persoanelor care o dețin. Acest tip de gândire, bazat pe conceptele fundamentale ale informaticii, poate fi format și dezvoltat prin proiecte STEM la robotică. În comunicare este descrisă modalitatea de formare a conceptului de gândire computațională la elevi prin proiecte STEM la robotică.
Cuvinte-cheie: robotica, STEM, gândire computațională.

STEM PROJECTS IN ROBOTICS TO DEVELOP COMPUTATIONAL THINKING

Abstract. Computational thinking becomes a competitive advantage for the people who have the abilities to think computationally. This type of thinking based on fundamental concepts of computer science could be set up and developed through STEM projects at robotics. în this communication it is outlined the concept of the students computational thinking developing through STEM projects.
Keywords: robotics, STEM, computational thinking.

Introducere

Științele și ingineria au apărut în primele epoci ale omenirii. Informatica are o istorie mult mai scurtă, ce a început în secolul XX. Acest domeniu al științei a influențat nu numai modul în care oamenii abordează știința și ingineria, ci și modul de viață.

În sistemul educațional Informatica este o disciplină STEM. Ea dezvoltă aceleași competențe ca și biologia, chimia, fizica, tehnologia, ingineria și matematică, deși informatica, prin conținuturile sale, contribuie la formarea la elevi a unor competențe specifice. Toate disciplinele STEM prezintă oportunități pentru elevi în calitate de cetățeni ai societății informaționale. Ele dezvoltă modul de gândire și un set de competențe și practici necesare persoanei pe parcursul vieții. Printre acestea se enumeră abilitatea de a pune întrebări, de a proiecta soluții și de a comunica rezultate.

Gândirea computațională este modul în care gândim și rezolvăm probleme. Gândirea computațională este descrisă ca un grup de abilități, printre care este și gândirea algoritmică. Robotica este o posibilitate de dezvoltare a gândirii algoritmice și, în același timp, a celei computaționale a elevilor într-un context STEM. Proiectele dezvoltate la Robotică prind viață cu ajutorul „codificării”, utilizate pentru a descrie acțiunea, de a crea un algoritm.

Conceptul de gândire computațională

Noțiunea de gândire computațională a fost folosită pentru prima dată de Seymour Papert în 1980 [7], iar profesorul Jeannette Wing a popularizat ideea în 2011. Ea a definit gândirea computațională ca fiind: „procesele de gândire implicate în formularea problemelor și rezolvarea acestora, astfel încât soluțiile să fie reprezentate într-o formă care poate fi realizată eficient de un agent de procesare a informațiilor" [5].

Dispozitivele digitale (calculatorul, tableta, smartphone-ul etc.) au pătruns în toate domeniile de activitate umană inclusiv și în viața cotidiană. Datorită acestui fapt gândirea computațională este implicată în procese de rezolvare a situațiilor și problemelor în diverse domenii ale științei, dar și în viața de zi cu zi.

Din documentele Comisiei Europene rezultă că gândirea computațională este o abilitate fundamentală, din motiv că oferă niște oportunități de angajare pe viitor, dar și deoarece susține implicarea cetățenilor într-o lume din ce în ce mai digitalizată [2].

Gândirea computațională este un proces cognitiv care se exprimă prin raționamente logice în rezolvarea problemelor cu ajutorul sistemelor digitale [3]. Aceasta cuprinde:

- capacitatea de a gândi algoritmic;
- capacitatea de a gândi în termeni de decompoziție;
- capacitatea de a gândi prin generalizări, identificând și utilizând modele;
- capacitatea de a gândi prin abstractizări, alegând reprezentări bune;
- capacitatea de a gândi în termeni de evaluare.

Pregătirea copiilor pentru societatea informațională, deci și dezvoltarea gândirii computaționale este o sarcină a cadrelor didactice din toate treptele de învățământ.

Cum sa dezvoltăm gândirea computațională atât de necesară în societatea modernă? Răspunsuri la această întrebare se conțin în Raportul Comisiei Europene din 3 martie 2022 [4], în care sunt analizate practicile din 29 de state europene (din UE și non-UE și Singapore. Din cele expuse de autorii raportului se pot desprinde următoarele abordări pedagogice eficiente:

- Lucrul pe probleme din viața reală și încurajarea elevilor să-și creeze propriile produse digitale: programe, aplicații, animații, jocuri video etc.
- La nivel primar se include învățarea ludică, învățarea prin practică, învățarea din greșeli și lucrul în grupuri mici. Noțiunile informatice de bază sunt învățate prin activități practice, joc cu roboți programabili și medii de programare vizuală bazate pe blocuri. Controlul roboților prin construirea programelor transformă elevii din consumatori pasivi de tehnologie în creatori de produse digitale.
- La nivel de învățământ general se pune accent pe rezolvarea problemelor și abilitățile de gândire logică, se promovează autonomia, învățarea personalizată, învățarea bazată pe proiecte, abordările bazate pe joc, învățarea colaborativă și programarea în pereche.
- O atenție deosebită se acordă procesului depanării pentru a promova învățarea prin intermediul greșelilor. Un alt aspect cheie este promovarea unei abordări iterative, prin

care elevii sunt încurajați să-și evalueze continuu activitatea de învățare, să identifice și să corecteze orice erori și să repete acest proces în mod ciclic.

- O abordare activă a învățării este în general încurajată prin construirea de programe simple de către elevi.

Cele expuse mai sus pot fi realizate în cadrul diverselor discipline școlare din domeniul STEM, inclusiv și informatică. Disciplina opțională Robotică și activitățile extracurriculare oferă o oportunitate pentru implementarea bunelor practici expuse în raportul Comisiei Europene.

Proiecte STEM la Robotică

Robotica în calitate de disciplină opțională și activitățile extracurriculare este o platformă pentru realizarea proiectelor STEM.

Pentru desfășurarea activităților de Robotică se utilizează următoarele echipamente digitale: Lego EV3, Lego Spike, Arduino, Adafruit, MakeBlock. Aceste echipamente pot fi programate cu ajutorul mediilor vizuale (EV3 Classroom App, SPIKE APP, MakeBlock, Adafruite) pentru etapa inițială și în limbaje de programare de nivel înalt (Python, Javascript, Arduino).

Analiza comparativă a etapelor activităților de predare-învățare recomandate pentru disciplina școlară Robotica de curriculumul la Robotică [6] și etapelor unui proiect STEM [7] este prezentată în figura 1.

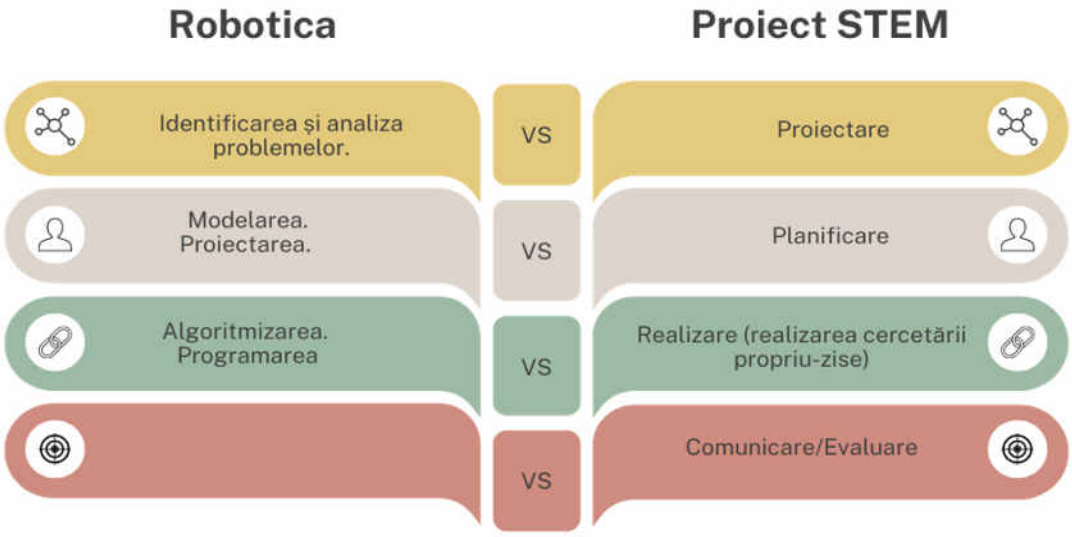


Figura 1. Analiza comparativă a etapelor activităților de robotică și a unui proiect STEM

Etapele unei activități de învățare la Robotică pot fi îmbogățite cu cele din proiect STEM pentru a dezvolta competențele necesare elevului modern. Robotica este o modalitate de dezvoltare a gândirii computaționale din motiv că se bazează pe rezolvarea problemelor în elaborarea proiectelor.

Gândirea computațională este exprimată în procese de rezolvare a problemelor: raționamentul logic, abstractizarea, evaluarea, gândirea algoritmică, decompoziția și generalizarea. Fiecare dintre conceptele gândirii computaționale este identificat cu comportamente distincte ale elevilor care pot fi observate în procesul elaborării proiectelor. Aceste concepte pot fi evidențiate la fiecare etapă (figura 2).

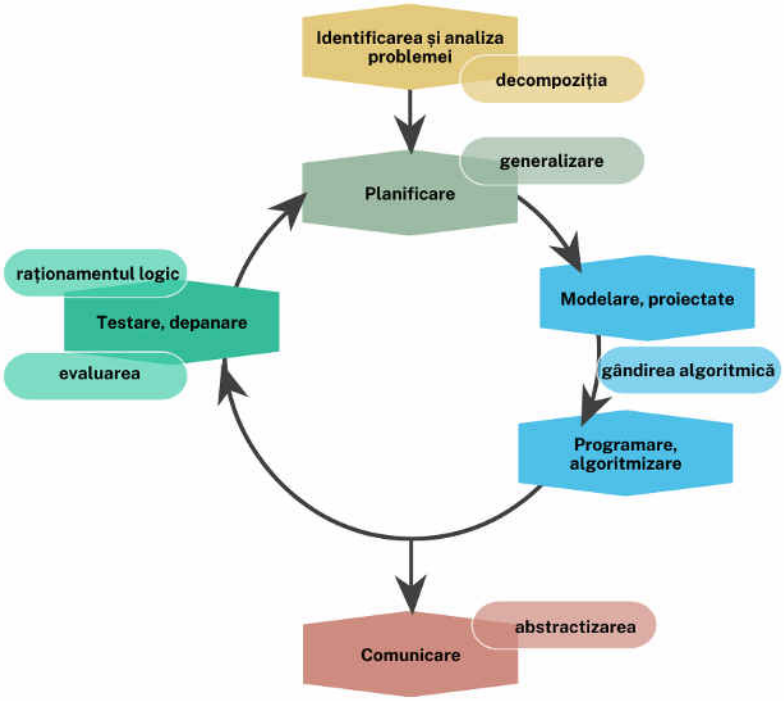


Figura 2. Etapele unui proiect STEM la robotică

Decompoziția este procesul specific ce se dezvoltă la prima etapă de identificare și analiză a problemei. Decompoziția este un mod de analiza a problemei și divizarea ei în mai multe părți ce pot fi rezolvate mai simplu.

*Generalizarea l*a etapa de planificare este asociată cu identificarea invariantelor, asemănărilor, conexiunilor și exploatarea acestora. Este o modalitate de a rezolva rapid probleme noi pe baza soluțiilor cunoscute deja.

La etapele de modelare și proiectare a soluției și programării lor se dezvoltă *gândirea algoritmică.* Gândirea algoritmică se exprimă prin elaborarea unei consecutivității clare a instrucțiunilor pentru îndeplinirea misiunii robotului.

Raționamentul logic la etapă de testare și depanare permite elevilor să se bazeze pe propriile cunoștințe și pe modelele interne pentru a realiza și verifica prognozele și a face concluzii. Elevii pot lucra individual sau în grup pentru a depana codul, pentru a depista erori și a sugera remedieri.

Evaluarea este algoritmului prin care se permite elevilor să decidă ce etapă urmează comunicarea sau revenire la planificare. Trebuie evaluate diferite proprietăți ale soluțiilor. Sunt corecte? Sunt suficient de rapide? Folosesc resursele rațional? Sunt ușor de folosit?

La etapa de comunicare a soluției elaborate, elevul explică grupului cum soluția îndeplinește criteriile de succes. Abilitatea de *abstractizare* este dezvoltată prin alegerea detaliului potrivit pentru a ascunde (a omite) elementele ne esențiale în explicarea soluției.

Concluzii

În rezultatul celor expuse mai sus pot fi formulate câteva concluzii:

1. Gândirea computațională poate fi dezvoltată la activitățile de robotică.
2. Etapele unui proiect STEM corespund etapelor recomandate în curriculum la disciplina opțională, cu excepția etapei de evaluare, ce ar îmbogăți activitățile de învățare.
3. Gândirea computațională este un mod de abordare a proiectelor STEM ce trebuie să fie dezvoltat la elevi în cadrul orelor opționale sau extracurriculare la Robotică pentru ca să fie pregătiți pentru provocările viitoare într-o societate din ce în ce mai digitală.

Bibliografie

1. BARR, V.; STEPHENSON, C. Brining computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of Computer Science community. În: *ACM Inroads*, 2011, 2(1), p. 48-54.
2. European Commission, Joint Research Centre. Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G. et all. *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.
3. European Commission, Joint Research Centre. Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G. et all. Developing Computational Thinking: Approaches and Orientations in K-12 Education. În: *Proceedings of EdMedia 2016--World Conference on Educational Media and Technology*. Vancouver, BC, Canada: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2016. pp. 13-18.
4. European Commission, Joint Research Centre. Bocconi, S., Chioccariello, A., Kampylis, P., et all. *Reviewing computational thinking in compulsory education: state of play and practices from computing education.* Inamorato dos Santos, A. Punie, Y., Cachia, R., Giannoutsou, N. (editors). Publications Office of the European Union, 2022. 138 p. ISBN 978-92- 76-47208-7.
5. WING, J. M. Research Notebook: Computational Thinking—What and Why. În: *The link Magazine*, 6, 2011. pp 20-23.
6. *Curriculumul pentru disciplina opţională Robotica*. Ministerul Educaţiei,. Chişinău: F.E.-P. Tipografia Centrală, 2015. 61 p.
7. LEGO Education WeDo 2.0 *Computational Thinking*. https://education.lego.com/en-us/product-resources/wedo-2/teacher-resources/teacher-guides (accesat 20.09.2022).
8. PAPERT, S. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

CZU: 37.022:004

IMPACTUL CONCEPTULUI STEAM ÎN PROCESUL DE PREDARE / INVATARE A DISCIPLINEI LICEALE INFORMATICA

Radames EVDOCHIMOV, programator
AmSoft Group
Lidia POPOV, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-9543-7058
Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți

Rezumat. În lucrarea de față am propus să scoatem în relief importanța conceptului STEAM în procesul de predare-învățare la disciplina liceală Informatică, dar și unele probleme ce pot apărea în procesul implementării acestui concept și respectivele recomandări pentru cadre didactice care vor ajuta să soluționeze problemele și dificultățile apărute.
Cuvinte cheie: conceptul STEAM, Informatica, procesul de predare-învățare, interdisciplinaritate.

THE IMPACT OF THE STEAM CONCEPT IN THE TEACHING / LEARNING PROCESS OF HIGH SCHOOL COMPUTER SCIENCE

Abstract. In the present paper, we proposed to highlight the importance of the STEAM concept in the teaching-learning process in high school Informatics, but also some problems that may arise in the process of implementing this concept and the respective recommendations for teachers that will help them to solve the problems and difficulties appeared.
Keywords: STEAM concept, Informatics, the teaching-learning process, interdisciplinarity.

Introducere

În secolul XXI tehnologiile informaţionale au cunoscut o dezvoltare vertiginoasă, ceea ce a provocat pătrunderea lor în viaţa cotidiană a populaţiei şi în toate domeniile de activitate umană. La ora actuală un loc important îl ocupă introducerea în procesul educațional a tehnologiilor educaționale moderne, crearea condițiilor pentru construirea bazei tehnologice informaționale a instituțiilor de învățământ, dezvoltarea unor metode moderne de predare și activități cu utilizarea tehnologiilor informaționale.

Spre regret este bine cunoscut faptul că disciplina școlară Informatica în Republica Moldova nu este tocmai agreată de elevi, mai cu seamă în clasele liceale, unde se începe studierea unui limbaj de programare, de regulă PASCAL sau C++. Unul din motive este pregătirea insuficientă a cadrelor didactice sau chiar lipsa specialiștilor în domeniu. Pe de altă parte este problema dificultății materiei predate, neînțelegerea sensului problemelor care se propun pentru rezolvare, în rezultat lipsa interesului față de disciplina. În acest context este binevenit conceptul STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), un concept relativ nou în Republica Moldova, o abordare modernă, interdisciplinară a cercetării și inovării, care este în curs de a fi asimilată în învățământul preuniversitar. Scopul acestui concept este învățarea prin integrarea între ele a celor cinci

domenii de cunoaștere și implică înțelegerea de către elevi a diferitor conceptele abstracte prin experimentare și joacă.

„STEAM este o abordare educațională a învățării care folosește Știința, Tehnologia, Ingineria, Arte și Matematică ca puncte de acces pentru ghidarea anchetei, dialogului și gândirii critice a elevilor. Rezultatele finale sunt studenții care își asumă riscuri, se implică în învățarea experiențială, persistă în rezolvarea problemelor, îmbrățișează colaborarea și lucrează prin procesul creativ" afirmă Susan Riley, fondatoarea EducationCloset [2].

Scopul acestui articol este de a analiza avantajele de implementare a conceptului STEAM în procesul de predare/învățare a disciplinei școlare Informatica în clase/grupe cu profilul umanist, de a scoate în relief unele probleme care pot să apară în procesul de implementare a conceptului și unele recomandări cadrelor didactice de soluționarea a acestor probleme.

Unele modalități de implementare a conceptului STEAM în procesul de predare/învățare a disciplinei școlare Informatica

După cum am vorbit anterior conceptul STEAM permite învățarea celor 5 domenii sau, dacă este vorba de școală/liceu, discipline, integrându-le între ele, ceea ce va permite atingerea cu succes a competențelor propuse. Dar, este o problemă – procesul de predare/învățare trebuie construit de către profesor astfel încât să crească interesul elevilor față de disciplinele respective, căci există riscul degradării totale a interesului elevilor față de disciplinele, în caz contrar.

Se cunoaște că tehnologia informațională a pătruns în toate domeniile de activitate umană și se folosește activ în domeniile *Știința*, *Tehnologia*, *Ingineria*, *Arte* și *Matematică*, deci, în procesul studierii informaticii școlare e necesar de folosit legătura interdisciplinară cu aceste domenii în scopul înțelegerii de către elevi esenței problemelor rezolvate la calculator, utilitatea calculatorului pentru rezolvarea diverselor probleme din diferite domenii de cunoaștere. În același timp complexitatea problemelor propuse trebuie să corespundă nivelului de pregătire a elevilor în cauză. În scopul determinării nivelului de pregătire profesorul trebuie să comunice cu colegii-profesori specialiști în domeniile respective care desfășoară ore cu aceleași grupe/clase de elevi. Este binevenit ca profesorul să elaboreze problemele bazate pe interesul discipolilor săi.

Un loc aparte îi aparține proiectelor interdisciplinare care pot fi propuse grupurilor mici de elevi pentru o perioada mai mare de timp (o săptămână sau chiar mai mult) sub ghidarea profesorului. În acest caz elevii interacționează între ei și cu profesorul în scopul realizării proiectului respectiv.

Avantajele implementării conceptului STEAM [1]:

- Activizează elevii, provoacă curiozitate;
- Elevii interacționează în scopul realizării proiectului;
- Implică activ părinții și alte persoane;

- Se bazează pe interesul copiilor;
- Copiii capătă deprinderi practice;
- Contact direct cu realitatea;
- Copiii văd rezultatul final într-o perioadă determinată de timp printr-un anumit produs.

În scopul creșterii interesului față de informatică, problemele propuse trebuie să respecte următoarele *cerințe*:

1. Formularea corectă, univocă fără ambiguități a problemelor propuse;
2. Subiectul problemei trebuie să fie cunoscut elevului sau, cel puțin, să fie continuarea firească a altui subiect cunoscut (în acest caz profesorul trebuie să-l explice);
3. Complexitatea problemelor trebuie să fie diferită, în funcție de nivele de pregătire a elevilor, începând cu unele foarte simple, clare pentru fiecare elev, terminând cu unele destul de complicate (fără, totuși, de exces), folosite pentru elevi mai puternici în disciplina respectivă. În cazul în care toate problemele propuse vor fi ușoare, elevii care bine cunosc subiectul se vor plictisi;
4. Problemele propuse trebuie să fie din diferite domenii (*Știința*, *Tehnologia*, *Ingineria*, *Arte* și *Matematică*) - nu alegem unul singur domeniu, căci în acest caz elevul care nu agreează domeniul respectiv va pierde interesul fața de rezolvarea problemelor;
5. Elevul trebuie să aibă posibilitatea alegerii problemei cu subiectul care îl interesează.

Este cunoscut faptul că orice probleme rezolvarea cărora implică utilizarea formulelor pot fi rezolvate printr-un program scris în orice limbaj de programare, deci, multe probleme din domeniul matematicii, fizicii, ingineriei pot fi propuse elevilor, respectând principiile enunțate anterior.

Exemple de probleme simple care pot fi propuse elevilor la o lecție de informatică abordată prin prisma conceptului STEAM:

1) Calcularea ariei triunghiului după formula $A=\frac{a \cdot h_a}{2}$ sau $A=\sqrt{p \cdot (p-a) \cdot (p-b) \cdot (p-c)}$, unde $p=\frac{a+b+c}{2}$. (Aceasta problemă este binevenită elevilor care învață operatorul de atribuire și funcțiile utilizate pentru calcule cu diferite tipuri de date).
2) Calcularea vitezei după formula *v=distanta/timp*.
3) Calcularea distanței reale dintre locațiile A și B pe o hartă geografică cu o scară indicată, unde distanța se exprimă în cm. Calculele se efectuează după formula *distanța*scara*. Aceeași problema poate fi complicată prin indicarea coordonatelor punctelor A și B și cerință de a determina distanță dintre punctele A(x_1, y_1) și B(x_2, y_2) conform formulei $d=\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2}$.
4) La cabinetul medical al școlii au fost măsurată înălțimea a n elevi. Înălțimea elevilor este exprimată în cm (de ex., 175 cm). Să se determine înălțimea maximă, minimă și media grupului.
5) Calcularea accelerației după formula *a=viteza/timp*.

6) Calcularea datei Paștelui la ortodocși. Pentru calcularea datei Paștelui se folosește următorul algoritm: luna în care va pica Paștele se stabilește după formula [(d + e + 114) / 31], ([] – funcția partea întreagă), iar ziua după formula ((d + e + 114) mod 31) + 1, unde d = (19 * c + 15) mod 30, (*mod* – restul împărțirii expresiei din partea stângă la expresia din partea dreapta a operatorului) e = (2 * a + 4 * b – d + 34) mod 7, a = A mod 4, b = A mod 7, c = A mod 19.

Problemele prezentate pot fi propuse elevilor la începutul unor activități practice, urmate de probleme mai complexe de modelare în funcție de nivelul pregătirii celor instruiți.

Este binevenită utilizarea în cadrul lecțiilor de informatică, la subiecte de programare, a elementelor de robotică, îndeosebi, acest fapt este real de implementat în instituțiile de învățământ unde se practică cursuri de robotică. Spre regret nu toate instituțiile de învățământ liceal posedă un astfel de echipament.

La rând cu toate avantajele utilizării conceptului STEAM, cadrele didactice trebuie să fie competente în a organiza așa o activitate, ținând cont de particularitățile instruiților, atente în implementarea acestuia pentru a nu obține rezultate opuse celor așteptate. Conceptul STEAM trebuie implementat nu de dragul implementării ci în scopul creșterii calității discipline informatica, înțelegerii esenței acestei discipline de către elevi, prin prisma altor domenii de cunoaștere.

În continuare vom scoate în relief unele probleme ce țin de implementarea conceptului STEAM la disciplina Informatica liceală.

În procesul de implementare a conceptului STEAM pot să apară anumite *dificultăți, probleme*, cum ar fi:

1. *Probleme de comunicare în colectivul profesoral*, ceea ce va afecta principiul colaborării în scopul implementării STEAM. În asemenea situație o implementare eficace a conceptului va fi imposibilă și nu va asigura așteptările cadrului didactic și a celor instruiți;
2. *Lipsa interesului celor instruiți față de* problemele propuse de profesor. Problemele trebuie să reflecte interesul celor instruiți;
3. *Nerespectarea cerințelor enunțate anterior în raport cu probleme interdisciplinare* propuse celor instruiți poate deteriora interesul elevilor față de lecția;
4. *Lipsa echipamentelor pentru robotica* în majoritatea liceelor. Utilizarea acestor echipamente la unele lecții de informatică crește vădit interesul elevilor și înțelegerea esenței programării;
5. *Incompetența cadrului didactic de a implementa conceptul STEAM*. Aici este vorba atât despre incompetența cadrului didactic în alte domenii de știință decât informatica, cât și despre lipsa experienței de a organiza asemenea activități, respectând toate etapele, principiile și cerințe în raport cu formularea problemelor propuse.

În scopul depășirii acestor probleme cadrul didactic trebuie să respecte principiile enunțate anterior, să tindă perpetuu să formeze măiestria pedagogică și de specialitate, să posede competențe digitale performante.

Concluzii

În lucrarea de față am propus să scoatem în relief importanța conceptului STEAM în procesul de predare-învățare la disciplina liceală Informatică, dar și unele probleme ce pot apărea în procesul implementării acestui concept și respectivele recomandări pentru cadre didactice care vor ajuta să soluționeze problemele și dificultățile apărute.

Am arătat că conceptul STEAM poate fi aplicat cu succes pentru a crește interesul în raport cu disciplina Informatică și alte discipline din componența conceptului, numai dacă cadrul didactic are o atitudine serioasă față de implementarea conceptului, perseverează în organizarea și desfășurarea activităților, este preocupat de autodezvoltarea sa personală în calitate de pedagog și specialist. În caz contrar poate fi obținute rezultatele opuse celor așteptate.

Bibliografie

1. *What is STEAM Education? The definitive guide for K-12 schools*. [citat 05.10.2022]. Disponibil: https://artsintegration.com/what-is-steam-education-in-k-12-schools/
2. *Educația STEAM – ce este și cum se aplică*. [citat 02.10.2022]. Disponibil: https://plei.ro/blog/educatia-steam/
3. PERIGNAT, E.; KATZ-BUONINCONTRO, J. STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review. In: *Thinking Skills and Creativity*, 2019. nr. 31, p. 31-43.

CZU: 004+37.022

INFORMATICA ȘI CONCEPTUL STEAM

Ala GASNAȘ, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-7174-7027
Catedra de informatică și tehnologii informaționale
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. Educația STEAM, folosind TI, este o metodă educațională atractivă pentru studenții generației digitale de a învăța ușor și plăcut conținuturile de matematică, științe și tehnologie. Abordarea STEAM este mai mult decât o simplă strategie de instruire. Este o sursă de inspirație pentru inovare și o abordare transformatoare a educației școlare. Iar în acest articol am încercat să elucidez rolul și locul Informaticii în educația STEAM.
Cuvinte-cheie: STEAM, educație științifică, gândire computațională, educație informatică, tehnologii informaționale.

INFORMATICS AND THE STEAM CONCEPT

Summary. STEAM education using IT is an attractive educational method for students of the digital generation to learn math, science and technology content easily and pleasantly. The STEAM approach is more than just an instructional strategy. It is an inspiration for innovation and a transformative approach to school education. And in this article I tried to elucidate the role and place of Informatics in STEAM education.
Keywords: STEAM, science education, computational thinking, computer education, Information Technology.

Introducere

„Dacă le predai elevilor de azi așa cum ai făcut-o ieri,
le furi ziua de mâine.” (John Dewey, filosof, psiholog și pedagog american)

Educația STEAM (engl. Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) a fost concepută ca un cadru sau o structură ce se adaptează la toate tipurile și stilurile de predare. Elementele de bază ale acestei structuri sunt „Designul creativ” și „Învățarea emoțională”. În afară de axarea pe aspectul afectiv al științei, al tehnologiei și al educației matematice, se pune accent, pe: Responsabilitate, Creativitate, Comunicare și Convergență (Caring, Creativity, Communication, and Convergence) [1]. Cadrul este destinat să dezvolte o înțelegere mai profundă a conținutului, a procesului și a caracteristicilor științei prin design creativ și învățare emoțională.

Instruirea în stilul STEAM poate fi desfășurată într-un mod plăcut, captivant și poate fi profund încorporată în domeniul educației. Filosofia STEAM se bazează pe următorul concept: STEAM este *știință și tehnologie* interpretate prin *inginerie și arte*, toate bazate pe elemente matematice [2]. Un aspect comun semnificativ este faptul că fiecare domeniu primar provoacă elevii să dezvolte competențe în domeniul vizat, făcându-i suficient de alfabetizați în disciplină pentru a putea continua să se adapteze și să învețe despre evoluțiile de bază pe care le are domeniul. În 1994, Driver [3] menționa că a fost efectuat un număr semnificativ

de cercetări cu privire la alfabetizarea științifică, alfabetizarea tehnologică, procesul de proiectare, alfabetizarea matematică și alfabetizarea lingvistică a elevilor. Iar Yakman [2] ajunge la concluzia că elevii au nevoie de o alfabetizare mai largă în domeniul disciplinelor primare, care ar include capacitatea de a transfera cunoștințe între discipline, astfel încât elevii să poată obține o alfabetizare funcțională.

Gândirea specifică disciplinei este transferabilă la alte discipline. Persoanele alfabetizate funcțional sunt mai eficiente, deoarece pot să gândească asupra întregului spectru de subiecte și să înțeleagă conexiunile dintre discipline. Elevii implicați în STEAM nu numai că învață să însușească un singur domeniu, ci, de regulă, devin cursanți pe tot parcursul vieții și sunt mult mai capabili să se adapteze și să avanseze în societatea modernă.

Relația dintre STEAM și discipline

În STEAM este important ca fiecare subiect să-și mențină în continuare propria bază educațională în disciplină. De asemenea, este important ca fiecare domeniu să fie predat cu acceptarea lucrurilor comune dintre discipline, deoarece „cu cât este mai ușor de a folosi alte subiecte, datorită unor factori precum limbajul comun, cu atât este mai ușor pentru elevi să realizeze cum să aplice cunoștințele de la o disciplină la alta” [4]. Un exemplu în acest sens este cuvântul „studiu”. Folosirea acestui cuvânt este corectă atât pentru domeniul știință, cât și pentru domeniul tehnologie. În domeniul știință, noțiunea „studiu” se referă mai mult la analiza apariției în mod natural a subiectului analizat, pe când în tehnologie aceasta se referă la definirea modului în care ceva poate fi construit artificial. Vocabularul este același, dar relația cu disciplina individuală este cheia pentru a înțelege la ce se referă cuvintele în contexte diferite. Atunci când elevii sunt conștienți de aceste contexte, cunoștințele lor este lărgite și aprofundate prin transferul de cunoștințe de la un subiect de disciplină la altul. „Cooperarea dintre discipline oferă dinamici și influențe realiste, care le ajută elevilor să învețe cum să se adapteze la lumea reală. Cooperarea poate avea, de asemenea, efectul de a încuraja folosirea unui limbaj comun, a analogiilor comune și a unui nivel adecvat de detaliere între două subiecte, evitând astfel concepțiile greșite” [5].

Studierea tehnologiei și a ingineriei este imposibilă fără studierea științelor naturii. La rândul lor, științele naturii nu pot fi profund înțelese fără o cunoaștere fundamentală a matematicii. Astfel, matematica nu este doar un limbaj de bază, ci o rețea de compartimente practice și teoretice care includ diferite proiecte, analize, procese de lucru, precum și rezultate, care la rândul lor reprezintă domenii separate ale științelor naturale [6]. Matematica este bazată pe realitate, este instrumentul principal de analiză pentru toate aplicațiile, valorile, testările și evaluările oricărui element al societății și al naturii, inclusiv ale educației [7].

STEAM și tehnologiile informaționale

În secolul XXI, tehnologiile informaționale și comunicaționale și-au asumat un rol important în viața socială și economică. Din acest motiv, o importanță deosebită o are educația

STEAM știință–tehnologie–inginerie–artă–matematică, care asigură dezvoltarea multifuncțională a indivizilor. Prin urmare, un rol nu mai puțin important ca matematica în studierea tehnologiei îl are și informatica, care se află în spatele tuturor soluțiilor, software-ului și sistemelor digitale pe care le folosim. Pentru a înțelege lumea digitală, e necesar de a avea o idee despre ceea ce reprezintă informatica. Informatica este un mijloc de a crea ceva nou în lumea digitală, de a rezolva probleme și de a implementa idei. O modalitate de a obține o viziune largă asupra informaticii este utilizarea termenului de *gândire computațională* (GC), care a fost inventat inițial de Papert [8], dar a fost preluat și de Wing [9]. Astfel, Wing susține că GC reprezintă o serie de abilități generale de rezolvare a problemelor bazate pe informatică, care permit utilizarea eficientă a calculatoarelor în procesul de soluționare a problemelor.

Papert s-a referit la gândirea computațională ca fiind, în primul rând, relația dintre programare și abilitățile de gândire. Spre deosebire de Papert, multe definiții ale GC în secolul XXI subliniază conceptele care sunt implicate în mod obișnuit atunci când se programează sau care fac parte din informatică. Jeannette Wing, cercetătoarea care a readus GC în atenția publicului în 2006, a reîmprospătat definiția GC. Astfel, ea a definit GC ca „rezolvarea problemelor, proiectarea sistemelor și înțelegerea comportamentului uman, bazându-se pe conceptele fundamentale ale informaticii”[9]. Cercetătoarea susține că GC, „la fel ca și cititul, scrisul și aritmetica, ar trebui adăugată la capacitatea analitică a fiecărui copil”. Mai târziu, Cuny, Snyder și Wing au actualizat definiția, afirmând că „gândirea computațională este procesul de gândire implicat în formularea problemelor și în soluțiile acestora, astfel încât soluțiile să fie reprezentate într-o formă ce poate fi realizată eficient printr-o procesare a informațiilor” [10]. În ambele cazuri, Wing a expus o viziune prin care toată lumea poate beneficia de pe urma învățării să folosească principiile, conceptele și abordările comune informaticii.

Gândirea computațională este un gen de gândire analitică. Ea folosește modul general de a gândi matematic pentru a rezolva o problemă: proiectează sisteme complexe prin prisma situațiilor din viața reală; încorporează inteligența, mintea și înțelegerea comportamentului uman în gândirea științifică [11]. GC este concentrată pe modalitățile oamenilor de a rezolva problemele, dar nu pe încurajarea acestora să gândească precum computerele. Adică este un concept de gândire computațională în rezolvarea problemelor, în comunicarea și în interacțiunea cu alți oameni.

Deși educația științifică este strâns legată de alte discipline și abordarea interdisciplinară este una adecvată, există provocări pentru integrarea științei și a altor domenii STEAM, cum ar fi arta și ingineria care, la prima vedere, par să nu aibă abilități sau obiective comune. Cu toate acestea, deoarece abordarea STEAM își propune mai degrabă să dezvolte abilitățile de gândire ale elevilor în domeniul ingineriei decât să se aștepte ca aceștia să devină ingineri, abilitățile GC vor ajuta la îndeplinirea cerințelor specifice ale acestui domeniu.

Toți cei care studiază informatica învață un nou mod fundamental de gândire și de rezolvare a problemelor. Acest tip de gândire este GC, care reprezintă un mare avantaj, indiferent ce profesie vor avea elevii în viitor. Pentru a dezvolta gândirea computațională, este important de a formula corect sarcinile de programare propuse elevilor. Iar pentru a activa fantezia și componenta creativă a gândirii, este necesar să se caute un model matematic cu ajutorul căruia această sarcină să fie îndeplinită.

Prin urmare, este foarte important de a dezvolta elevilor abilitățile de rezolvare a problemelor, astfel încât ei să fie capabili:

- *să formuleze o problemă* – să ia în considerare sfera de acțiune și detaliile unei probleme din lumea reală; să definească întrebările față de această problemă;
- *să traducă problemele în limbajul matematic* − crearea sau alegerea unui model matematic adecvat, iar apoi formularea întrebării ca problemă matematică în cadrul modelului;
- *să calculeze soluția* − să folosească tehnici matematice pentru a rezolva problema matematic;
- *să evalueze soluția* − să interpreteze soluția matematică în contextul original.

Valoarea informaticii constă în faptul că aceasta oferă un set de instrumente și metode de prelucrare a datelor, de analiză a informațiilor, care sunt utilizate în studiul altor discipline STEAM. Prin urmare, rolul informaticii în procesul educațional STEAM este de a dezvolta abilitățile de utilizare a tehnologiei informaționale pentru colectarea și analizarea datelor inițiale prezentate în diferite formate: de la expresii matematice abstracte și valori ale cantităților fizice până la date slab formalizate. În același timp, stăpânirea cunoștințelor fundamentale teoretice și a metodelor de activitate, formarea unei viziuni asupra lumii care să corespundă nivelului actual de dezvoltare a tehnologiei au loc anume la studierea informaticii, care este baza educației TI școlare moderne.

În continuare vom prezenta exemple de educație STEAM folosind TI.

Primul exemplu este de a rezolva o problemă din fizică. Se amestecă v_1 litri de apă cu temperatura apei t_1 cu v_2 litri de apă cu temperatura apei t_2. Aflați volumul și temperatura amestecului rezultat.

- *Abordarea din punctul de vedere al fizicii*

$Q3=Q1+Q2$,

$Q=m \cdot C \cdot t$,

$m=\rho \cdot v$,

unde:

Q – cantitatea de căldură,

m – greutatea,

C – capacitate termică,

t – temperatura,

ρ – densitatea,

v – volumul.

Prin urmare, volumul rezultant este:

$v3=v1+v2$,

iar temperatura rezultantă este:

$$t3=\frac{\rho \cdot v1 \cdot C \cdot t1+\rho \cdot v2 \cdot C \cdot t2}{\rho \cdot v3 \cdot C}=\frac{\rho \cdot C \cdot (v1 \cdot t1+v2 \cdot t2)}{\rho \cdot v3 \cdot C}=\frac{v1 \cdot t1+v2 \cdot t2}{v3}.$$

- *Abordarea din punctul de vedere al informaticii*

Algoritmul problemei în limbajul de programare C++:

```
#include <iostream.h>
 int main() {
      double v1, t1, v2, t2, v3, t3;
      cout << "Introduceti volumul 1 al apei "<< endl;
      cin>>v1;
      cout << "Introduceti volumul 2 al apei "<< endl;
      cin >> v2;
      cout << "Introduceti temperatura primului volumul de apa "<< endl;
      cin >> t1;
      cout << "Introduceti temperatura volumului doi de apa "<< endl;
      cin >> t2;
      v3 = v1 + v2;
      t3 = (v1 * t1 + v2 * t2) / v3;
      cout << "Volumul de apa rezultant "<<v3 << endl;
      cout << "Volumul tempeaturii finale a apei "<<t3 <<endl;
      return 0;
}
```

Un alt exemplu de abordare STEAM este crearea unui test în baza cunoștințelor din domeniul arte. Pentru a crea un test în domeniul arte, este necesar de a poseda cunoștințe vaste în acest domeniu, iar prin utilizarea tehnologiilor informaționale aceste cunoștințe nu numai că pot fi verificate, dar pot fi și aprofundate. În acest caz, cunoștințele din domeniul artelor sunt folosite în crearea algoritmului pentru testarea cunoștințelor.

- *Abordarea din punctul de vedere al artelor*

Pentru acest test este necesar de a cunoaște sculptorii faimoși din epoca Renașterii.

- *Abordarea din punctul de vedere al informaticii*

Algoritmul testului scris în limbajul de programare C++:

```
#include <iostream.h>
int main(){
int raspuns;
cout << "Cine este autorul frescei din Capela Sixtina "<< endl;
cout << "1. Michelangelo Buonarroti "<< endl;
cout << "2. Leonardo da Vinci "<< endl;
cout << "3. Donatello "<< endl;
cout << "4. Altcineva "<< endl;
cout << "Introduceti numarul raspunsului"<< endl;
cin>> raspuns;
```

```
if (raspuns==1)cout<<"Raspunsul este corect"<<endl;
else{cout<<" Greseala " <<endl;
cout<<" Raspunsul corect este Michelangelo Buonarroti"<<endl;
}
return 0;
}
```

Așadar, pentru o educație creativă STEAM, ar trebui introduse diferite sisteme de gândire referitoare la știință, tehnologie, inginerie și artă. În acest scop, este important ca elevii să învețe cum să aplice o teorie științifică de bază la diferite tehnologii și cum aceste tehnologii pot fi utilizate în viața reală. Astfel, relațiile dintre domeniile STEAM, precum și cele dintre educație și practică, sunt vitale.

Concluzii

Impulsul principal al educației STEAM vine din competențele secolului XXI pentru viitoarea piață a muncii, cu utilizarea etică a resurselor naturale și a altor resurse disponibile.

Mulți dintre absolvenții de astăzi nu au abilități care provin din toate disciplinele. Cunoștințele, aptitudinile, valorile și atitudinile disciplinare unice nu sunt considerate suficiente pentru cariera de succes a unei persoane în secolul nostru. Tinerii au nevoie de cunoștințe și de abilități mai aprofundate în rezolvarea problemelor, cu idei integrate de artă, matematică, știință, inginerie și tehnologie, combinate împreună.

Implementarea STEAM ajută studenții să obțină cunoștințe și să dezvolte o varietate de abilități, cum ar fi gândirea critică, gândirea computațională, proiectarea creativă, rezolvarea problemelor și inovarea soluțiilor la problemele actuale.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. BAEK, Y.; KIM, Y.; NOH, S.; PARK, H.; LEE, J. et al. *Basic research for establishing the direction of STEAM education in Korea*. Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, 2012.
2. DRIVER, D.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; & SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 1994. nr. 23(7), p. 8.
3. YAKMAN, G. STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. *Pupils Attitudes Towards Technology,* 2008. Annual Proceedings. Netherlands, 2008.

4. HUBER, M.T.; & MORREALE, S.P. *Disciplinary styles in the scholarship of teaching and learning: Exploring common ground*. Washington, D.C.: American Association for Higher Education and The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 2002.
5. BARLEX, D.; & PITT, J. *Interaction: the relationship between science and design and technology in the secondary school curriculum*. London: Engineering Council, 2000. p. 41.
6. National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. Principles and standards for school mathematics. Reston, VA, 2000.
7. DEWEY, J. *Democracy and education*. New York: Macmillan Publishing Company, 1916.
8. PAPERT, S. Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books, Inc., 1980.
9. WING, J.M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, 2006. nr. 49(3), pp. 33-35.
10. CUNY, J.; SNYDER, L.; & WING, J.M. Demystifying computational thinking for non-computer scientists, 2010. Disponibil: http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf
11. WING, J.M. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 2008. nr. 366(1881), pp. 3717–3725. Disponibil: doi:10.1098/rsta.2008.0118.

CZU: 004:37.022

PORTALUL ETWINING – OPORTUNITATE DE DEZVOLTARE DURABILĂ A EDUCAȚIEI PRIN PROIECTE STEM

Dumitru IEŞEANU, profesor informatică, grad didactic II
https://orcid.org/0000-0003-2189-1466
Şcoala Profesională nr. 2, Cahul, Republica Moldova

Rezumat. Noile viziuni a dezvoltării valorilor educaționale prin proiect devin tot mai solicitate platformele educaționale de colaborare națională sau internațională una din așa modalități este portalul eTwininng. Lucrarea dată abordează descrierea oportunității dezvoltărilor interactive interdisciplinare și transdisciplinare, unde elevii pe deplin simt necesitatea muncii depuse în echipă rolul fiecărui coechipier și cel mai semnificativ factor fiind acel că acest portal se bazează în mare măsură pe proiecte ce sunt inițiate și dezvoltate într-o echipă educațională la nivel de republică sau internațional fiind cel puțin două instituții de învățământ.
Cuvinte – cheie: metoda STEM, proiectul, interdisciplinaritate, transdisciplinaritate, metode interactive de predare – învățare – evaluare la distanță.

ETWINING PORTAL – OPPORTUNITY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF EDUCATION THROUGH STEM PROJECTS

Abstract. New visions of developing educational values through the project are becoming more and more in demand educational platforms for national or international collaboration one of such ways is the eTwininng portal. This paper addresses the description of the opportunity of interactive interdisciplinary and transdisciplinary developments, where students fully feel the need for teamwork the role of each teammate and the most significant factor being that this portal is based largely on projects that are initiated and developed in – an educational team at republic or international level being at least two educational institutions.
Keywords: STEM method, project, interdisciplinarity, transdisciplinarity, interactive methods of teaching – learning – distance evaluation.

”*Individual, suntem o picătură. Împreună, suntem un ocean*”,
Ryunosuke Satoro

Introducere

O diversitate de abordare metodologică a dezvoltării colaborative în mediul virtual prin intermediul platformelor educaționale, cum ar fi: educatieonline.md, live.etwinning.net, stemalliance.eu ș.a.. Astfel învățarea prin metoda STEM devine o metodă de conlucrare și de schimb de experiență tot mai necesară și utilă pentru evoluarea unui proces educațional performant și durabil.

Învățarea prin metoda STEM subînțelege învățarea bazată pe produse, drept termeni un produs educațional pot fi următoarele forme reprezentative: postere, rebusuri, jocuri interactive, portofolii, galerii foto, cărți electronice, după cum menționează și Cosmin Marinescu deduce [ibidem, p. 110], că un produs educațional este asemenea unui produs

economic ce poate avea o valoare exprimată printr-un anumit preț sau altă forma de estimare(apreciere) [1].

Majoritatea proiectelor realizate pe platforma eTwinning sunt proiecte care promovează abordările integrate, pe de o parte datorită valenţelor recunoscute ale acestora, iar pe de altă parte datorită diferenţelor la nivelul curriculumului şcolar din țările membrilor comunității eTwinning [2].

Actualitatea – Promovarea educației inovatoare prin dezvoltarea abilităților multidisciplinare a elevilor a dezvoltat și metode îndreptate în acest sens, una din aceste oportunități oferă portalul etwining.net la baza cărui stau colaborări educaționale în majoritatea cazurilor bazate pe metodele STEA și STEAM anume dezvoltă capacitatea de comunicarea și colaborare a profesorilor ce îndeamnă elevii să dezvolte colaborativ, multidisciplinar orientându-se spre un produs final prin intermediul unui studiu de caz sau micro – cercetare științifică propus de un standard specific platformei.

Aprecierea necesităților - Odată cu apariția noilor forme de colaborare digitală pe spațiul virtual, au parvenit noile cerințe de a valorifica capacitatea de a dezvolta la discipolii săi capacitatea de ași exprima cunoștințele sale prin intermediul unui produs multidisciplinar digital.

Descrierea problemei - Evoluţia practicilor educative în scopul creșterii motivației și implicației elevilor de a se înscrie la platforme educaționale ce oferă o gamă largă de valorificare a cunoștințelor sale pentru valorifica tendințele inovatorii prin produse digitale actuale și necesare cu o însemnătate locală, națională sau internațională.

Scop/Rezultate așteptate

- Ridicarea nivelului de studiu prin colaborare adaptarea capacității responsabile de muncă în echipă - gestionarea timpului liber.

Obiective

- ✓ Motivarea elevului de a se dezvolta multidisciplinar;
- ✓ Să ajute elevii să își dezvolte competențe de gândire critică și rezolvare de probleme;
- ✓ Să asiste elevii în realizare și interpretarea experimentelor științifice;
- ✓ Să faciliteze reflecția elevilor asupra învățării prin crearea de noi produse;
- ✓ Să încurajeze elevii să observe, să analizeze și să rezolve problemele semnificative din viața reală;
- ✓ Formarea unui elev responsabil ce cunoaște cum să-și gestioneze corect timpul său liber.

Metode

eTwinning a fost lansat la 14 ianuarie 2005, cu scopul iniţial de a facilita parteneriatele între instituţii de învăţământ preuniversitar din Europa. Ulterior, scopurile acţiunii s-au consolidat, platforma etwinning.net devenind o comunitate a şcolilor din Europa, reunind acum peste 350000 de cadre didactice. Scopul principal al acţiunii eTwinning este acela de a

facilita comunicarea şi colaborarea între şcolile din ţările membre ale Uniunii Europene, implicând cadrele didactice şi elevii în activităţi noi de învăţare: crearea de diverse produse educaţionale care implică utilizarea noilor tehnologii şi în elaborarea cărora colaborează cu echipe din alte ţări [1]. eTwinning promovează colaborarea şcolară în Europa prin intermediul *tehnologiilor comunicării şi informaţiei* (TIC), oferind asistenţă, instrumente de lucru şi servicii şcolilor. De asemenea, eTwinning oferă profesorilor oportunităţi de dezvoltare profesională continuă, online şi gratuită [3].

Platforma etwinning.net oferă:

- ✓ instrumente pedagogice care integrează noile tehnologii în procesul de învăţare; apropierea de celelalte ţări participante şi mai buna cunoaştere a acestora;
- ✓ implicarea în activităţi curriculare comune;
- ✓ participarea profesorilor la o reţea europeană şi oportunităţi pentru dezvoltare profesională, prin colaborarea în proiecte internaţionale şi prin participarea la seminarii internaţionale de formare/ schimburi de experienţă;
- ✓ un cadru atractiv de învăţare pentru elevi şi pentru profesori;
- ✓ recunoașterea oficială şi o mai mare vizibilitate a activităţii participanţilor la nivel naţional şi european;
- ✓ premii anuale şi certificate naţionale şi europene de calitate pentru cele mai bune proiecte [4].

Modul de implementare a procesului de inițiere unui proiect presupune următoarele etape:

- Stabilirea temei/ unității de învățare;
- Determinarea obiectelor sau a ariei de cercetare;
- Determinarea echipei;
- Înscrierea proiectului pe platformă;
- Aprobarea proiectului;
- Înregistrarea participanților;
- Determinarea rolurilor și responsabilităților fiecărui membru din echipe;
- Stabilirea termenilor de realizare;
- Discutarea și ajustarea elevilor la procesul de inițiere;
- Dirijarea demersului cercetării;
- Prezentarea rezultatelor;
- Desemnarea rezultatelor finale prin activități extra – curriculare sau prin mijloace de socializare.

Mijloace necesare:

- cel puțin 2 instituții din aceeași țară sau diferite;
- cel puțin 2-3 cadre didactice;
- 5-15 elevi;
- proiect multidisciplinar;
- materiale consumabile birotice, resurse educaționale digitale;

- calculator PC, notebook;
- cameră web;
- browser web google Chrome – preferabil;
- acces la platforma eTwininng.

Figura 1. Etapele necesare pentru implementarea unui proiect pe comunitatea eTwininng

Figura 2. Mijloace necesare pentru implementarea unui proiect pe comunitatea eTwininng

Metoda de realizare practică **–** constă în următorii paşi:

Eşantionul experimental: elevii grupei 13, 16 și 17, anul de studiu 2021- 2022.

Obiectele: informatica, SSM, decizii pentru modul sănătos de viață, dezvoltarea personală.

1. Profesorii la întruniri metodice propun teme spre investigații;
2. Elevii ce fac parte din grupul experimental analizează materialele propuse la evenimentele organizatorice ale proiectului;

3. Analizează şi intervin, prin intermediul studiilor de caz sau micro – cercetărilor, produsele finale ce sunt propuse de obținut cu sprijinul cadrului didactic responsabil pe instituție;
4. Prezintă produsele executate în incinta evenimentelor organizate prin proiect;
5. Diseminarea rezultatelor pe rețelele de socializare.

Rezultatele elevilor au fost exprimate la final sub forma unui raport de activități comune ale proiectului. În rezultat abordarea colaborativă a partenerilor de proiect creează o atmosferă armonioasă plină de energie lucrativă cu emoții pozitive și rezultate pe măsură.

Rezultate

Dezbaterile și conlucrările pe perioada desfășurării proiectului implementat a avut un impact constructiv în direcția dezvoltării învățării bazate pe colaborare și schimb de experiențe între cadrele didactice și elevii participanți.

Produsul final este o conlucrare consolidată dintre o conlucrare amiabilă și prietenoasă la nivel de conlucrare dintre diferite țări, instituții de învățământ, cadru didactic – cadru didactic, cadru didactic – elev și elev – elev. Anume prin astfel de conlucrări și își iau roadă finalitățile cu caracter multidisciplinare și transdisciplinare ce dezvoltă învățarea durabilă pe tot parcursul vieții.

Concluzii

Comunitatea educațională a portalului etwinnig.net aduce o valoare foarte importantă educației prin colaborare atât pe teritoriul țării cât și între țările membre ale comunității.

La baza dezvoltării educaționale a comunității stau colaborările prin metoda STEM sau STEAM ce au ca bază dezvoltarea sectorului educațional durabil pe tor parcursul vieții.

Un mare avantaj a elevilor în procesul de promovare a facilităților educaționale oferite de comunitatea etwininng.net.

Participarea instituțiilor la asemenea conlucrări ridică imaginea sa la nivel de republică și european căpătând și un statut de instituție eTwininng.

Bibliografie

1. MARINESCU, C. *Educaţia: perspectivă economică*. Bucureşti: Editura Economică, 2001.
2. Valorificarea pedagogică a parteneriatelor școlare eTwinning, disponibil: http://etwinning.ro/wp-content/uploads/2013/01/Pedagogical-eTwinning-guide-RO.pdf data descărcării: 22.09.2022.
3. Despre etwining. disponibil: https://www.etwinning.net/ro/pub/about.htm, data descărcării: 22.09.2022.
4. eTwinning – un pas în cooperarea europeană. Suport de curs. disponibil: https://www.edufor.ro/documents/suport_etwinning.pdf, data descărcării: 22.09.2022.

CZU: 004.056.55

TRANSACTIONS TRACKING AND VISUALIZATION TOOL IN THE BLOCKCHAIN

Veaceslav IURCO, IPLT M. Eminescu
https://orcid.org/0000-0001-7595-3330
Olga CERBU, State University of Moldova
https://orcid.org/0000-0002-6278-7115
Nichita CRAVCENCO, State University of Moldova
https://orcid.org/0000-0002-9105-5116
Vadim GONȚA, CEITI
https://orcid.org/0000-0002-7429-4262
Roman JALBA, CEITI
https://orcid.org/0000-0003-2238-2946

Abstract. In this paper is described how the Visual Explorer works. This application is used as a guide for users who look at the transactions in crypto space. It is intended to facilitate the search for usual transactions, stolen funds as well as typical attacks in the blockchain.
Keywords: BC – BlockChain; ETH – Ether; EVM – Ethereum Virtual Machine; attacks on blockchain; cryptocurrency; mining; proof-of-work; Web3.

INSTRUMENT DE URMĂRIRE ȘI VIZUALIZARE A TRANZACȚIILOR ÎN BLOCKCHAIN

Rezumat. În această lucrare este descris modul în care funcționează Visual Explorer. Această aplicație este utilizată ca ghid pentru utilizatorii care se uită la tranzacțiile din spațiul criptografic. Acesta este destinat să faciliteze căutarea tranzacțiilor obișnuite, a fondurilor furate, precum și a atacurilor tipice în blockchain.
Cuvinte cheie: BC-BlockChain; ETH-ether; EVM – Ethereum mașină virtuală; atacuri asupra blockchain; Criptomonedă; minerit; proof-of-work; Web3.

Introduction

In this paper, we talk about an application for displaying a graph of transaction history in a blockchain based on an Ethereum Virtual Machine (EVM).

Blockchain is a shared, immutable ledger that facilitates the process of recording transactions and tracking assets in a business network. Blockchain has gained great popularity and is used in systems for various purposes such as cryptocurrencies and control systems. Blockchain provides decentralized, secure and at the same time open data storage (open database). To automate the implementation of agreements in the systems that are used in the blockchain, smart contracts will be used. The concept of the blockchain is that the network validators, which each user can become, can create new blocks with transactions, and receive remuneration for this in the currency of this blockchain, for example Ether (ETH) – the coin of the Ethereum blockchain. Validators also check the history of the blockchain for the presence of attacks or all kinds of malicious actions.

Smart contracts are simply programs stored on a blockchain that run when predetermined conditions are met. They typically are used to automate the execution of an agreement so that all participants can be immediately certain of the outcome, without any intermediary's involvement or time loss [3].

Solidity is a statically typed programming language designed for developing smart contracts that run on the Ethereum Virtual Machine (EVM).

About the project

Visual Explorer - is a tool that is primarily created for specialists whose specialization is to investigate the blockchain. Blockchain itself is a secure platform, but the problem often arises in the code of smart contracts, when even a Boolean operation can leak millions of dollars. Hackers very often use these vulnerabilities to get a tidbit and at the same time remain anonymous. But, like hackers who use their knowledge to the detriment of others, benefiting themselves, there are "white" hackers who conduct investigations, helping project "victims", which often leads to a partial refund, and sometimes a full refund.

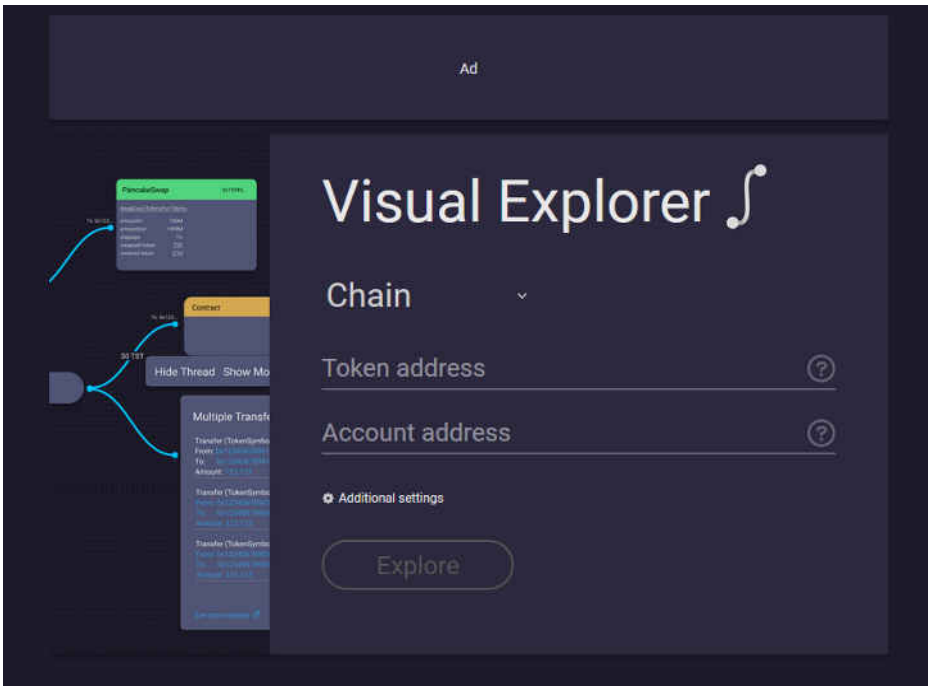


Figure 1. The interface of application

The interface of the web application is quite simple, but it will be difficult for an ordinary user, and in some cases even impossible to understand what transaction means. On the main page there are attributes such as a list of blockchains, a field for entering cryptocurrencies, and a field for entering an account whose sequence of transactions needs to be tracked. From the list of blockchains, select the necessary one (EVM-compatible blockchains are currently available) to track transactions in it, in the first input field, the address of the cryptocurrency contract is provided, for example, Fig. 2, the USDT (cryptocurrency pegged to 1 USD; in

other words USDT is a crypto dollar; $1 = 1 USDT) token is tracked. In the last input field, must be written the account address, which is a public key, in the form of a hash [1].

Since, first of all, this application is necessary to track fraudsters transactions, in the first field it is assumed that the specialist will enter the address of the cryptocurrency that was created by the attacker, and in the second field the account of the attacker himself.

When the “Explore” button is clicked, the user is shown a graph of the transaction sequence, from the moment of the fraudster's first interaction with this smart contract to the last interaction transaction, as well as everyone with whom the fraudster interacted. using some filtering, it will be possible to track all accounts that may be presumably members of the fraudster's team or his additional accounts.

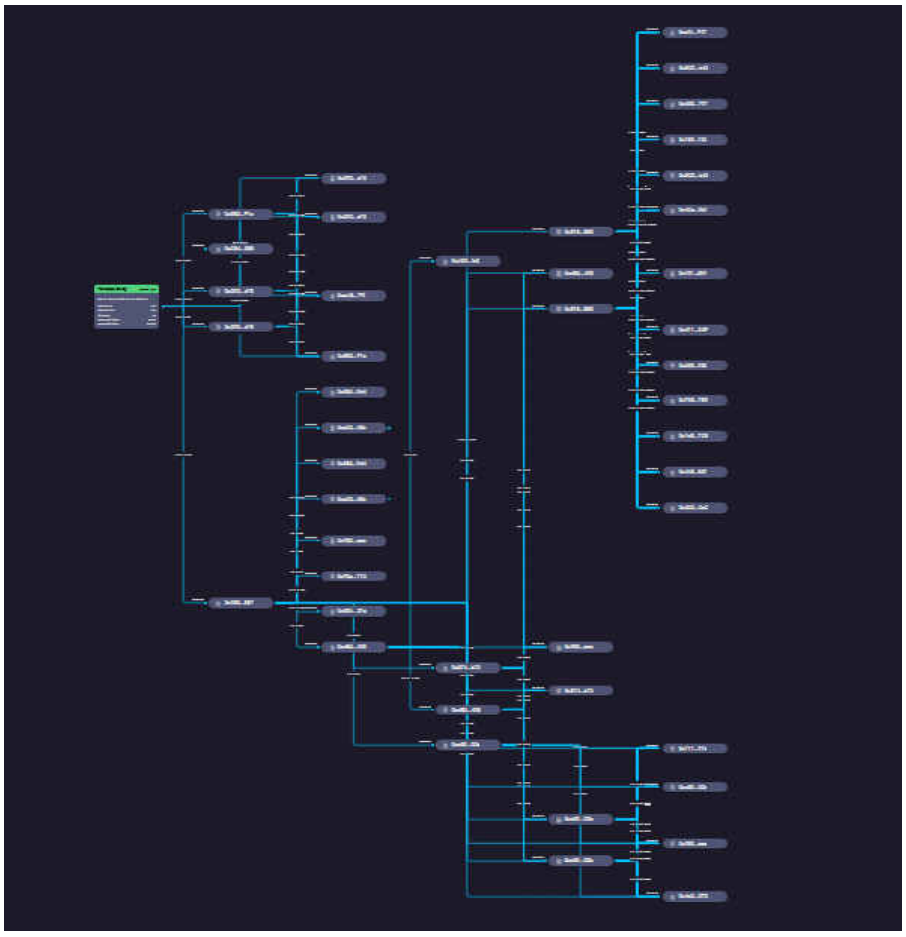


Figure 2. Transaction tracking chart

Consider an example, on a smaller number of transactions.

The first node is a root node of an account which transactions we want to monitor. From the root node the two curves originate with the value of the transaction's hash. The two nodes are representing so-called multisend transactions (multisend transactions - complex transaction in which participate 3 or more accounts or in which transfers goes from address to address until it reaches the final account) [2]. Then from these two nodes another curve originates, first nodes of which represent the addresses who did the transfers.

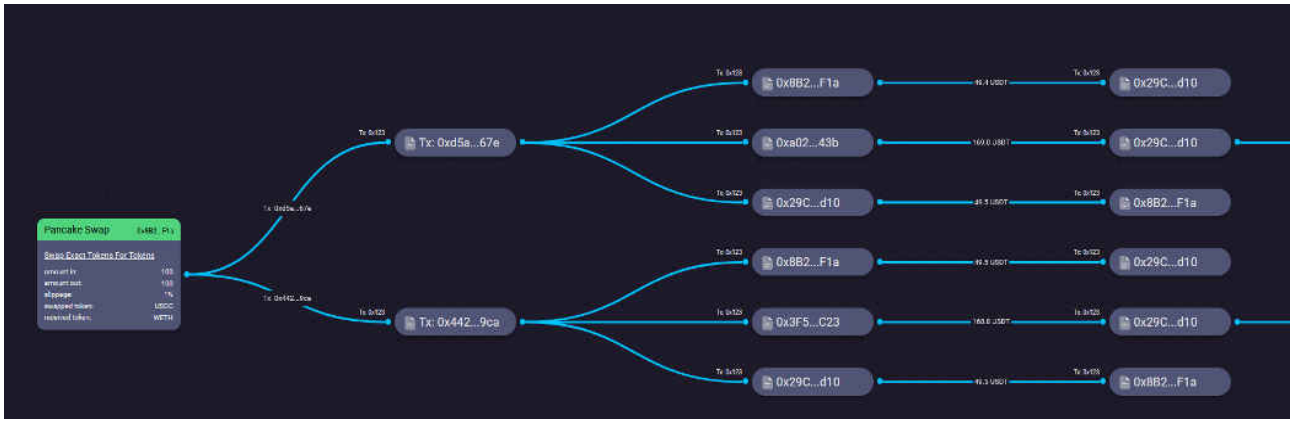


Figure 3. Chart display fragment

In order to display the graph, I use an algorithm in which we generate the position **x**, then arrange the positions by **y**.

1) Generate position by x; $x = k_i + x + n$**;**
2) Generate position by **y;**

```
While i != 0:
  if(layer == this.layers - 1):
       k = y + n;
  else:
       firstChildren = children[0];
       lastChildren = children[children.length - 1];
       y = (lastChildren.y + firstChildren.y) / 2;
  i = i - 1.
```

Conclusion

This application is designed to lower the entry threshold for people who are interested in blockchain and web3 applications, as well as simplify the work for companies conducting investigations inside the blockchain.

This moment the application is in development and the algorithm of representing transactions upgrades every day to improve user experience on it.

References

1. CONTI, M., KUMAR, S., LAL, C., RUJ, S. *A Survey on Security and Privacy Issues of Bitcoin* // arXiv:1706.00916v3 [cs.CR]. 2017. URL: https://arxiv.org/pdf/1706.00916.pdf
2. IBM. What are smart contracts on blockchain? URL https://www.ibm.com/topics/smart-contracts
3. ТРУБАЧ, Г.Г. Виды атак на блокчейн и умные контракты: https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/216685/1/278-281.pdf

CZU: 004.65

ELABORAREA UNEI APLICAȚII CU MANAGERUL PENTRU BAZE DE DATE H2

Veaceslav IURCO, IPLT M. Eminescu
https://orcid.org/0000-0001-7595-3330
Olga CERBU, State University of Moldova
https://orcid.org/0000-0002-6278-7115
Gabriel TUREȚCHI, Technical University of Moldova
https://orcid.org/0000-0001-8123-6709
Vadim GONȚA, CEITI
https://orcid.org/0000-0002-7429-4262

Rezumat. Această lucrare descrie sistemul de management al bazei de date H2 (Hypersonic 2). H2 folosește SQL pentru gestionarea DB. Este posibil să gestionați bazele de date existente scrise în diferite limbi prin intermediul consolei web H2 utilizând mai multe funcții compatibile cu bazele de date mai mari existente. Pentru aplicații mici, H2 poate fi avantajos, deoarece este pur și simplu inclus în aplicație.
Cuvinte cheie: H2 – Hypersonic 2; baze de date; operații CRUD; SQL.

DEVELOPING AN APPLICATION WITH THE DATABASE MANAGER H2

Abstract. This work describes the H2 (Hypersonic 2) database management system. H2 uses SQL for DB management. It is possible to manage existing databases written in various languages through the H2 web console using multiple functions compatible with existing larger DBs. For small applications, H2 can be advantageous because it is simply included in the application.
Keywords: H2 – Hypersonic 2; Data Bases; CRUD operations; SQL.

Introducere

H2 este un sistem de gestiune al bazelor de date relaționale (SGBD), opensource, independent de platformă, scris complet în limbajul Java. Autorul sistemului este Thomas Mueller, prima lansare a avut loc în decembrie 2005. În prezent codul sursă este accesibil programatorilor cointeresați în dezvoltarea proiectului, se perfecționează în continuu și se implementează componente noi care ajustează actualitatea utilizării acestui proiect în mai multe domenii, cu funcționalități mai vaste [1]. Importanța temei se evidențiază prin popularitatea dezvoltării și testării softaware în limbajul Java. Bazele de date elaborate în SGBD H2 sunt compatibile cu proiecte Java, fiind independente de platformă și simplu de dezvoltat. SGBD H2 este foarte folositor în procesul de dezvoltare și testare deoarece: permite setarea modului de lucru client-server sau inclus în aplicație, păstrarea datelor în memorie operativă sau sistemul de fișiere al calculatorului, posedă sintaxă pentru mărirea eficienței interogărilor SQL, posibilitate de integrare cu Hibernate, TopLink, Glassfish, Apache ActiveMQ, jOOQ și alte frameworkuri și tehnologii actuale. De asemenea sunt implementate funcții specifice pentru SGBD, inclusiv pentru citirea și scrierea fișierelor cu date separate prin virgulă (Comma Separated Value, CSV). Aplicația posedă volum mic al

distributivului, oferă consolă web cu interfața grafică. Prin intermediul consolei este posibilă gestionarea bazelor de date existente scrise în diverse limbaje. Astfel, acest sistem SGBD este foarte comod în implentare, dar și necesită să fie testat, studiat și să fie completate informațiile accesibile online. Precum și studierea în practică a funcționalităților specifice și oportunităților noi introduse în versiunile recente ale H2. Studierea modului de lucru al acestului sistem de gestiune al bazelor de date se va face prin studierea documentației oficiale prezentate de către dezvoltatorii proiectului, elaborarea exemplelor practice pe baza acestora. Se va efectua analiza specificului lucrului cu H2 reieșind din datele oficiale de testare prezentate în rapoarte comparativ cu alte sisteme de gestiune, precum și rezultatele obținute în elaborarea bazei de date și lucrul aplicației elaborate cu acest sistem de gestiune. După studierea bazelor teoretice de lucru cu H2 va fi elaborată baza de date pentru evidența datelor într-un centru lingvistic. Baza de date va conține evidența dicționarelor disponibile, persoanelor utilizatoare a aplicației, persoanelor care frecventează centrul și utilizează materialele lingvistice disponibile, mai multe tabele vor fi necesare pentru evidența detaliilor referitoare la cantitatea, disponibilitatea, descrierea materialelor didactice. Lucrul cu această bază de date se va produce cât prin intermediul consolei web prin intermediul browserului, atât și direct efectuând conexiunea și executarea instrucțiunilor SQL din aplicație. Se va efectua crearea bazei de date în modul inclus în aplicație, cu păstrarea datelor în memorie operativă în timpul scrierii aplicației, și se va transfera ulterior modul de păstrare a datelor în sistemul de fișiere. Se vor efectua funcții H2 de căutare după text întreg, lucru cu fișiere CSV, interogări SQL generale de creare, citire, reînnoire, ștergere (Create Read Update Delete, CRUD) și specifice bazelor de date elaborate cu H2. Ca valoare aplicativă, produsul software elaborat va putea fi utilizat într-un centru lingvistic de studiere a limbelor străine pentru evidența materialelor de studiu, dicționarelor, persoanelor care le împrumută, altor detalii necesare, dar, la necesitate va putea fi utilizată și pentru păstrarea evidenței ale altor date specifice. Datorit implementării în limbajul Java aplicația și baza de date H2 inclusiv va putea fi utilizată pe diverse platforme, inclusiv sisteme de operare precum Windows, Linux, MacOS. Ca scop este crearea unei aplicații de volum mic, astfel volumul codului sursă poate fi micșorat semnificativ utilizând Project Lombok, Spring Boot cu includerea Tomcat, Spring Data JPA pentru minimizarea codului necesar pentru crearea conexiunilor între baza de date și aplicație,Thymeleaf pentru reflectarea eficientă a datelor prelucrate în interfața utilizator. Se va implementa modul de accesare orientat pe obiect la conexiune cu baza de date, și se va implementa executarea unor interogări mai complexe prin executarea directă a interogărilor și scripturilor SQL din codul aplicației. Astfel, aplicația va putea fi folosită pentru comoditatea evidenței centrului de studiere al limbilor străine, la evidența datelor unei biblioteci. Aplicația poate fi utilizată local sau implementată varianta accesibilă web. Se va încerca să se identifice tehnologiile optime pentru comoditatea gestionării datelor prin intermediul pentru dezvoltare, utilizare împreună cu SGBD H2. Concluzionând ideile de mai sus, această lucrare are ca scop studiul

particularităților de lucru cu bazele de date H2, un SGBD popular în dezvoltare, implementarea bazelor de date, stabilirea conexiunii între aplicație web Java și bază de date, utilizarea instrumentelor actuale Java, reflectarea datelor bazei de date în interfața grafică utilizator și analiza rezultatelor din punct de vedere specificului H2, funcționarea și eficiența produsului elaborat, analiza avantajelor, dezavantajelor și oportunităților pentru elaborarea bazelor de date H2.

Date genreale despre H2

H2 utilizează SQL pentru gestionarea BD. Este posibilă gestionarea bazelor de date existente scrise în diverse limbaje, prin intermediul consolei web H2, utilizând funcții multiple compatibile cu BD mai voluminoase existente. De asemenea SGBD H2 este foarte folositor în procesul de creare a produselor software, deoarece permite crearea testelor cu date în memorie operativă, dar și cu păstrarea pe disc. Există posibilități vaste ale interogărilor, funcțiile și sintaxa specializate permit efectuarea repetată a interogărilor SQL, definirea ciclurilor, funcții definite de utilizator. Pentru aplicații mici H2 poate fi folosit desinestătător deoarece se include simplu în aplicație. Pentru lucru cu codul Java se recomandă și este mai bine testată folosirea Java 8 și 11. Regimuri de lucru posibile sunt: regimul la nivel de server și regimul inclus în aplicație. Modul de păstrare a bazei de date în memorie implicit este astfel încât baza se creează și se inițializează atunci când este pornită aplicația, ulterior se distruge atunci când aplicația este oprită ori JVM se oprește. Toate datele cu păstrarea în memorie operativă se pierd la restartarea aplicației. Pentru a păstra datele la restartarea aplicației se poate de stocat datele în fișiere sau de adăugat parametrul DB_CLOSE_DELAY cu valoare -1 la adresa BD pentru ca datele să rămână în memoria operativă, ceea ce poate provoca excepții din cauza supraîncărcării memoriei. Trebuie de menționat că BD în memorie sunt localizate la JVM, deci este posibil de accesat URL al BD numai din același JVM și class loader environment.

Concluzionând cele de mai sus, sunt posibile următoare moduri de lucru după locul de păstrare al datelor:

- în memorie operativă – timp minimal de răspuns, nu e nevoie de accesat discul, datele se crează odată cu prima conexiune și se distrug odată cu închiderea ultimei conexiuni.
- persistent - pe disc în sistemul de fișiere al calculatorului.

  După modul de lucru sunt susținute următoarele opțiuni:
- în mod inclus într-o aplicație Java, astfel se va putea de executat mai rapid operațiile decât în modul server;
- în modul server, deci baza de date va fi accesibilă de pe alt server.

Toate modurile de păstrare ale datelor pot fi implementate cu toate tipurile de lucru, deci pot exista modul: inclus și în memorie operativă, inclus și persistent, server și memorie operativă, server și persistent. În implementări specifice pot fi configurări care

implementează concomitent mai multe moduri din cele patru. Un exemplu al modul hibrid de lucru este cel care combină mod inclus și server. Prima aplicație conectează la BD în modul inclus. Concomitent este pornit serverul astfel încât alte aplicații, inclusiv din alte procese pot accesa concomitent BD. Conform setărilor implicite se va utiliza oricare port TCP liber. URL de accesare al bazei de date nu se modifică pentru diferite aplicații. De exemplu pot avea loc următoarele baze de date cu proprietăți definite după adresa URL. BD pe disc și inclusă:

- jdbc:h2:Users/user/directoriu/baza - baza cu păstrarea persistentă a informației (pe disc) se crează în directoriul "directoriu";
- jdbc:h2:/./baza - baza cu păstrarea persistentă a informației (pe disc) se crează în directoriul curent de lucru.

BD în memorie și inclusă:

- jdbc:h2:mem: - se crează baza fără denumire cu o conexiune posibilă
- jdbc:h2:mem:baza – datele se mențin în memorie operativă indicate de cuvântul cheie mem, baza se șterge după închiderea ultimei conexiuni, se admit mai multe conexiuni într-un proces
- jdbc:h2:mem:baza;DB_CLOSE_DELAY=-1 - datele se mențin în memorie operativă după închiderea tuturor conexiunilor. Datele se păstrează atât timp cât lucrează mașina virtuală dar se vor elimina la restartarea serverului.

Pe disc și Client/Server cu pornirea prealabilă a serverului în consolă se utilizează:

- jdbc:h2:tcp://localhost/~/baza - baza se află în directoriul cu numele utilizatorului acestui calculator

În mod hibrid și fără pornirea prealabilă a serverului:

- jdbc:h2:/data/test;AUTO_SERVER=TRUE

Portul TCP se poate seta manual în felul următor: AUTO_SERVER_PORT = 8081. În memorie și Client/Server cu server TCP:

- jdbc:h2:tcp:<adresa ip>:<portul>/mem:baza

De exemplu, pentru baza în memorie se poate de pornit în aceeași aplicație server TCP și de accesat în felul următor BD: jdbc:h2:tcp://localhost:9092/mem:baza , și în modul următor pentru BD care se păstrează în fișier: jdbc:h2:tcp://localhost:9090/~/baza.

Soluții în probleme de durabiliatate

În documentație H2 este indicat că există probleme ACID referitoare la durabilitate, ce pot conduce la pierderea datelor tranzacțiilor terminate, la dispariția alimentării cu energie electrică. Sistemul nu folosește apeluri FileDescriptor.sync(), FileChannel.force() și fsync deoarece aceștea încetează semnificativ lucrul sistemului, la utilizarea lor este posibil de efectuat numai 60 de operații pe secundă. De asemenea o altă cauză de a nu utiliza *fsync* constă în faptul că multe discuri se distribuie cu opțiunea setată de cash-are a inscrierii.

Pentru asigurarea durabilității în documentație se recomandă utilizarea SET WRITE_DELAY și CHECKPOINT SYNC, care sunt disponibile cu drepturi de administrator [2].

Restricții de volum

În prezent există unele restricții pentru volumul datelor [3]: Fișierul BD poate fi de maxim 4 TB, BD poate avea maxim 2^64 de linii, 65535 tranzacții deschise, maxim 16384 coloane se pot afișa prin interogare de selectare. Totodată nu există limitări pentru o serie de parametri în afara de volum de memorie disponibil. Acestea sunt: număr maximal de tabele,indexuri, triggeruri, obiecte, număr de linii în interogare, lungimea liniei interogării select. De asemenea interogări asupra tabelelor de metadate se pot efectua încet pentru mai mult de câteva sute meta tabele. În timp actual mărimea implicită a unei pagini este 2 KB, acest parametru poate fi setat manual. Trebuie de menționat că utilizarea unor cuvinte cheie precum cele prezentate în cotinuare ca denumiri de tabele, coloane și alți identificatori definiți de utilizator pot duce la erori deoarece termenii respectivi sunt cuvinte H2 rezervate de sistem: ROWNUM, SELECT, SYSDATE, HAVING, INNER, INTERSECT, IS, JOIN, LIKE, LIMIT, MINUS, NATURAL, NOT, NULL, ON, ORDER, PRIMARY, CURRENT_TIMESTAMP, CROSS, CURRENT_DATE, EXCEPT, EXISTS, FROM SYSTIMESTAMP, TODAY, SYSTIME, TRUE, UNION, UNIQUE, WHERE, CURRENT_TIME,DISTINCT, FALSE, FOR, FULL, GROUP [4].

Concluzii

Deoarece bazele de date sunt componente indispensabile a majorității sistemelor informatice, dezvoltarea și testarea produselor de program devine cu mult mai simplă și efectivă la utilizarea unei SGBD precum H2, fiind opensource, poate fi instalată rapid, necesită volum minim de memorie, oferă interfață grafică intuitivă și ușor de utilizat pentru operații simple de gestionare a bazei de date, precum și documentație oficială detaliată pentru operații mai avansate.

Numărul mare de posibilități de lucru în diferite regimuri și scopuri al H2, împreună cu variate soluții software avansează dezvoltarea produselor de program, ușurează testarea și economisește semnificativ timpul și efortul depus al programatorilor, fiind totodată dezvoltat în scopuri necomerciale, astfel fiecare persoană interesată în implementarea funcționalităților noi și îmbunătățirii celor existente are posibilitatea să contribuie la dezvoltarea proiectului. Releas-urile regulate odată la 2-3 luni ale proiectului reflectă actualitatea și solicitarea semnificativă ale acestora.

SGBD H2 poate fi integrat și utilizat împreună cu majoritatea framework-urilor actuale pentru dezvoltarea aplicațiilor Java, susține comenzile SQL standard, dar și multiple comenzi și funcționalități adiționale. H2 susține modurile diferite de lucru: inclus și server, persistent și în memorie, ceea ce simplifică dezvoltarea diferitor produse de program.

Faptul că odată cu prestarea funcționalităților vaste nu se utilizează librării de la părți terțe are beneficii precum: viteza mai mare a operațiilor în SGBD, evitarea vulnerabilităților altor librării, dar și aspecte nefavorabile ca: lipsa rezultatelor de testare în volum necesar și necesitatea testării mai bune a funcționalităților noi.

Precum recunosc dezvoltatorii proiectului există probleme de durabilitate și datele bazelor de date se pot deteriora la stingerea curentului electric. Funcțiile librăriilor terțe care ar putea spori durabilitatea nu se implementează pentru că vor încetini efectuarea operațiilor. Proiectul H2 se află în dezvoltare continuă și în fiecare release se fixează mai multe vulnerabilități. La etapa actuală de dezvoltare a proiectului nu este recomandată implementarea bazelor H2 în producție cu volum mare de date, fiind posibil ca unele funcționalități încă să nu fie bine testate. Pentru aplicații mici H2 poate fi folosit desinestătător deoarece se include simplu în aplicație și prezintă rezultate bune de lucru cu volum restrâns de date. De asemenea este foarte comod de folosit acest SGBD în scopuri de testare, cu volum restrâns de date care deseori nu trebuie să fie păstrat, dar poate fi înserat la utilizare în modul în memorie al bazei de date. Totodată, consola grafică a SGBD H2 poate fi folosită pentru lucru cu bazele de volum mare existente create cu alte dialecte SQL.

Bibliografie

1. https://github.com/h2database/h2database cod sursă al proiectului cu explicații.
2. https://habr.com/ru/post/446380/, „Evoluția H2”.
3. http://www.h2database.com/html/advanced.html#limits_limitations, „Limite H2”.
4. http://www.h2database.com/html/advanced.html#compatibility, „Cuvinte de Sistem Rezervate”.

CZU: 004+512:37.026

IMPLEMENTAREA INSTRUMENTELOR DIGITALE MODERNE ÎN PROCESUL DE SOLUȚIONARE A ECUAȚIILOR ALGEBRICE ȘI TRANSCENDENTE

Natalia JOSU, doctor, conferențiar universitar
Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale
https://orcid.org/0000-0002-3687-5437
Elena IMIHTEEV, masterandă anul II
Liceul teoretic "Ion Creangă", s. Coșnița

Rezumat. În articolul dat sunt specificate unele instrumente digitale moderne utile în procesul de predare-învățare-evaluare în cadrul compartimentului *Rezolvarea pe calculator a ecuațiilor algebrice și transcendente*.
Cuvinte cheie: instrumente digitale moderne, metode numerice, localizarea rădăcinii, metoda coardei, metoda tangentei, metoda bisecției.

IMPLEMENTATION OF MODERN DIGITAL TOOLS IN THE PROCESS OF SOLVING ALGEBRAIC AND TRANSCENDENTAL EQUATIONS

Abstract. In this article there are presented some useful modern digital education tools for teaching and learning within the field of *Solving of Algebraic and Transcendental Equations on the computer*.
Keywords: modern digital tools, numerical methods, root-finding algorithms, false position method, tangent method, bisection method.

Introducere

Dezvoltarea rapidă din ultimii ani a tehnologiilor informaționale și de comunicație se remarcă prin oferta vastă de sisteme educaţionale, instrumende digitale moderne (IDM), software specializate ce pot fi cu ușurință integrate direct în procesul educativ. Perfecționarea pedagogului în pas cu noile schimbări ale societății este o cerință obligatorie. Una din tendințele educației secolului XXI este instruirea interactivă. Scopul acestei concepții este de a oferi celui care învață o pregătire mai bună pentru viitor prin integrarea IDM și a materiei prezentate în manual [1]. Motivația pentru învățare este un pilon principal ce contribuie la asimilarea rapidă și cu succes a cunoștințelor de către elevi. În această direcție, IDM joacă un rol important, întrucât prin utilizarea acestora crește și motivația pentru studiul disciplinei [2].

Instrumente digitale moderne

În cele ce urmează vor fi evidențiate unele dintre IDM gratuite ce pot fi implementate cu ușurință în cadrul orelor de informatică. În particular se va lucra cu modulul *Calcul numeric*, compartimentul *Metode numerice de rezolvare a ecuațiilor algebrice și transcendente*, clasa 12. Conform Curriculumului la disciplina Informatică, capitolul trei *Metode numerice de rezolvare a ecuaţiilor algebrice şi transcendente* include patru paragrafe și anume: Separarea soluţiilor ecuaţiilor algebrice şi transcendente; Metoda bisecției; Metoda

coardelor și Metoda Newton [3]. IDM vor fi clasificate în: Aplicații pentru colaborare, suporturi vizuale pentru predare și aplicații pentru evaluare [4].

Aplicații pentru colaborare – sunt utilizate pentru crearea conținuturilor educaționale. Aici pot fi enumerate: documente Google Docs, registre de calcul tabelar Google Docs, prezentări Google Docs, Google Sites, Google Blogs, Aplicația Padlet, Lino etc. *Padlet* https://ro.padlet.com/ este o aplicaţie online care permite utilizatorilor să-și exprime cu uşurinţă opiniile pe baza unui subiect comun pe un perete virtual. Poate fi utilizat atât la predarea temei noi cât și pentru sesiuni de brainstorming și admite imagini, text și link-uri. Conținutul unui Padlet poate fi ușor exportat în diverse formate.

Lino (https://en.linoit.com/) este o aplicație similară Padtet-ului și se utilizează penru crearea de aviziere virtuale. Acestea pot fi colaborative sau personale în scopul de a demonstra o idee sau pentru a susține o prezentare.

Wakelet https://wakelet.com/ este un instrument digital gratuit utilizat pentru organizarea de informații textuale, multimedia și linkuri pentru a fi distribuite. Similar cu un avizier virtual, Wakelet are și o latură colaborativă, de exemplu elevii pot încărca teme pe avizierul creat de profesor sau pot realiza aviziere virtuale multimedia, în echipă, pentru a demonstra o idee, pentru a susține o prezentare.

Suporturi vizuale pentru predare – aplicații eficiente pentru a ilustra conținutul teoretic sau practic o constituie prezentările realizate cu utilitarul *Prezi* sau *Canva*. *Canva* - este considerat unul dintre cele mai atractive instrumente grafice, util în elaborarea materialelor didactice. Este un instrument online ușor de utilizat datorită interfeței sale drag-and-drop și oferă o multitudine de șabloane, care pot fi utilizate doar prin modificarea textului. Acestea includ infografice, postere, pictograme. Canva acceptă elemente de tip: imagini, video, link-uri, înregistrări proprii etc. Modificările efectuate în Canva se salvează automat iar documentul creat în Canva poate fi descărcat în diverse formate. Un alt mecanism digital util în prezentarea materiei sunt *Mind map-urile* (hărțile conceptuale, (www.goconqr.com, app.mindmup.com). Acestea sunt o modalitate excelentă de a ordona gândurile și ideile și de a le organiza pe un perete digital. Hărțile conceptuale permit organizarea logică a materialului de predat, schematizarea și sistematizarea conceptelor. *Mindmup* este un instrument gratuit și ușor de utilizat.

Aplicația *Mentimeter* (https://www.mentimeter.com) poate fi utilizată în cadrul orelor ca un instrument de dinamizare a prezentării și a implica participanții în exprimarea unei opinii sau idei. Aplicaţia oferă o versiune gratuită, aceasta permite ca fiecare exerciţiu creat să conţină doar două slide-uri.

Infograficele sunt deasemenea instrumente destul de populare în procesul de prezentare a informațiilor. Acestea au un puternic impact vizual asupra creerului. Din acest motiv informația structurată astfel este mai ușor de asimilat.

Tabla interactivă (SMART Notebook) – oferă oportunitatea eficientizării instruirii, cu posibilitatea de a face notițe sau completări direct pe orice aplicaţie activă de tipul Word,

Excel, PowerPoint sau chiar pe un site. Toate prezentările pot fi înregistrate în timp real, salvate, imprimate şi trimise prin e-mail, pentru a putea fi vizualizate sau editate. Tabla interactivă oferă flexibilitate maximă, ceea ce face posibilă rularea oricărei resurse multimedia sau a navigării pe Internet. Textele pot fi introduse, atât cu markerul, cât şi utilizând tastatura virtuală [5].

Table virtuale - sunt aplicaţii menite să ajute în organizarea şi realizarea lecţiilor în format online. În raport cu tablele interactive, tablele virtuale nu au nevoie de proiector şi soft special instalat pe dispozitiv, dar pot fi accesate şi vizualizate de fiecare participant. Google Jamboard (https://jamboard.google.com/), Idroo (https://app.idroo.com/), Whiteboard.fi (https://whiteboard.fi/) Lucidspark (lucidspark.com), Miro (https://miro.com), Stormboard (https://stormboard.com), Groupboard (https://www.groupboard.com), Sketchboard (https://sketchboard.io/) etc.

Aplicații de evaluare – evaluarea este parte componentă a procesului didactic. Pentru fiecare tip de evaluare pot fi identificate diverse instrumente și/sau tehnici. Pentru secvențe scurte de feed-back, sau pentru evaluarea atitudinii față de un unumit punct de vedere, ar putea fi utilizată și aplicația *Mentimeter*.

Learning Apps.org este o aplicație Web 2.0 concepută pentru a sprijini procesul de instruire prin metode interactive. Aplicația dispune și de o variantă a site-ului în limba română, iar categoriile încadrează majoritatea disciplinelor de studiu. Tipurile de exerciții care pot fi alcătuite sunt diverse, pornind de la: Cuvinte încrucișate; Jocul Milionarii; Marchează în text; Quiz cu alegere; Completează tabel; Quiz cu introducere; Grilă ordonare; Joc-Perechi; Ordonare cu hartă; Ordonare grupe; Ordonare pe imagini; Puzzle; Tabel ordonare; Rebus; Text spații goale; Completează tabel; Mindmap etc.

Și aplicaţia *Quizizz* (https://quizizz.com) este un instrument digital gratuit, ce poate fi integrat în predarea materiei, consolidarea și evaluarea cunoștințelor.

Aplicațiile *Kahoot* (https://kahoot.com/) și *Classroomscreen* (https://classroomscreen.com) pot fi integrate în etapa de reactualizare şi fixare a cunostinţelor însuşite anterior, dar şi în procesul de evaluare.

worditout.com (https://worditout.com/word-cloud/create) sau *wortwolke24* (https://www.wortwolke24.de/) – sunt aplicații gratuite ce permit definirea ”norilor de cuvinte”. Aplicațiile date pot fi utilizate pentru a recapitula unele noțiuni.

Google Forms – este un instrument digital modern, o componentă a pachetului *G-Suite-for-Education* (Google Workspace) utilizat atât pentru crearea testelor cât și a chestionarelor. Google Forms conține itemi de diverse tipuri: Răspuns scurt; Paragraf; Răspunsuri multiple; Casete de selectare; Dropdown; Scară liniară etc. Utilizând extensii suplimentare este posibil de completat testul cu limitarea timpului (Quilgo) sau alte extensii la dorința cadrului didactic.

Aplicaţia Liveworksheets – aplicația dată permite transformarea fişelor de lucru din fotmat pdf., jpg., png. etc în fișe interactive. Utilizatorul poate crea fișe personalizate sau poate utiliza fișiere create de alți utilizatori.

Platforma *Socrative* https://www.socrative.com/ poate fi folosită la elaborarea și administrarea unor instrumente de evaluare pentru orice disciplină care permite aplicarea testelor grilă.

Site-ul educațional *Educație Online* – a lansat curând o nouă platformă interactivă de creare a testelor https://www.educatieinteractiva.md/ (în curs de testare). Utilizatorul poate crea 14 tipuri de activități interactive, plus test sumativ. Este o platformă similară cu *Learning Apps.org*. După finalizarea testului elevul primește un certificat, ceea ce crește motivația acestuia pentru învățare.

www.didactic.ro este cel mai mare portal de resurse educaţionale din România, care este accesibil și pentru cadrele didactice din republica Moldova. Fiecare utilizator, ce posedă un cont pe acest portal, are acces la toate materialele postate și deasemenea are posibiliatatea să creeze resurse educaționale proprii.

Aplicația *Testmoz* https://testmoz.com/ poate fi utilizată atât în cadrul evaluărilor formative cât și sumative. Varianta gratuită permite însă doar un număr redus de tipuri de itemi.

Pentru construirea graficelor pot fi utilizate plotere de grafice online (https://www.mathe-fa.de/ro, https://www.geogebra.org/classic?lang=de etc) sau softuri matematice specialiazte (Maple, Wolfram Mathematica, GeoGebra etc)

Implementarea IDM în procesul de predare-învățare-evaluare

Metodele numerice permit determinarea rădăcinilor reale a ecuațiilor neliniare pe cale iterativă. În procesul de soluționare a unei ecuații neliniare pe cale numerică se construieşte un şir de aproximaţii succesive, care în anumite condiţii converge către soluţia exactă [6].

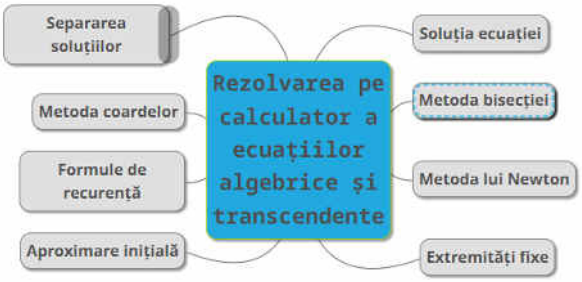
În continuare vom exemplifica unele din aplicațiile enumerate anterior privind implementarea IDM în procesul de soluționare a ecuațiilor neliniare cu o singură necunoscută.

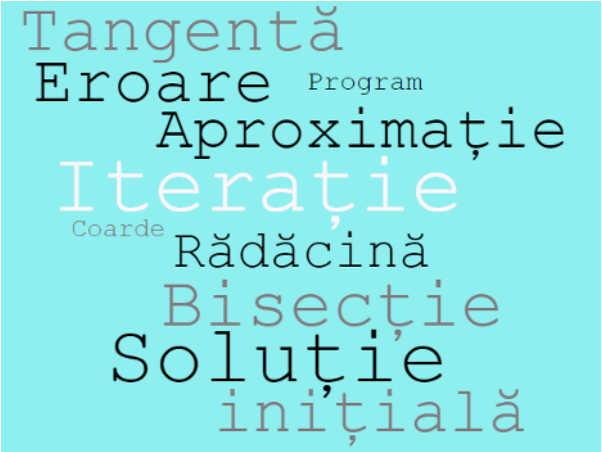
Unele rezultate sunt plasate în lucrare, iar pentru informația completă sunt atașate link-urile.

Prezentarea materiei:

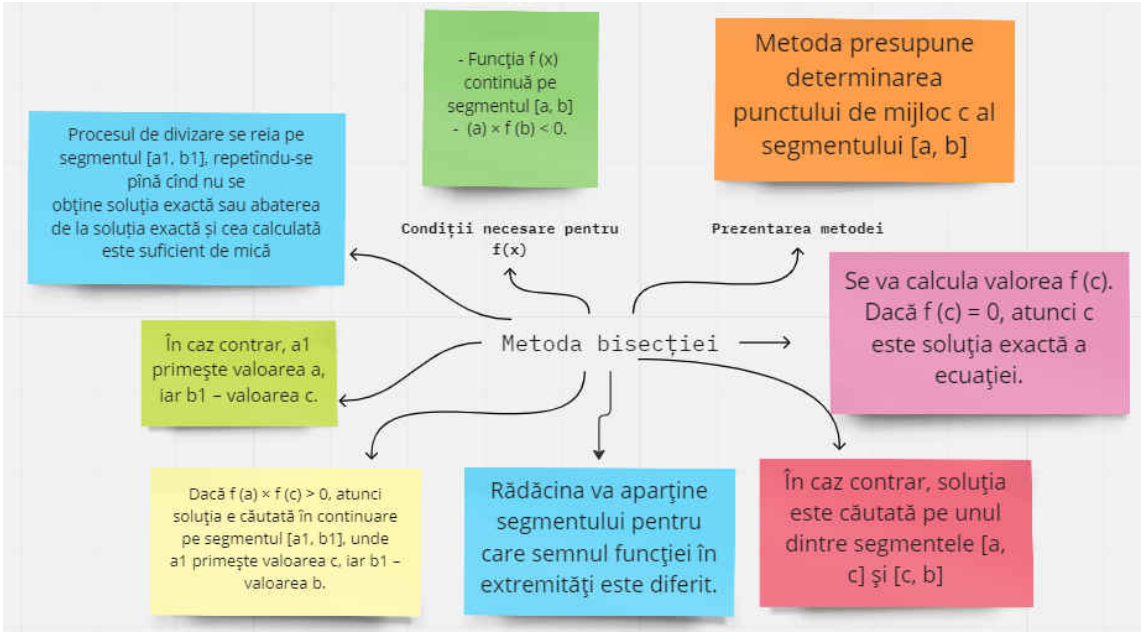
https://app.mindmup.com/map/_free/2022/10/dc322800417f11edb9008baea4e5f12c

https://worditout.com/word-cloud/5166094





- Utilizând infograficele: https://www.canva.com/design/DAFOVmmwqcg/-CowexonJFwyQlLF7zXtLg/edit#
- Implementând aplicația Lino: http://linoit.com/users/nbobeica/canvases/Metoda%20bisec%C8%9Biei%20
- Utilizând aplicația Padlet: https://padlet.com/nbobeica1978/agek64xpu11spkvw
- Utilizând tabla virtuală Jamboard se poate prezenta tema sau consolida unele momente, lucrând în grup. Fiecare elev poate lucra individual pe o tablă. https://jamboard.google.com/d/1cKkZVmvo0CyfL3CtnUUABZqbma2WgpUb4skdRNcpLLs/viewer
- Utilizând tabla virtuală Miro: https://miro.com/app/board/uXjVPP8GwMs=/



Consolidarea și evaluarea cunoștințelor:

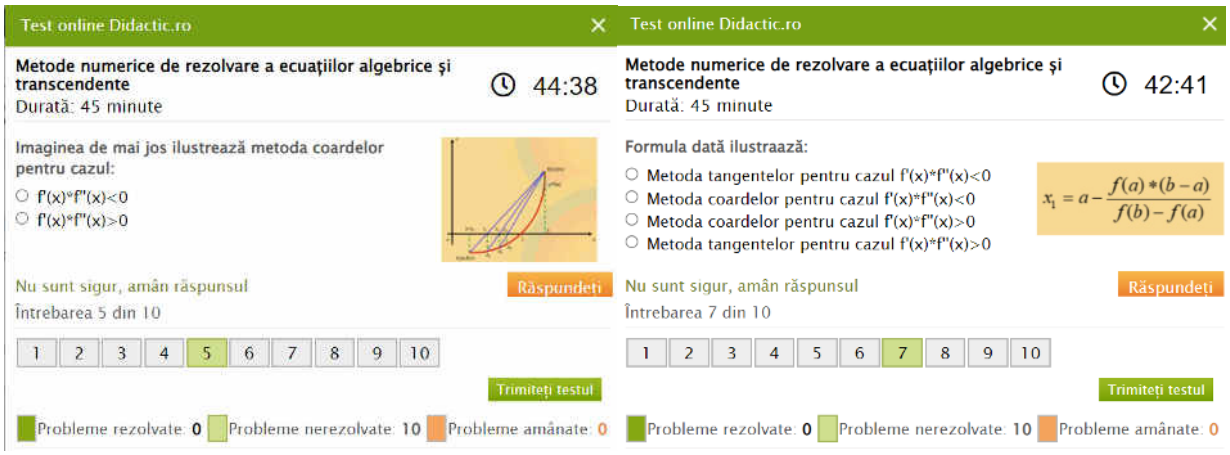
- Pentru un feedback scurt și un moment captivant pentru elevi se poate utiliza aplicația Mentimeter: https://www.menti.com/alhfom711kx5

- În cadrul evaluărilor formative este destul de accesibilă platforma *Learning Apps.org*. Ca exemplu sunt atașate 2 secvențe de test: https://learningapps.org/watch?v=p32ozvxij22 și https://learningapps.org/watch?v=piwv5gbyn22.

Una dintre cele mai simple metode de determinare a unei soluţii a ecuaţiei f(x) = 0 este metoda bisecţiei. Metoda presupune determinarea punctului de [ ] c al segmentului [a, b], apoi calculul [ ] f (c). Dacă f (c) = 0, atunci c este soluţia [ ] a ecuaţiei. În caz contrar, soluţia este căutată pe unul dintre segmentele [ ] şi [ ]. Ea va aparţine segmentului pentru care semnul funcţiei în extremităţi este [ ]. Dacă f (a) × f (c) > 0, atunci soluţia e căutată în continuare pe segmentul [a1, b1], unde a1 primeşte valoarea [ ], iar b1 – valoarea [ ]. În caz contrar, a1 primeşte valoarea a, iar b1 – valoarea c. Procesul de divizare se reia pe segmentul [a1, b1], repetîndu-se pînă cînd nu se obţine soluţia exactă sau eroarea soluţiei calculate c_i de la cea [ ] nu devine suficient de [ ].

- Aplicația *Testmoz*: https://testmoz.com/12215956/questions/list

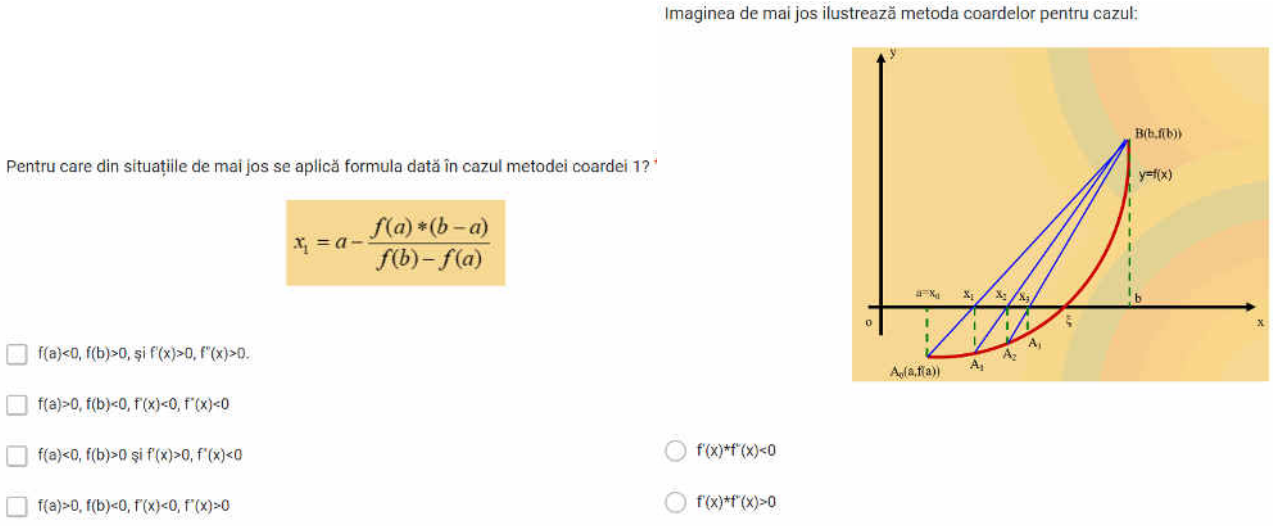
Platforma *Didactic.ro*: https://www.didactic.ro/instrumente-interactive/test/metode-numerice-de-rezolvare-a-ecua-iilor-algebrice-i-transcendente



Rezultatele afișate de platforma respectivă sunt explicit ilustrate.

Elev	Nota	Data	Î1	Î2	Î3	Î4	Î5	Î6	Î7	Î8	Î9	Î10
Anonim	0% (0/10)	09-10-2022 12:01	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Bobeica Natalia	100% (10/10)	09-10-2022 08:29	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Natalia	100% (10/10)	13-10-2022 20:03	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Media clasei:	100% (10/10)		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

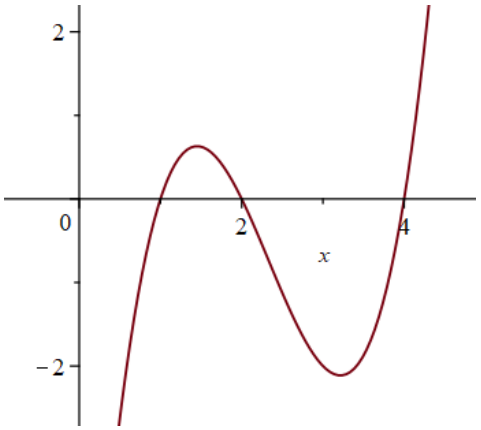
- Google Forms - https://docs.google.com/forms/d/18IwCgpPXoqfL--HpGgUsArI-rTt0ZHPj7LoIjpztC5Q/edit



- *Construirea graficelor funcțiilor*

Pentru construirea graficelor pot fi utilizate plotere de grafice online (https://www.mathe-fa.de/ro, https://www.geogebra.org/classic?lang=de etc) sau softuri matematice specializate (*Maple*, *Wolfram Mathematica*, *GeoGebra* etc). Cu ajutorul instrucțiunilor *Maple* putem afișa și tabelul ce va include informația despre fiecare iterație a metodei apelate. Astfel elevul vede comportamentul segmentului cercetat, al soluției examinate precum și al erorii.

*plot(x^3 - 7*x^2 + 14*x - 8, x = -4 .. 6, y = -5 .. 5)*



with(Student[NumericalAnalysis]):
Bisection(f, x = [1.6, 2.2], tolerance = 10^(-2), output = information)

n	a_n	b_n	p_n	$f(p_n)$	relative error
1	1.6	2.2	1.900000000	0.189000000	0.1578947368
2	1.900000000	2.2	2.050000000	−0.102375000	0.07317073171
3	1.900000000	2.050000000	1.975000000	0.049359375	0.03797468354
4	1.975000000	2.050000000	2.012500000	−0.025154297	0.01863354037
5	1.975000000	2.012500000	1.993750000	0.012460692	0.009404388715

Concluzii

Implementarea IDM în procesul didactic facilitează dezvoltarea abilităților inovatoare și creative a elevilor, stimulează capacitatea de învățare și gândirea logică. Acestea sunt extrem de utile deoarece cu ajutorul diferitor

aplicații pot fi simulate procese şi fenomene complexe pe care nici un alt mijloc didactic nu le poate evidenția. Instruirea şi învăţarea bazată pe instrumente Web oferă interactivitate, acces nelimitat la alte resurse educaționale, eficientizarea procesului educațional, lărgirea orizontului cunoașterii, posibilitatea de a găsi argumente pentru a-și susține propriile idei.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. GLOBA, Angela; GASNAȘ Ala. Asigurarea calităţii formării iniţiale a profesorilor de informatică prin integrarea TIC în procesul didactic. In*: Revista Didactica Pro*. Revistă de teorie şi practică educaţională, 2020. nr. 2(122), pp. 2-5.
2. HAJDEU, Mihaela; BORDAN, Valeriu. Interdisciplinaritatea la orele de matematică în contextul formării competențelor matematice la elevi. In: *Materialele Conferinței științifice internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)" dedicată aniversării a 70 de ani de la naşterea profesorului universitar Anatol GREMALSCHI*, Volumul I. Republica Moldova, Chişinău, 29 - 30 octombrie 2021, pp. 104-108, CZU: 001.2:372.851.
3. Curriculum național, Aria curriculară, tehnologii. Disciplina informatică clasele X-XII. Chișinău, Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova, 2019.
4. PISĂU, Aurelia. Instrumente digitale pentru o învăţare online eficientă în contextul provocărilor societale. In: *Universul pedagogic*, nr. 3 (67) 2020, pp. 44-49.
5. POPOV, Lidia. Unele aspecte didactice în utilizarea tablei interactive la predarea disciplinelor informatice. In: *Revista Didactica Pro*. Revistă de teorie şi practică educaţională, 2014, nr. 4(86), pp. 41-45.
6. CHIRIAC, L. *Metode Numerice*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2014. 196 p. ISBN 978-9975-53-300-3.

CZU: 004.4:37

UTILIZAREA CHATBOTULUI ÎN PROCESUL DIDACTIC PENTRU ÎNCURAJAREA ȘI STIMULAREA PERFORMANȚELOR ELEVILOR

Lilia MIHĂLACHE, dr, conf. univ.,
https://orcid.org/0000-0002-2658-6033
Liubomir CHIRIAC, dr. hab, profesor univ.
https://orcid.org/0000-0002-5786-5828
Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. În această lucrare sunt examinate unele modalități de încurajare a copiilor care interacționează nesupravegheați și din proprie inițiativă cu un sistem complet autonom de învățare asistată de calculator plasat în sala de clasă de tip Clasa Viitorului. Sunt examinate mecanismele de încurajare a copiilor și sunt cercetate aspecte psiho-pedagogice și comportamentul lor atunci când li se adresează cuvinte de încurajare și de laude legate de efort prin intermediul unui chat bot realizat pentru Telegram.
Cuvinte cheie: chat bot, sistem de învățare asistat de computer, Clasa Viitorului.

USING THE CHATBOT IN THE TEACHING PROCESS TO ENCOURAGE AND STIMULATE STUDENT PERFORMANCE

Abstract. This paper describes a study in which children could interact unsupervised and on their own initiative with a fully autonomous computer-assisted learning system located in the Classroom of the Future classroom. The focus of this study was to investigate how children's mindsets are affected when they are given effort-related praise. The praises are done through a chat bot made for Telegram.
Keywords: chat bot, computer assisted learning system.

.

Introducere

De la apariția computerelor personale, cercetătorii și profesorii din educație au recunoscut și apreciat potențialul sistemelor de învățare asistată de computer (SÎAC) privind sprijinirea copiilor și tinerilor în educația lor. Deși primele SÎAC se bazau pe interacțiuni cu textul, mediile moderne de învățare oferă interfețe grafice avansate ce permit interacțiune cu sistemul de învățare. Au fost investigate diferite forme de astfel de sisteme avansate, fiecare concentrându-se pe sprijinirea unor aspecte distincte ale proceselor de învățare ale elevilor. De exemplu, unele sisteme SÎAC urmăresc să sprijine stăpânirea cunoștințelor și abilităților prin conținut de stil de exercitare și exersare sau se concentrează pe oferirea de îndrumare și instruire directă, în timp ce altele adoptă o abordare constructivistă folosind tehnici de învățare bazate pe investigare.

Sistemele SÎAC sunt din ce în ce mai extinse cu capabilități sociale. În astfel de cazuri, sistemul utilizează adesea un agent social (fie virtual sau robotic) pentru a sprijini procesul de învățare. Prin interacțiunile sociale cu elevul, agentul poate oferi forme diferite și mai bogate de sprijin, ceea ce ar fi greu de realizat cu unul non-social. Interesul este să explorăm modalități în care extinderea unui sistem SÎAC bazat pe anchete tipice cu un chat bot poate avea un impact semnificativ asupra educației copiilor.

Într-un studiu efectuat, am investigat comportamentul de verbalizare al copiilor care au fost solicitați să-și explice procesul de gândire la un sistem SÎAC interactiv. Rolul chat botului a fost de a solicita explicații mai detaliate (verbale) în timp ce participanții lucrau la o sarcină de învățare prin chestionare. Rezultatele studiu au arătat că copiii au oferit explicații mai detaliate și mai relevante atunci când sistemul SÎAC a fost extins cu un chat bot care stimula răspunsurile cu cuvinte de laudă.

Învățare asistată de computer și chatbot

Un *chatbot* este o interfață de comunicare ce ajută indivizii și companiile să aibă conversații cu succes. În esență, este un program de Inteligență Artificială (AI/IA) ce poate întreține un dialog. Scopul instruirii și predării este de a promova învățarea.

Deoarece investim mult timp, bani și efort într-o educație bună, merită să înțelegem ce este învățarea: „Învățarea se referă la schimbări de durată în cunoștințele elevului, unde astfel de schimbări se datorează experienței. Astfel, învățarea este definită ca o schimbare relativ permanentă a cunoștințelor cuiva, bazată pe experiența persoanei respective.”. Printre multe alte instrumente, profesorii pot folosi sisteme de învățare asistată de computer pentru a promova această schimbare a cunoștințelor, oferind elevului un mediu de învățare interactiv. Or elevii erei digitalizate acceptă anume astfel de medii de învățare.

Pentru a sprijini elevii, sistemele SÎAC pot, de exemplu, să prezinte informații de bază despre subiectul în cauză, să ofere cursantului șabloane sau instrucțiuni pas cu pas sau să constrângă interacțiunile cursantului cu mediul de învățare pentru a reduce variabil spațiu problematic. În plus, astfel de sisteme pot, de exemplu, să monitorizeze și să structureze procesul de învățare pentru a oferi sfaturi și feedback adecvate. Sistemele moderne SÎAC, pot personaliza și adapta în continuare experiența de învățare pentru a se potrivi cu caracteristicile, performanța și dezvoltarea personală a fiecărui elev.

Despre aspectele capacităților sociale ale chat boților tot mai mult se vorbește în diferite domenii, actual sunt propuse și pentru a îmbunătăți învățarea copiilor în diferite domenii educaționale, aspirând la rezultate promițătoare pe tot parcursul. De exemplu, chat boții devin instrumente populare în învățarea limbilor străine; pot fi folosiți în situații de povestire (de exemplu unde poate ajuta la modularea stării afective a copilului, determinarea stării de bine a copilului, domeniul psihologic, etc. În plus, chat boții pot fi folosiți pentru a ajuta copiii cu CES pentru a avea un egal social în care sunt capabili să învețe.

Laudă și mentalitate

În procesul didactic, putem folosi capacitățile chat botului pentru a oferirea laude și a influența modul în care copiii învață. Unul dintre factorii care joacă un rol important în motivația pentru învățare și gândire în mediul școlar este mentalitatea elevului. Dweck [1] descrie două forme de mentalitate:

(1) o mentalitate fixă se caracterizează prin credința că te naști cu o anumită capacitate și că nu poți influența capacitatea ta foarte mult;
(2) o mentalitate de creștere este caracterizată de convingerea că îți poți îmbunătăți capacitățile și expertiza prin perseverență și efort și că eșecul este o parte inerentă a învățării.

Pe de o parte, Mueller și Dweck [1] arată că oamenii cu o mentalitate fixă tind să se concentreze pe demonstrarea inteligenței lor: vor să arate deștepți. Din această cauză, ei sunt reticenți la sarcinile care sunt provocatoare sau grele, deoarece există o șansă de eșec, care intră în conflict cu scopul lor de a arăta inteligent. În credința lor, eșecul la ceva este un indiciu că nu ești suficient de inteligent sau că nu ai capacitățile necesare; atunci când eșuezi este un indiciu că nu vei putea îndeplini o anumită provocare. Ar fi bine să renunți și să încerci ceva mai ușor. În plus, conform oamenilor cu o mentalitate fixă, efortul este văzut ca ceva negativ. Dacă ai talent sau ești dotat, atunci nu este necesar să te lupți cu o sarcină. Privit dintr-o astfel de perspectivă, efortul este pentru oamenii cărora le lipsește talentul.

Pe de altă parte, oamenii cu o mentalitate de creștere tind să se concentreze pe învățare. Sunt motivați să facă sarcini noi și complicate, deoarece oferă oportunități de învățare. Scopul lor este să învețe și să se dezvolte muncind din greu și depunând mult efort. Ei văd eșecul ca pe ceva care este necesar pentru învățare. Deci, după ce au eșuat, oamenii cu o mentalitate de creștere tind să muncească mai mult și să încerce noi strategii pentru a finaliza o provocare sau a stăpâni o abilitate. O mentalitate de creștere este văzută ca o trăsătură favorabilă atunci când vine vorba de explorarea de noi domenii de învățare și dezvoltarea de noi abilități. Prin urmare, ne-am concentrat pe promovarea unei astfel de mentalități de creștere.

Evident că la nivel mai avansat în Clasa Viitorului, dotată cu diverși senzori, pot fi implementate sisteme care nu doar ar oferi cuvinte încurajatoare elevilor, dar să fie testat timpul de vorbire, privirea, expresiile faciale și toate acestea sincronizate pentru a produce o secvență de comportament coerent.

Concluzie

Studiu din lucrarea dată vizează cercetarea interacțiunii nesupravegheate a copiilor, mai bine zis din proprie inițiativă, cu un sistem complet autonom de învățare asistată de computer situat în sala de clasă de tip *Clasa viitorului*. Sistemul a oferit laude legate de efort, în timp ce copiii au lucrat la sarcinile de învățare. Pentru a măsura schimbările în mentalitatea copiilor înainte și după activitatea didactică s-a propus un chestionar care a fost administrat pretest și posttest. Elevii care au muncit în modul tradițional la sistemul SÎAC interactiv fără cuvinte de laudă nu au arătat nicio schimbare semnificativă, iar cei care au primit „laude” din partea chat botului pentru sarcinile efectuate și eforturilor depuse s-a observat o creștere semnificativă a motivației și performanțelor.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. MUELLER, C. M.; DWECK, C. S. Praise for intelligence can undermine children's motivation and performance. *Journal of Personality and Social Psychology,* 1998. *75*(1), p. 33–52.
2. BLACKWELL, LS.; TRZESNIEWSKI, KH.; DWECK, CS. Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: a longitudinal study and an intervention. *Child Dev* ,2007. 78(1):246–263. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00995.
3. BURKE, LA.; WILLIAMS, JM. The impact of a thinking skills intervention on children’s concepts of intelligence. *Think Skills Creat,* 2012. 7(3):145–152. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2012.01.001.
4. CHANDRA, S.; PARADEDA, R.; YIN, H.; DILLENBOURG, P.; PRADA, R.; PAIVA, A. Do children perceive whether a robotic peer is learning or not? In: *Proceedings of the 2018 international conference on human-robot interaction* (HRI 2018). New York, NY, USA: ACM Press, 2018. pp 41–49. https://doi.org/10.1145/3171221.3171274.

CZU: 373.3.091.214

PREMISE DIDACTICE PRIVIND VALORIFICAREA INTERDISCIPLINARITĂȚII ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PRIMAR

Maria PAVEL, dr., conf. univ., Catedra ITI, UST
https://orcid.org/0000-0003-4803-6398
Dorin PAVEL, dr., conf. univ., Catedra ITI, UST
https://orcid.org/0000-0002-9600-1360

Rezumat. În lucrare este analizat curriculum național pentru învățământul primar, privind premisele didactice de valorificare a interdisciplinarității în procesul didactic sub aspect metodologic, de conținut și profil al cadrului didactic.
Cuvinte cheie: curriculum național, învățământ primar, interdisciplinaritate, activitate transdisciplinară.

DIDACTIC PREMISES REGARDING THE VALORIZATION OF INTERDISCIPLINARITY IN PRIMARY EDUCATION

Abstract. The paper analyses the national curriculum for primary education, regarding the premises for the valorisation of interdisciplinarity in the didactic process from a methodological, content and profile of the teaching staff aspects.
Keywords: national curriculum, primary education, interdisciplinarity, transdisciplinary activity.

Introducere

Noile politici educaționale din țara noastră, care tind să se racordeze la cele internaționale, au servit drept premise pentru actualizarea curriculumul-ui național la toate treptele de învățământ, inclusiv cel primar. Printre punctele forte ale noului curriculum pentru învățământul primar, elucidate de autorii acestuia, se evidențiază axarea pe „competențe specifice de integrare și transfer” [1, p.6] în cadrul disciplinelor școlare. De asemenea, la nivel de unități de conținut, pentru fiecare clasă, s-au întreprins un șir de măsuri de facilitare a abordărilor interdisciplinare, raliind astfel noul curriculum la tendințele moderne globale ale educației. În acest context, au fost incluse la disciplina „Educația tehnologică” modulele „Educația Digitală” și „Robotica”, care facilitează formarea competențelor digitale, de gândire algoritmică, de creativitate etc., specifice secolului XXI. Aceste competențe vor fi valorificate pe deplin în cadrul proiectelor transdisciplinare propuse în mod expres în curriculum pentru a fi realizate „într-o zi (7 zile pe an) și încadrate într-o lecție” [1, p.7].

Prin urmare, acest curriculum reprezintă o mare provocare, în primul rând, pentru cadrele didactice din învățământul primar, care trebuie să dețină competențele necesare pentru a implementa noul în practica educațională, mai ales realizarea modulului de educație digitală și a proiectelor transdisciplinare, ce necesită dotări tehnologice speciale. În aceste condiții am putea încadra profilul învățătorului în categoria „cadrelor didactice STEAM”

inovatoare, creative, cu spirit de inițiativă, îndeplinind diverse roluri și responsabilități și deținând competențe de leadership și creștere profesională [2].

În acest context, în lucrare este analizat curriculum național pentru învățământul primar, privind premisele didactice de valorificare a interdisciplinarității în procesul didactic sub aspect de conținut și profil al cadrului didactic.

Metode şi materiale aplicate

Prin intermediul analizei și elucidării oportunităților de conținut la fiecare disciplină școlară din cadrul învățământului primar, au fost identificate premisele didactice de valorificare a interdisciplinarității și abordării STEAM la nivel curricular pentru această treaptă de învățământ. De asemenea, a fost elaborat un chestionar de colectare a informației în ceea ce privește situația reală din învățământul primar cu privire la implementarea conceptului STEAM în procesul educațional, desfășurarea educației digitale și resursele tehnice din dotare. Metodele statistice au permis efectuarea de măsurări descriptive, rezultatele cărora au identificat un șir de realități, uneori contradictorii cu politicile educaționale naționale.

Rezultate obținute

Cele 11 disciplinele școlare a căror unități de conținut, competențe specifice, unități de competențe sunt elucidate în curriculumul pentru învățământul primar (limba și literatura, limba străină, matematica, științe, istoria, educația moral-spirituală, educația plastică, educația muzicală, educația tehnologică, educația fizică și dezvoltarea personală) conțin subiecte relativ noi, ce au tangențe cu tehnologizarea și informatizarea societății moderne.

Astfel, disciplina *Limba și Literatura Română*, integrează conținuturi legate de cartea electronică, eBook, audiobook, mijloacele internet de valorificare a informației, ce reprezintă contexte și premise de inter/ transdisciplinaritate cu educația digitală. Deși activitățile de învățare și produsele școlare recomandate nu conțin explicit instrumente de valorificare a acestor contexte, învățătorul ar putea utiliza texte cu subiect informatic, analiza gramaticală și ortografică a căruia ar contribui la formarea unui vocabular adecvat în acest domeniu, fapt ce ar facilita învățarea la educația digitală.

Deoarece așa cum afirma una din primele fondatoare, Georgette Yakman, că în conceptul STEAM matematica servește drept bază pentru științe și tehnologie, ce sunt interpretate prin intermediul ingineriei și artelor, disciplina *Matematică* este mai ofertantă din punct de vedere al conținuturilor cu caracter inter/trasdisciplinar. Chiar din start, autorii curriculumului formulează printre competențele specifice disciplinei competența de a integra achizițiile matematice cu cele din alte domenii, iar printre activitățile de învățare și produsele școlare recomandate se regăsește calculul digital. În acest context, ar fi trebuit ca studiul unităților de măsură, ce se realizează în toate clasele primare la matematică, să includă și unitățile de măsură a informației, de rând cu cele ale lungimii, masei, timpului

etc., cu atât mai mult, că în clasa a II-a, la modulul de educație digitală se studiază unitățile de măsură a informației.

Esența de conținut specific disciplinei *Științe*, ce se studiază începând cu clasa a doua, este inter/transdisciplinară, ceea ce permite valorificarea acestor conținuturi prin diverse activități de învățare STEAM-orientate. Astfel, activitățile de explorare/investigare, de protecție a mediului, de menținere a sănătății și ludice recomandate, presupun documentări, modelări, măsurări, elaborări de proiecte, experimente, ce au un puternic substrat transdisciplinar. Aici, ar fi oportun să se pună accent pe metodele de lucru cu informația digitală, care este foarte accesată de copii pentru realizarea învățării, ceea ce ar forma la elevi competențe digitale de explorare a spațiului informațional digital și ar fortifica punțile către modulul de educație digitală. Același lucru este valabil și pentru disciplina *Istoria Românilor și Universală*, ce se studiază în clasa a patra și include un șir de activități de colectare a informațiilor cu privire la marile personalități istorice ale poporului român și universale din diverse surse digitale, cum ar fi site-urile de popularizare a istoriei.

Reprezentând „A”-ul din abordarea STEAM, disciplinele *Educația Muzicală* și *Educația Plastică*, dezvoltă creativitatea și presupun diverse activități de elaborare a creațiilor proprii, competențe valorificate pe deplin în cadrul activităților exploratorii din celelalte discipline. În acest context s-ar integra perfect utilizarea unor aplicații digitale simple de creare/redactare a produselor muzicale și artistice, dar și resurse digitale internet de explorare virtuală a muzeelor și galeriilor de artă, care nu pot fi vizitate din varii motive spațiale, temporale și financiare. Acestea ar realiza conexiunea interdisciplinară cu educația digitală și ar complementa vizitele și excursiile ce pot fi desfășurare, conform activităților recomandate de curriculum, dar și s-ar ralia perfect la unele conținuturi din educația digitală, cum ar fi „desenăm digital” sau „desenăm ... pe ecran”.

În dezvoltarea armonioasă a copilului se integrează indispensabil și competențele formate și dezvoltate la disciplina *Educația Fizică*, care orientează și fortifică comportamentul fizic și alimentar sănătos al elevului. Deși pare că această disciplină nu are tangențe clar sesizabile cu abordarea STEAM, totuși valorificarea unui șir de senzori digitali pentru măsurarea diferitor parametri fizici și de sănătate ar fortifica legăturile interdisciplinare cu educația digitală. Acest lucru ar fi cu atât mai plauzibil, cu cât la clasa a IV-a se studiază modulul de robotică (opțional), în structura căruia se presupun activități de identificare a componentelor funcționale ale robotului, inclusiv a senzorilor.

Așa cum s-a menționat anterior, disciplina *Educație Tehnologică* conține modulul de educație digitală, ceea ce se transpune în una din cele patru competențe specifice disciplinei de valorificare a instrumentelor și resurselor digitale în învățare, totodată acordându-le o deosebită atenție regulilor de etică în mediul virtual. Conform curriculumului, însăși întregul construct al educației digitale presupune conținuturi cu puternice legături inter/transdisciplinare. În acest context, se evidențiază unitatea de conținut „Învățăm digital: dispozitivele și aplicațiile digitale la lecții în fiecare zi”, care include subiecte și activități

pentru limba română digitală, matematica digitală și științe digitale, dar și conținuturile legate de desenarea digitală, menționate anterior. Pentru o armonizare a conținuturilor intermodulare ale disciplinei *Educație Tehnologică*, se recomandă ca la modulul *Modelare artistică* să se regăsească activități de modelare a componentelor calculatorului sau a robotului, activități ce s-ar încadra în modelarea formelor compuse și ar provoca elevii să realizeze produse de un interes sporit și cu o motivație înaltă.

Este plauzibil faptul că disciplina *Dezvoltare Personală* include, conform curriculumului analizat, și conținuturi privind comunicarea online (riscuri, reguli) dar și riscurile jocurilor on-line. Totuși nu se regăsesc conținuturi legate de igiena utilizării calculatorului și altor dispozitive digitale (spațiu, lumină, poziția corpului, ergonomia mobilierului și a dispozitivelor). Aceste subiecte sunt de mare actualitate, deoarece majoritatea copiilor dezvoltă diferite afecțiuni ale spatelui din cauza timpului îndelungat de utilizare a echipamentelor digitale în poziții nesănătoase și nerespectarea regulilor de igienă în acest sens (exerciții fizice specifice bunei funcționări a ochilor, spatelui, aerisirea încăperii, iluminarea corectă etc.) [3, 4]. De fapt, nu se abordează aceste subiecte nici în cadrul celorlalte discipline școlare din curriculumul pentru învățământul primar.

Vis-à-vis de proiectele transdisciplinare, autorii curriculumului discutat, explicit, fac recomandări cu privire la numărul și momentul desfășurării acestora (7 săptămâni), identifică și recomandă conținuturi generice și subiecte tematice pentru fiecare clasă, dar și propun metode de implementare și listează produse recomandate în aceste activități.

Chestionarul menționat mai sus, de colectare a informației în ceea ce privește situația reală din învățământul primar cu privire la implementarea conceptului STEAM în procesul educațional, a implicat 83 de cadre didactice de la această treaptă de învățământ, dintre care 54,2% din mediul rural și 45,8% din mediul urban. Compus din trei secțiuni, chestionarul a permis identificarea structurii eșantionului (Date generale), colectarea informației cu privire la dotarea cu echipamente a instituției și clasei în care activează (Dotarea instituției), cât și a informației ce ține de opinia cadrelor didactice vis-a-vis de proiectele transdisciplinare și abordarea STEAM în învățământul primar.

Tabelul 1. Structura eșantionului de respondenți, mediu*tip instituție

	Tipul instituției			
mediu de trai	școală primară	gimnaziu	liceu	Total
urban	16	10	12	38 (45,8%)
rural	9	28	8	45 (54,2%)
Total	25 (30,1%)	38 (45,8%)	20 (24,1%)	83

Din primii 4 itemi a fost identificată structura eșantionului, descrisă în tabelele 1 și 2, care este destul de reprezentativă, în sens de mediu de trai, tip de instituție, categorie de vârstă și grad didactic.

Tabelul 2. Structura eșantionului de respondenți, vârstă*grad didactic

Categoria de vârstă	Gradul didactic				Total
	grad superior	grad didactic I	grad didactic II	fără grad	
până la 30	0	0	2	6	8 (9,6%)
între 30-40	0	2	10	12	24 (28,9%)
între 40-50	4	15	14	4	37 (44,5%)
50+	1	5	7	1	14 (16,9%)
Total	5 (6,0%)	22 (26,5%)	33 (39,8%)	23 (27,7%)	83

Itemii ce identifică dotarea instituțiilor de învățământ cu dispozitive digitale, au fost formulați pentru a identifica corelația dintre cerințele politicilor educaționale, inclusiv imperativele curriculumului pentru învățământul primar de a implementa TIC în activitatea educațională și situația reală la clasă. Astfel, deși majoritatea respondenților (73,5%) afirmă că instituția în care activează este dotată cu săli de calculatoare, seturi de laptopuri sau tablete (71,1%) totuși pentru a desfășura lecțiile de educație digitală, respondenții în mare parte (53,7%) susțin că au la dispoziție doar un calculator sau laptop, iar la 7,3% dintre cadrele didactice nu li se oferă nici un dispozitiv.

Necesitatea deținerii competențelor digitale de către învățători în contextul respectării și îndeplinirii cerințelor curriculumului este indiscutabilă, prin urmare respondenții au fost puși în situația de a-și autoaprecia nivelul acesteia, care s-a dovedit a fi în medie de 7,69. Deși diferențele de medie sunt nesemnificative, totuși cadrele didactice de până la 30 de ani dețin competențe digitale mai înalte decât cei mai în vârstă de 50 de ani.

Tabelul 3. Autoaprecierea competențele digitale pe o scară de la 1 la 10

Categoria de vârstă	Media	N
până la 30	8,38	8
între 30-40	8,00	24
între 40-50	7,54	37
50+	7,21	14
Total	7,69	83

Au fost identificate și preferințele învățătorilor vis-a-vis de ariile curriculare, tabloul distribuției acestora fiind ilustrat în figura 1.

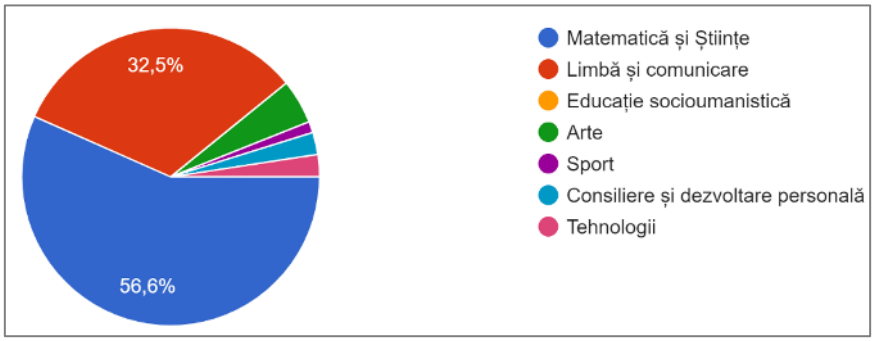


Figura 1. Preferințele învățătorilor vis-a-vis de ariile curriculare

În ceea ce privește abordarea STEAM și proiectele transdisciplinare, cadrele didactice implicate în chestionare cunosc și definesc corect conceptul de abordare STEAM (54,2%) drept abordarea integrată a disciplinelor din domeniul Științe, Tehnologii, Inginerie, Artă și Matematică. Mai mult ca atât, aproximativ 45% din respondenți afirmă că au recurs la această abordare în activitatea didactică de mai multe ori (15,7% - de 2-3 ori și 28,9% - de mai multe ori).

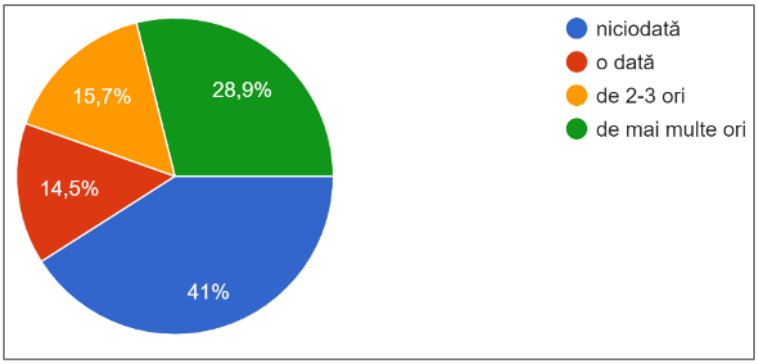


Figura 2. Frecvența implementării conceptului STEAM

Proiectele transdisciplinare recomandate de curriculumul național sunt realizate întotdeauna de către 51,8% din cadrele didactice, pe când restul învățătorilor fie realizează uneori aceste proiecte (45,8%), fie nu le realizează niciodată. Totodată acestea au definit în mod liber proiectele transdisciplinare, conturându-se ideea comună de abordare integrată (competențe specifice mai multor discipline școlare) pentru a soluționa o problemă reală cu care se pot confrunta elevii. Printre răspunsurile primite au fost menționate și aspecte legate de tipul activităților antrenate (ludice, de cercetare, experimentale etc.), contextul școlar (în cadrul unei discipline, extracurricular, extrașcolar) și strategiile de îmbinare armonioasă a cunoștințelor achiziționate la disciplinele specifice învățământului primar.

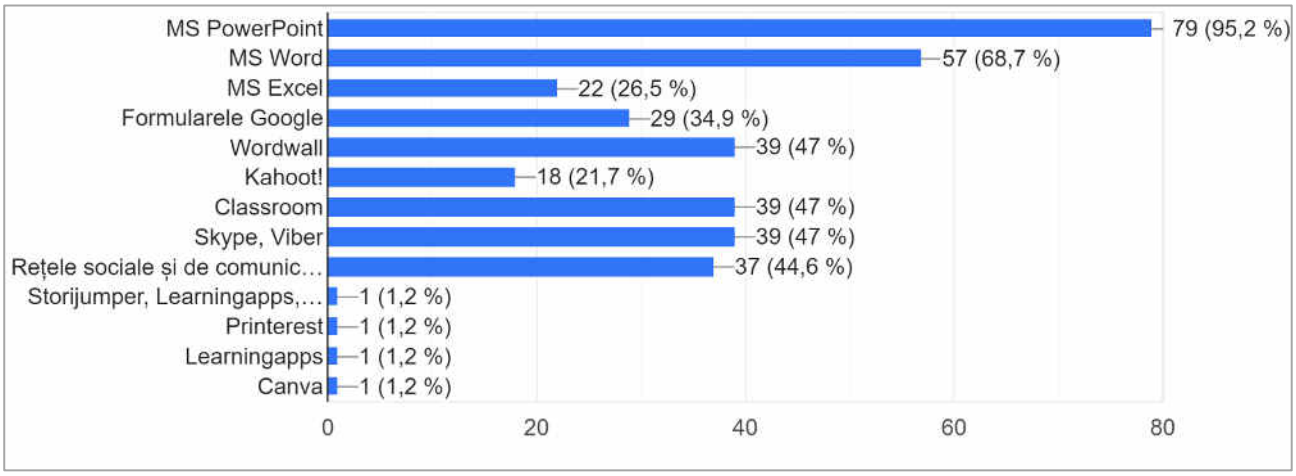


Figura 3. Instrumente și tehnologii digitale utilizate de către cadrele didactice din învățământul primar

Marea majoritate a respondenților utilizează filmulețele video (83,1%) și prezentări (81,9%) drept resurse digitale de realizarea a proiectelor transdisciplinare, de rând cu fișierele audio (37,3%) și cărțile digitale (31,3%). Acestea pot fi ori distribuite liber în spațiul rețelei globale, fie de producție proprie, în care sunt antrenate un șir de instrumente și tehnologii digitale, a căror diversitate este ilustrată în figura 3.

Și metodele de realizarea a activităților transdisciplinare sunt diverse: metoda proiectului (67,5%), studiul de caz (42,2%), problematizarea (47%), învățarea prin cercetare (56,6%) și învățarea prin experiment (1,2%). Fiind un item de selecție, întrebarea aferentă a presupus alegerea mai multor variante de răspuns, dar nu a avut drept scop identificarea corectitudinii perceperii și aplicării acestor metode de către învățători. Este mai mult ca probabil că nu întotdeauna cadrele didactice fac distincție corectă între metodele menționate.

Majoritatea din respondenți (57,8%) evaluează atât produsul proiectului transdisciplinar, cât și procesul de realizarea a acestuia prin diverse instrumente, a căror pondere este ilustrată în figura 4.

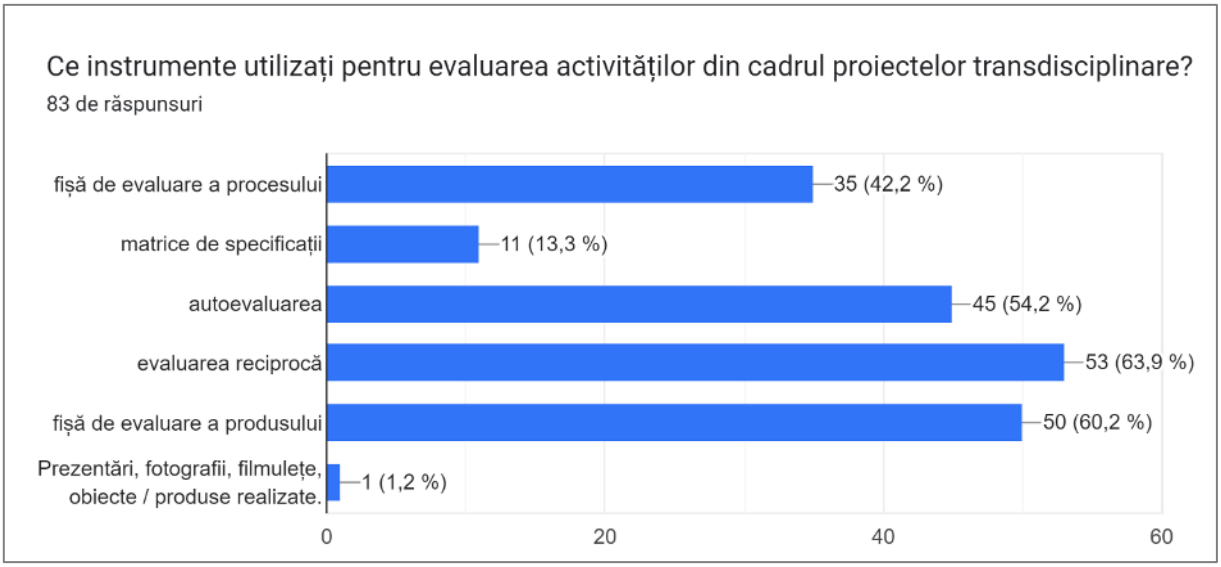


Figura 4. Instrumente de evaluare a activităților transdiciplinare

Printre dificultățile de implementare a proiectelor transdisciplinare învățătorii menționează lipsa de timp pentru proiectare și desfășurare, insuficiența dispozitivelor digitale pentru fiecare elev, abundența activităților în care sunt antrenate cadrele didactice, necesitatea implicării specialiștilor din alte domenii, lipsa de resurse didactice, materiale etc.

Concluzii

Politicile educaționale din țară se pliază perfect de tendințele educaționale globale și europene, învățământul modern axându-se pe competențe și centrând elevul în procesul de învățare. Însă realitatea la clasă nu întotdeauna se racordează la aceste cerințe, ceea ce

evidențiază necesitatea de implicare a statului mai mare în asigurarea fiecărui copil și a fiecărei școli cu dispozitive digitale, asigurarea climatului adecvat de implementarea a recomandărilor curriculumului, despovărarea cadrelor didactice de multitudinea de activități complementare, în favoarea concentrării pe actul educațional. De asemenea este necesară implicarea cercetătorilor și staff-ului academic în elaborarea de resurse didactice pentru realizarea proiectelor transdisciplinare.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)", inclus în „Program de stat" (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. MECC al RM. Curriculum național. Învățământul primar. Chișinău, 2018.
2. PAVEL, Maria; PAVEL, Dorin. Profilul cadrului didactic STEAM. În: *Abordări inter/transdisciplinare în predarea ştiinţelor reale, (concept STEAM). Abordări inter/transdisciplinare în studierea matematicii (concept STEAM) / Studierea informaticii şi tehnologiilor informaționale din perspectiva STEAM*. Vol.2, 29-30 octombrie 2021, Chişinău. Chişinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2021, pp. 303-308. ISBN 978-9975-76-356-1.
3. PAVEL, Maria. Utilizarea tehnologiilor moderne de comunicație de către preșcolari. În: *Acta et Commentationes, Seria Ştiinţe ale Educaţiei*, nr. 1(10) 2017. Universitatea de Stat din Tiraspol, 2017. ISSN 1857-0623. p. 76-84.
4. CHELE, Gabriela Elena. *Utilizarea îndelungată a calculatorului la copii și adolescenți: factor de risc sau condiție premorbidă*. Rezumat. Iași 2010. 56 p.

CZU: 004.91

UTILIZAREA SECVENȚELOR VIDEO DE SCURT METRAJ LA STUDIEREA UNITĂȚII DE ÎNVĂȚARE „PROCESAREA DOCUMENTELOR”

Lidia POPOV, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-9543-7058
Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți
Radames EVDOCHIMOV, programator
https://orcid.org/0000-0002-7235-4137
AM Soft Group

Adnotare. În acest articol se scoate în relief utilizarea secvențelor video de scurt metraj aplicate în cadrul unității de curs *Tehnologii informaționale și comunicaționale*, la unitatea de învățare *Procesarea documentelor* în scopul creării documentelor complexe. Scopul principal constă în a demonstra precum că prin intermediul secvențelor de scurt metraj există posibilitatea de a forma sau/și dezvolta la studenți atât competențe vizuale, cât și competențe digitale.
Cuvinte-cheie: metodă vizuală, secvență video de scurt metraj, stil, predare-învățare, procesare documente.

USING SHORT VIDEO SEQUENCES WHEN STUDYING THE LEARNING UNIT "DOCUMENT PROCESSING"

Annotation. This article highlights the use of short video sequences taught in the unit course Information and Communication Technologies, in the learning unit Document Processing for the purpose of creating complex documents. The main goal is to demonstrate that through short film sequences there is a chance to train and/or develop students both visual and digital skills.
Keywords: Keywords: visual method, short video sequence, style, teaching, learning, processing, documents.

Introducere

Una dintre principalele probleme, la etapa actuală, care foarte mult îi frământă pe profesori, constă în găsirea celor mai bune modalități de predare-învățare a materiei, în identificarea metodelor eficiente aplicate în predarea cursurilor atât universitare, cât și preuniversitare.

În opinia cercetătorilor sunt reliefate trei stiluri prin care studenții pot asimila mult mai rapid materia predată: stilul kinestezic de învățare, stilul auditiv de învățare și stilul vizual de învățare.

Printre toate metodele existente, metoda vizuală de predare-învățare prin intermediul secvențelor video de scurt metraj se remarcă printr-o lista complexă de modalități practice prin care studenții pot asimila materia mult mai ușor. Studenții care preferă stilul vizual de învățare, de cele mai multe ori sunt foarte creativi și au propria lor percepție asupra materiei predate. Metodele vizuale de predare aplicate în practică prin intermediul secvențelor video de scurt metraj, la studierea cursurilor universitare, sunt strâns legate de implementarea principiului vizualizării. Funcțiile acestor metode sunt realizate prin vizualizare în cazul în

care aceasta devine principala sursă de cunoaștere, metodă de acțiune practică etc. Este valoros faptul că prin aplicarea acestor metode de predare-învățare crește suficient activitatea cognitivă independentă a studenților [2].

De regulă, mulți experți din domeniu consideră că, cele mai multe persoane înțeleg mai bine materia prin învățarea vizuală, adică prin intermediul imaginilor, reprezentărilor grafice, a secvențelor video de scurt metraj etc. Metoda vizuală de predare-învățare prin intermediul secvențelor video include materia predată prin imagini, indiferent de modul în care acestea sunt prezentate. Învățarea prin intermediul acestor secvențe ar putea fi înțeleasă ca un aspect al respectării principiului intuiției, adică studentul înțelege mult mai bine în cazul în care vede subiectul real redat în filmulețe [4].

Studenții reacționează destul de bine la metodele de învățare prin intermediul secvențelor video, deoarece acestea reprezintă metode de învățare intuitive, care presupun efort minim la însușirea materiei și implicarea activă a acestora în diverse activități.

Predarea-învățarea prin intermediul secvențelor video are atât avantaje, cât și dezavantaje. Învățarea vizuală transmite o mare cantitate de informații care, la rândul său, facilitează formarea reprezentărilor mintale și este accesibilă pentru înțelegere. În schimb, în situația în care se pune prea mult accent pe învățarea vizuală, se stimulează dezvoltarea unei gândiri concrete, în dauna gândirii abstracte, conceptuale, formale etc.

Metodele de predare-învățare vizuale prin intermediul secvențelor video de scurt metraj reprezintă metode eficiente de asimilare a materiei predate. Practica de aplicare în predare-învățare a acestora este una de perspectivă și trebuie dezvoltată atât la profesorii instituțiilor de învățământ universitar, cât și preuniversitar din următoarele motive:

– să poată organiza materialele de predare-învățare, astfel încât să stimuleze învățarea vizuală prin intermediul secvențelor video de scurt metraj;
– sa poată forma la studenți deprinderi, competențe vizuale și în cele din urmă competențe care trebuie dezvoltate etc.

În acest articol se scoate în relief utilizarea secvențelor video de scurt metraj aplicate în cadrul unității de curs *Tehnologii informaționale și comunicaționale*, la unitatea de învățare *Procesarea documentelor* în scopul creării cu succes a documentelor complexe. Principalul scop constă în a demonstra precum că prin intermediul secvențelor de scurt metraj există posibilitatea de a forma sau/și de a dezvolta la studenți atât competențe vizuale, cât și competențe digitale.

Aplicarea secvențelor video de scurt metraj în predarea-învățarea unității de învățare *Procesarea documentelor*

Cursul universitar *Tehnologii informaționale și comunicaționale* include șase unități de învățare, fiecare dintre ele contribuind la formarea unui specialist, capabil să utilizeze tehnologiile informaționale și comunicaționale, să se adapteze şi să activeze în condiţiile noii societăţi informaţionale. Este cunoscut faptul, că eficacitatea soluționării la calculator a

unei probleme depinde, de rând cu alți factori, de tehnologia informaţională utilizată. Tehnologiile informaționale, la rândul său, contribuie din ce în ce mai mult la dezvoltarea procesului de învățământ, făcându-l mai accesibil, mai interesant și mai captivant.

Odată cu dezvoltarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale evoluează și modul în care este predat studenților această unitate de învățare pentru a o înțelege în întregime. O modalitate de formare și/sau de dezvoltare a competențelor digitale la viitorii specialiști este utilizarea secvențelor video de scurt metraj în baza cărora aceștia pot învăța orice temă de sine stătător [3].

Metoda respectivă a fost aplicată în mai multe grupe de studenți de diverse specialități și a demonstrat creșterea calității la unitatea de învățare *Procesarea documentelor* și formarea mai eficientă a competențelor digitale.

În Tabelul 1 sunt reflectate rezultatele obținute în urma experimentului efectuat în cadrul procesului de predare-învățare a unității de învățare *Procesarea documentelor* prin intermediul secvențelor video de scurt metraj în anul de studii 2021-2022.

Subgrupele au fost formate după principiul echivalenței relative a notelor medii pe subgrupa, obținute în cadrul evaluării inițiale ale studenților. În toate Subgrupele 1, la predarea unității de învățare respectivă a fost aplicată pe lângă alte metode și metoda secvențelor video de scurt metraj, iar în toate Subgrupele 2 s-a aplicat aceleași metode cu excepția acesteia.

Tabelul 1. Rezultatele experimentului

Grupa	Eşantionul	Media
UE11Z/SE11Z	Subgrupa 1	8,33
	Subgrupa 2	7,56
DR11Z	Subgrupa 1	8,34
	Subgrupa 2	7,05
JR11Z/RE11Z	Subgrupa 1	7,25
	Subgrupa 2	6,67
CT11Z/FB11Z	Subgrupa 1	7,29
	Subgrupa 2	6,66

În Fig. 1 sunt reprezentate grafic rezultatele experimentului desfășurat în cadrul procesului de predare-învățare a unității de învățare *Procesarea documentelor* prin intermediul secvențelor video de scurt metraj. În culoare verde (Subgrupa 1) sunt prezentate subgrupele în care, pe lângă alte metode de predare-învățare s-a utilizat și metoda secvențelor video de scurt metraj. În culoare albastră (Subgrupa 2) sunt prezentate subgrupele în care au fost aplicate, de asemenea, diverse metode cu excepția metodei respective.

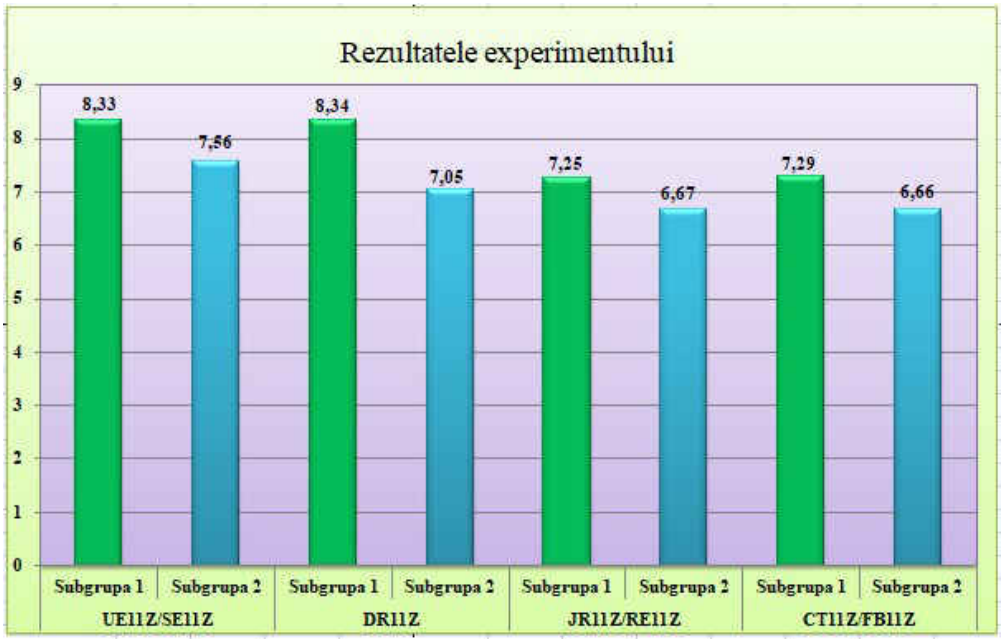


Figura 1. Rezultatele experimentului

Aplicarea secvențelor video în predarea-învățarea unității de învățare respective, conform rezultatelor obținute și analizate pe parcursul a mai multor lecții, stimulează interesul și curiozitatea studenților în raport cu materia predată. Atât studenții prezenți la ore, cât și cei care absentează din anumite motive au posibilitatea să vizioneze secvențele video elaborate de câte ori este nevoie. Metodele de predare și cele de învățare utilizate, contribuie la eficientizarea și flexibilitatea procesului de predare-învăţare, care oferă deprinderi durabile. Învăţământul modern presupune o nouă abordare a educaţiei prin promovarea de noi metode didactice care solicită mecanismele gândirii, ale inteligenţei, ale imaginaţiei şi, nu în ultimul rând, a creativității [1].

Renovarea modalității de organizare a procesului de învăţământ şi anume, trecerea de la o metodă tradițională de predare-învățare la o metodă modernă, readuce pe agenda discuțiilor și cercetărilor în instituțiile de învățământ superior conceptul de adaptivitate la stilurile de învățare. Practic, orice curs poate fi studiat prin intermediul secvențelor video de scurt metraj aplicat în predarea-învățarea unei materii în scopul creșterii profesionale atât a profesorului, cât și a studentului.

Secvențele video vizualizate de către studenți, includ ansamblu diverselor instrumente, care pot fi aplicate în diferite domenii de activitate la soluționarea diverselor probleme. În ajutorul viitorului specialist din domeniul profesional sunt puse la dispoziție anume acele instrumente care îi ajută destul de ușor să creeze atât documente simple, cât și complexe într-un procesor de texte precum este Microsoft Word.

Un avantaj destul de reliefat în ceea ce privește predarea-învățarea unei materii prin intermediul secvențelor video de scurt metraj, se referă la facilitatea de a expune și de a învăța materia predată într-un stil rapid și destul de eficient. Aceasta permite lucrul în echipă, interacțiunea cu colegii și profesorul, ceea ce face ca împărtășirea de cunoștințe și

idei noi să sporească atât interesul acestora, cât și gândirea în perspectivă. Utilizarea secvențelor video de scurt metraj în predare-învățare se referă la o gamă largă de opțiuni ce permit ca acestea să devină o metodă de învățare pentru diverse domenii profesionale [3].

Un alt avantaj destul de evidențiat, demonstrează faptul că secvențele video de scurt metraj aplicate în predarea-învățarea unei materii, oferă posibilitate studentului să vizioneze ori de câte ori este nevoie pentru a înțelege și a soluționa cât mai eficient situația creată.

Secvențele video de scurt metraj sunt elaborate, dozate în așa mod ca studentul să nu obosească de multă informație și în scurt timp să obțină răspunsul pe care îl interesează concret la tema ce urmează să o învețe. De asemenea, acestea scot în evidență doar principalele operații pe care studentul trebuie să le aplice în practică la soluționarea problemei respective. Studentul nu trebuie să vizioneze filmulețe toată lecția, doar în cazul în care e necesar și mai concret să vizioneze operația care îl interesează.

În cazul în care studentul este implicat într-o activitate de procesare a documentelor și are de soluționat o problemă, doar la necesitate va viziona secvența video în care se reflectă soluția problemei respective.

Concluzii

Analizând profund rezultatele obținute de către studenți în baza utilizării secvențelor video de scurt metraj la predarea-învățarea unității de învățare *Procesarea documentelor* inclusă în unitatea de curs *Tehnologii informaționale și comunicaționale* putem conchide că, metoda respectivă este cu adevărat o metodă didactică pertinentă, ce ne motivează să desfășurăm mult mai calitativ procesul instructiv-educativ.

Spiritul de creativitate al studenților crește în baza orelor predate utilizând metoda vizuală prin intermediul secvențelor video de scurt metraj, ceea ce demonstrează că este o metodă mult mai convingătoare decât cele tradiționale.

Bibliografie

1. *Inovație în educație*. Disponibil: https://revistaeducatie.ro/wp-content/uploads/simple-file-list/INOVATIE-IN-EDUCATIE-NR.-6-APRILIE-2020.pdf. [citat 20.08.2022].
2. *Metode de predare vizuale, concept, tipuri.* Disponibil: https://fondeco.ru/ro/ naglyadnye-metody-obucheniya-referat-nag-lyadnye-metody-obucheniya-ponyatie/. [citat 04.08.2022].
3. *Metode vizuale de predare*. Disponibil: https://fondeco.ru/ro/ naglyadnye-metody-obucheniya-referat-naglyadnye-metody-obucheniya-ponyatie/. [citat 07.09.2022].
4. *Mijloace de predare multimedia. Probleme moderne ale științei și educației. Tehnologii multimedia în educație.* Disponibil: https://goaravetisyan.ru/ro/multimediinye-sredstva-obucheniya-sov-remennye-problemy-nauki-i/. [citat 06.09.2022].

CZU: 004.43

PRIMII PAȘI ÎN PROGRAMARE

Maia POROMBRICA, grad didactic I, prof. de informatică
Liceul Teoretic „Meșterul Manole”, s. Sălcuța, r. Căușeni
https://orcid.org/0000-0003-2126-9941

Rezumat. Acest articol conține sfaturi pentru a începe studierea programării de la treapta primară. Pentru aceasta sunt recomandate și descrise doua platforme: prima – blookly.games, unde programarea se studiază prin joc, a doua – scratch.mit.edu, unde elevii găsesc indicațiile, exemplele și mediul de programare Scratch. Ambele platforme sunt accesibile în limba română.
Cuvinte cheie: programare, coduri, Blockly, Scratch.

FIRST STEPS IN PROGRAMMING

Abstract. This article contains tips for the study of programming at elementary level. For this there are two platforms recommended and described. The first – blookly.games, where programming is studied through a game. The second – scratch.mit.edu, here students can find directions, examples, and programming via scratch. Both platforms are accessible in Romanian language.
Keywords: programming, codes, Blockly, Scratch.

Competența digitală se bucură de popularitate, elevii de la clasele primare se înscriu la cursuri de programare, tot mai mulți părinți găsesc modalitatea de a procura computere și alte echipamente pentru copiii săi. Tot mai des ne punem întrebarea: de la ce vârstă poate asimila codurile, poate înțelege intuitiv pașii de programare, un copil?

Cercetătorii Departamentului de Educație Preșcolară, Facultatea de Educație de la Universitatea din Creta (Grecia) au efectuat un studiu, care demonstrează, că copiii mici pot învăța și dobândi abilități de gândire computațională. Cercetătorii vin cu ideea de a introduce programarea în curriculum, dar aceasta nu trebuie să se concentreze doar pe o abilitate de proces de rezolvare a problemelor, ci să ofere copiilor noi moduri de a se exprima, susținând dezvoltarea lor cognitivă și socio-emoțională, dezvoltarea limbajului și vorbirii (Computational Fluency-CF). Există o mulțime de aplicații care oferă diverse lecții de programare, puzzle-uri și provocări, iar educatorilor li se recomandă introducerea în programare. Concluzia principală este că toate aplicațiile influențează pozitiv dezvoltarea abilităților computaționale ale copiilor, toate îi ajută pe elevi să se exprime liber.

Mulți profesori suedezi din învățământul obligatoriu au explorat programarea împreună cu elevii lor, sprijiniți de multe inițiative naționale și globale (de exemplu, mișcarea Maker). Ei au efectuat un studiu dedicat introducerii programării în educația de bază suedeză. Proiectul de cercetare a implicat aproximativ 15 școli și aproximativ 150 de profesori. Folosind un chestionar online, au fost selectați profesorii care s-au considerat cei mai experimentați în predarea programării. Profesorii aveau aproximativ doi ani de experiență în programare.

Profesorii au folosit patru strategii didactice atunci când au predat programarea, și anume programarea analogică, programarea cu RoBots (BeeBots și BlueBots) și Apps, programarea în bloc și programarea bazată pe text. Aceste patru strategii didactice urmează o linie de progresie și pot fi considerate și niveluri de programare. Ceea ce ține de abilitățile pe care le dezvoltă programarea la elevi, cercetătorii au reflectat, în mare măsură, asupra impactului primelor trei strategii/niveluri didactice.

După acest model, propun elevilor diferite modalități de a asimila codurile, începând de la clasele primare. Interesul pentru informatică crește și cu asta crește și lista aplicațiilor, lista platformelor, care pot fi utilizate pentru studierea codurilor, pentru programare. Una din platforme este: https://blockly.games/ .

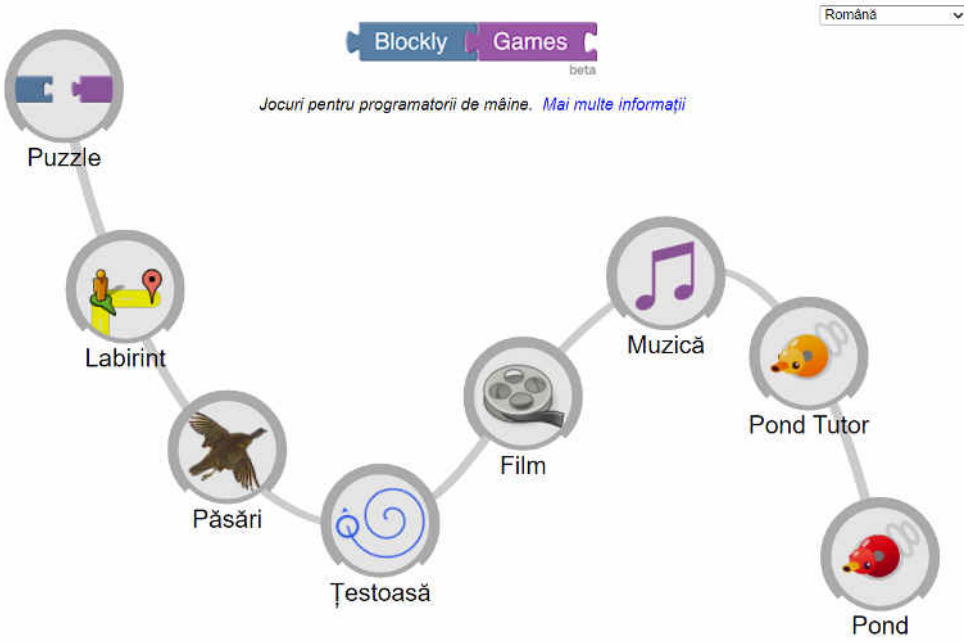


Figura 1. Platforma de programare Blockly.games

”Jocuri pentru programatorii de mâine” – așa ne salută platforma. Blockly Games este creată în așa mod, ca prin jocuri, prin tragerea blocurilor cu cod, copiii fără experiență în programare să învețe a programa. Dezvoltând abilitățile sale digitale, elevii trec de la blocuri la scrierea codurilor în cele mai cunoscute limbaje de programare!

Analizăm unele din jocurile propuse pe blockly:

	Puzzle. Este o introducere rapidă în formele lui Blockly și în modul în care piesele se unesc între ele.
	Labirint. O introducere pentru utilizarea blocurilor cu condiții și orientare în spațiu. Copiii trec, la fiecare nivel, prin provocări și încercări. Există posibilitatea de a alege un personaj favorit din cele 3 propuse.

	Pasărea. O mulțime de blocuri cu condiții și posibilități de a urmări realizarea programului. Aici copiii dezvoltă abilitățile de orientare în spațiu. Condițiile devin mai complexe: o construcție din blocuri în alte blocuri. Apare posibilitatea de a transmite linkul la in bloc anumit de coduri.
	Broasca *țestoasă* desenează. Studiem codurile prin pictarea imaginilor. De la pătrat.
	Film. Utilizăm matematica pentru a crea un film. Introducere în ecuații.
	Muzica. Funcțiile pot fi ușor studiate, dar muzica va fi compusă cu ajutorul funcțiilor.

Dacă vom analiza, cât de accesibile sunt programele propuse de Blokly Games, fiecare va înțelege, că cel mai mare avantaj constă în încurajarea pentru a lucra de sine stătător și în ritm propriu. Aici este asigurarea la maximum cu un complex de exerciții (câte 10 la fiecare etapă) de la simplu spre cel mai înalt nivel. Fiecare poate utiliza platforma fără plată.

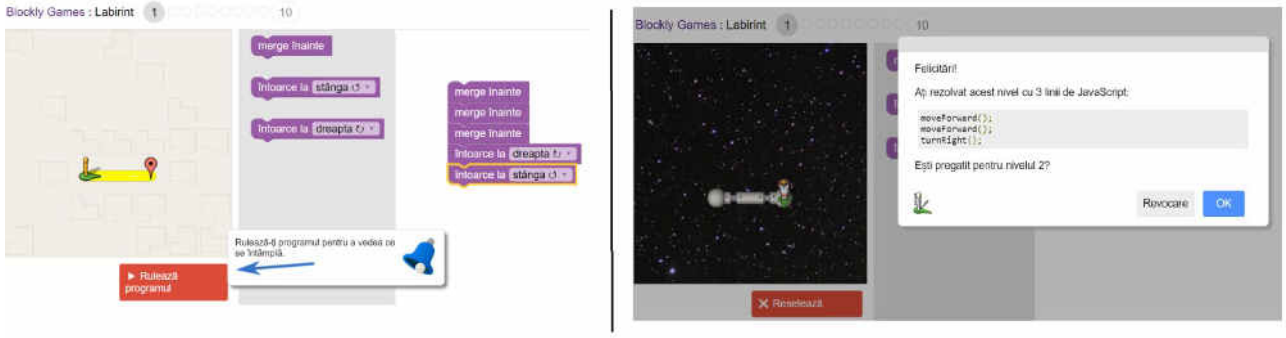


Figura 2. Modele de coduri pe Blockly.games

Altă platformă utilă este https://scratch.mit.edu/, ce permite a face primii pași în programare.

Scratch este un limbaj de programare simplu, educaţional, cu blocuri pentru lipire realizat de grupul „Lifelong Kindergarten” de la Institutul de Tehnologie din Massachusetts în anul 2003. Pe platforma scratch.mit.edu este toată informația necesară: mediul de programare, informații pentru părinți, indicațiile pentru profesori, ateliere, modele pentru inspirație și alte resurse valoroase.

Elevii înțeleg intuitiv ușor utilizarea blocurilor de acţiune din paleta de blocuri şi ataşarea lor, legarea lor consecutivă la alte blocuri, crearea unui puzzle logic, care devine program. Structurile de blocuri (scripturi) pot fi testate în timpul creării sau la finele programei. Această metodă de programare (realizarea codului prin utilizarea blocurilor) este

cunoscută sub denumirea de programare prin selectare, tragere şi plasare (din engleza: „drag-and-drop programming”).

Mediu de dezvoltare şi programare Scratch este uşor de învăţat, chiar dacă nu aveți experiență în programare. Interfaţa mediului de programare Scratch divide ecranul de lucru în mai multe zone: ***paleta de blocuri*** (etichete pentru mişcare, control, apariţie, părţii de tip senzor, sunet, operatori, variabilele) spațiul pentru programare (aici prin trasarea blocurilor apar capodopere sub formă de puzzle), ***scenă*** (aici vedem rezultatele muncii de programator) și ***lista (***asociată cu personaje, aspectul scenei). În paint pe Scratch este posibilă grafica simplificată, crearea de noi personaje şi scene, adăugarea sau excluderea unor elemente din imagine.

Elevii Liceului Teoretic „Meșterul Manole” au avut multiple provocări pentru studierea programării prin realizarea proiectelor pe platforma eTwinning. Unul din cele mai atractive proiecte a fost ”S(ky)NAP! – A coded map of the sky”, care a fost apreciat cu Certificatul European de calitate (anul 2021).

Altă oportunitate, participarea la Săptămâna Uniunii Europene - Code Week. Trei ani la rând elevii de la clasele primare sunt invitați la studierea codurilor și continuă studierea pe parcursul întregului an de studii.

Figura 3. Platforma Săptămânii Uniunii Europene - Code Week

În septembrie 2022 am obținut granturi pentru a realiza 3 proiecte de programare pe Meet and Code (https://meet-and-code.org/md/md/):

1. LEGO cu BLOCKLY – util, eficient și distractiv! (https://meet-and-code.org/md/md/event-show/8923)
2. METODA – Misiunea Ecologică a Tinerilor Observatori prin Descoperiri Alternative (https://meet-and-code.org/md/md/event-show/8961)

3. HTML - primii pași spre lumea WEB (https://meet-and-code.org/md/md/event-show/8964)

Aceste proiecte au câștigat o finanțare prin programul Meet and Code (https://meet-and-code.org/) susținut la nivel european de compania de software SAP. În Republica Moldova, programul este coordonat de #AsociațiaTechsoup și susține evenimente de tehnologie și programare aliniate cu misiunea inițiativei Comisiei Europene: Europe Code Week. #meetandcode #codeEU #SAP4Good.

Concluziile acestor activități realizate sunt:

- activitățile de informatică îi ajută pe elevi să colaboreze;
- abilitățile de informatică îi ajută pe elevi să creeze produse noi;
- modelarea situațiilor permite ca fiecare subiect să devină clar și vizibil;
- inițierea elevilor în programare încurajează dezvoltarea programatorilor de mâine;
- regula „fără cel mai bun!" creează posibilitatea de a lucra în ritm propriu;
- platformele fără plată sunt accesibile tuturor elevilor;
- varietatea platformelor satisface nevoile fiecărui elev;
- profesorii și părinții devin actori importanți în creșterea generației de utilizatori nativi.

În lumea noastră din ce în ce mai digitală dorim ca copiii să cunoască calculatorul. Trebuie să facem acest lucru inteligent, neobservabil, prin învățarea codificării și demonstrarea oportunităților de carieră. Profesiile viitorului le studiem astăzi.

Bibliografie

1. Sourse: https://elearningindustry.com/why-coding-is-important-for-kids
2. Sourse: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2021.657895/full
3. Sourse: https://www.wizeacademy.com/benefits-of-teaching-coding-to-kids-at-an-early-age/
4. *Psihologia relației copil-profesionist în domeniul social. Suport de curs*. Chișinău, 2015. 97 p. ISBN 978-9975-87-079-5.
5. ACKERMANN, L.; CH, Lo.; MANI, N.; MAYOR, J. *Word learning from a tablet app: Toddlers perform better in a passive context.* PloS one, 2020 - journals.plos.org.

CZU: 37.022

PEDAGOGIA EDUCAȚIEI STEAM PENTRU PREDAREA - ÎNVĂȚAREA ȘTIINȚELOR REALE ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PREUNIVERSITAR

Elena RAILEAN, doctor în pedagogie, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-7893-9742
Institutul de Studii Avansate în Schimbările Antropocentrice al
Universității de Studii Politice și Economice Europene „C. Stere”
Universitatea Americană din Moldova

Rezumat. Educația STEAM constituie un fenomen global de integrare a științei, tehnologiei, ingineriei, artei și matematicii cu scopul fortificării competenței de a soluționa probleme reale. Conceptul educației STEAM este cunoscut din anii cincizeci ai secolului trecut. Scopul acestui articol este investigarea modelelor educației STEAM și reprezentarea grafică în formă de hartă conceptuală a pedagogiei educației STEAM. Rezultatele obținute sunt: a) elementele pedagogiei educației STEAM (curricula educației STEAM; modelele educației STEAM; strategii cognitive, social/afective și metacognitive și b) harta conceptuală a pedagogiei educației STEAM pentru predarea-învățarea științelor reale în învățământul preuniversitar.
Cuvinte cheie: educația STEAM, pedagogia educației STEAM, harta conceptuală, modelul de interacțiune cognitiv-afectivă, strategii cognitive, strategii metacognitive, strategii social/afective.

STEAM EDUCATION PEDAGOGY FOR TEACHING – LEARNING REAL SCIENCE IN PRE-UNIVERSITY EDUCATION

Abstract. STEAM education is a global phenomenon of the integration of science, technology, engineering, art and mathematics with the aim of strengthening the competence of life-long student to solve real problems. The concept of STEAM education has been known since the fifties of the last century. The purpose of this article is to investigate models of STEAM education and graphical representation in the form of a concept map of STEAM education pedagogy. The results obtained are: a) elements of STEAM education pedagogy (STEAM education curriculum; STEAM education models; cognitive, social/affective and metacognitive strategies) and the b) conceptual map of STEAM education pedagogy for teaching-learning real sciences in pre-university education..
Keywords: STEAM education, STEAM education pedagogy, conceptual map, cognitive-affective interaction model, cognitive strategies, metacognitive strategies, social/affective strategies.

Introducere

Învățarea este mai mult decât abilitatea de a reproduce informațiile, faptele și numele din manualul școlar. Conceptul educația STEM (unde S-știință, T-tehnologie, E-inginerie, A-artă și M-matematică) este un concept global cunoscut din anii cincizeci ai secolului trecut. Necesitatea în educația STEM a fost determinată de impactul schimbărilor antropocentrice asupra capacității decizionale și acționale referitor la importanța studierii aprofundate a științelor (matematică, biologie, chimie etc.). Paradigma educației STEM este datorată datelor statistice, conform cărora interesul de a studia aprofundat disciplinele reale este mai mic comparativ cu științele sociale și economice. După [1], 15% din elevii americani obțin studii superioare în științele naturale, în Korea de SUD - 38%, în Franța - 47%, în China – 50%, iar

în Singapore – 67%. Conform aceluiași autor, 86% din americani sunt ferm convinși că sporirea educației STEM este vitală pentru completivitate în economia globală.

Scopul acestui articol este studierea **pedagogiei educației STEAM** pentru predarea-învățarea științelor reale în învățământul preuniversitar. Pentru realizarea scopului au fost setate următoarele obiective: a) analiza literaturii științifice cu referință la pedagogia educației STEAM; b) elaborarea și descrierea hărții conceptuale. pentru predarea - învățarea științelor reale în învățământul preuniversitar.

Metode şi materiale aplicate

Analiza literaturii științifice reprezintă o narațiune referitor la cele mai relevante lucrări științifice publicate în 2013 – prezent care depozitate în Google Școlar. În baza rezultatelor descrise în aceste lucrări a fost elaborată harta conceptuală pentru a structura cunoștințele descrise și a elucida relațiile dintre conceptele și ideile principale. Pentru elaborarea hărții conceptuale a fost utilizat template-ul oferit gratis de Lucidchart (https://lucid.app/users/).

Rezultatele obținute

1. **Elementele structurale ale pedagogiei educației STEAM**

Pedagogia este știința educației. Curricula STEAM (unde *A*-artă și design) a apărut ca necesitate de a transforma educația inginerească prin artă și design [2]. Modelele educației STEAM valorifică importanța insigth-ului, creativității, originalității etc. în proiectarea, elaborarea, evaluarea și mentenanța proiectelor. Educația STEAM este "mai creativă, ghidată de lumea reală și bazată pe probleme sau proiecte inspirate din natură" [3]. Nucleul educației STEAM este **învățarea prin proiecte de soluționare a problemelor reale**.

Strategiile pedagogice ale educației STEAM sunt cognitive sau metacognitive. Astfel, strategiile cognitive valorifică fortificarea cunoștințelor și a deprinderilor de rezolvare a problemelor reale. După [4], instruirea prin proiecte, realizată după modelul interacțiunii cognitiv-afective stimulează creativitatea și imaginația celor care învață. Acest deziderat este realizat prin activități practice și design creativ. Viceversa, strategiile metacognitive integrează *creativitatea cu abilitatea de gândire critică.* "Dezvoltarea competențelor prin artă și educația artistică este calea educației non-algoritmice, care include, de asemenea, intuiția și gândirea. Una dintre cele mai importante metode este reflexivitatea" [5, p. 178].

Conform studiului lui Brown (2000), strategiile de învățare se clasifică în strategii cognitive, strategii social /afective și strategii metacognitive. Strategiile social / afective sunt strategii de comunicare în grup prin tehnici cooperative sau/și colaborative. Totuși, structura strategiilor metacognitive este destul de complexă, fiind constituită din strategii de planificare, monitorizare și de evaluare. Prin urmare, "cunoașterea strategiilor se referă la a) cunoștințele despre sarcinile cognitive, b) cunoștințele despre sarcinile metacognitive și c) cunoștințele condiționate" [7, p. 25]. Prin cunoștințe condiționate înțelegem cunoștințele care apar ca urmare a reacției involuntare la stimul.

La etapa actuală nu există un singur model pedagogic al educației STEAM. În [8] se relatează despre încercările de a elabora un model integrativ pentru educația STEAM axat pe dezvoltarea și înțelegerea conceptului prin metode inter- și transdisciplinare. O altă idee se referă la elaborarea unui cadru iterativ care încorporează pedagogiile artei și design-ului în tehnici specifice, cum ar fi prezentarea de idei într-o expoziție. Cadrul teoretic al lucrării analizate se bazează pe rezultatele investigațiile lui Dopplet (2004, 2009) și include modelul de învățare în bază de proiect în care educabilii planifică și proiectează un prototip care ulterior este testat și reproiectat. Acest model descrie etapele specifice managementului unui proiect de cercetare științifică și include: definirea problemei și identificarea necesității (descrierea consumatorului țintă și definirea restricțiilor); colectarea informațiilor (colectarea și organizarea datelor), introducerea de soluții alternative; alegerea soluției optime (identificarea punctelor forte și a punctelor slabe ale fiecărei opțiuni); proiectarea și construirea unui prototip (crearea unui artefact multimedia) și evaluarea prototipului (documentarea procesului și evaluarea produsului).

2. Harta conceptuală a pedagogiei educației STEAM pentru predarea-învățarea științelor reale la etapa studiilor preuniversitare

Harta conceptuală a pedagogiei educației STEAM a fost elaborată în abordare metasistemică luând ca punct de reper rezultatele științifice publicate în lucrărilor analizate. Din aceste considerente, modelul pedagogiei educației STEAM se prezintă în felul următor:

1. Pedagogia educației STEAM se realizează după curricula STEAM.
2. Strategiile de predare-învățare se diversifică în a) strategii cognitive, b) strategii metacognitive și c) strategii social /afective. Astfel,
   a. strategiile cognitive valorifică design-ul creativ și activitățile practice;
   b. strategiile metacognitive implică cunoștințe și experiențe metacognitive;
   c. strategiile social /afective susțin importanța învățării / evaluării în grup prin activități de învățare cooperativă și colaborativă.
3. Accentul în curricula educației STEAM este pe instruirea prin proiecte după modelul de interacțiune cognitiv-afectivă. Acest model descrie importanța integrării strategiilor cognitive cu strategiile / tacticile individuale realizate prin activități extracurriculare.
4. Strategiile social /afective încorporează strategiile cognitive, precum și cunoștințele și experiențele metacognitive într-o unitate holistică (Fig. 1).

Harta conceptuală poate fi extinsă la nivel de comprehensiune a metodelor, procedeelor și tacticilor de predare-învățare-evaluare; formelor de organizare a procesului instructiv-educativ și managementul acestora, etc. Condiția este ca harta conceptuală să fie elaborată în baza rezultatelor cercetărilor științifice.

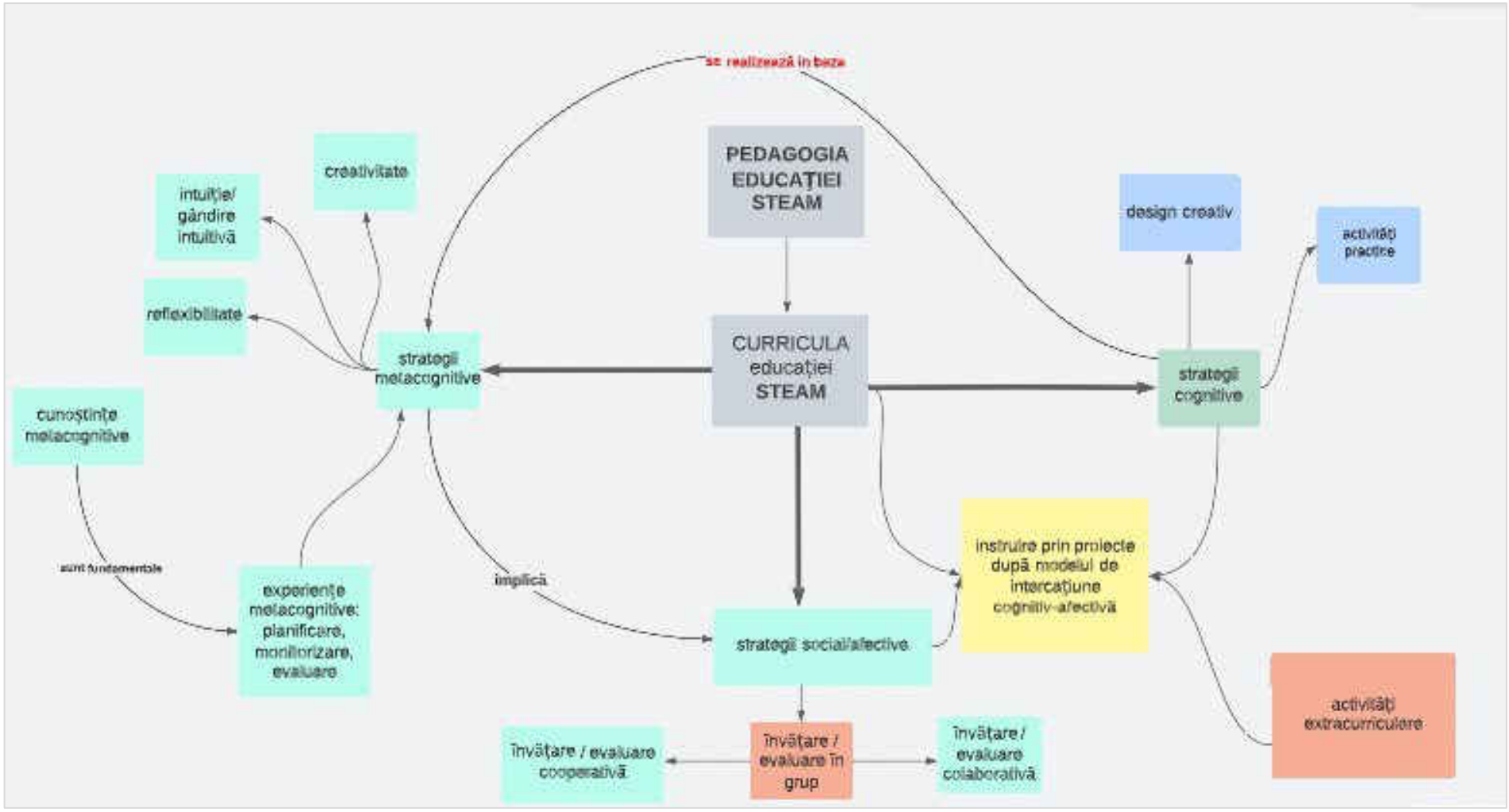


Figura 1. Harta conceptuală a pedagogiei educației STEAM în învățământul preuniversitar

Concluzii

Pedagogia educației STEAM este un domeniu activ de cercetare. În abordare metasistemică studiul investigațiilor în pedagogie trebuie ajustate la starea-lucrurilor în tematica analizată. Modelul hărții conceptuale elaborat descrie pedagogia educației STEAM în învățământul preuniversitar în baza cunoștințelor publicate în lucrările științifice în perioada 2013-prezent, depozitate în Google Scholar.

Modelul elaborat prin tehnica hărților conceptuale poate fi extins în dependență de datele, informațiile și cunoștințele disponibile. Cercetarea poate fi extinsă prin analiza comprehensivă a informațiilor din alte baze de date științifice cu acces deschis, precum ERIC, ProQuest, DOAJ, Index Copernicus etc.

Bibliografie

1. JONES, K. How the STEM Crisis is Threatening the Future of Work. In: *Visual capitalist,* 2020. https://www.visualcapitalist.com/stem-education-crisis-future-work/
2. WATSON, A. D.; WATSON, G., H. Transitioning STEM to STEAM: Reformation of Engineering Education. In: *The Journal for Quality Participation*, 2013. pp.1-4.
3. HENRIKSEN, D.; MEHTA, R.; MEHTA, S. Design Thinking Gives STEAM to Teaching: A Framework That Breaks Disciplinary Boundaries. In: Khine, M., Areepattamannil, S. (eds) *STEAM Education*. Springer, 2019, pp. 57-78. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_4
4. HSIAO, H. S.; CHEN, J. C.; CHEN, J. H.; ZENG, Y. T.; CHUNG, G. H. An Assessment of Junior High School Students' Knowledge, Creativity, and Hands-On Performance Using PBL via Cognitive–Affective Interaction Model to Achieve STEAM. În: *Sustainability*, 2022. 14(9), 5582. https://www.mdpi.com/2071-1050/14/9/5582
5. MORARI, M. Conceptual Framework for Non-Algorithmic Education in STEAM Education: Toward Metacognitive Strategies. In: E. Railean, A. Elçi, & A. Elçi (Eds.), *Metacognition and Successful Learning Strategies in Higher Education*. IGI Global. 2017, pp. 178-195. https://doi.org/10.4018/978-1-5225-2218-8.ch010.
6. BROWN, H. D. *Principles of language learning and teaching*. New York: Longman.
7. RAILEAN, E. *Managementul strategiilor metacognitive*. Chisinau, 2021, 108 p. ISBN 978-9975-87-910-1.
8. BERTRAND, M. G.; NAMUKASA, I. K. A pedagogical model for STEAM education. În: *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, (ahead-of-print), 2022. https://doi.org/10.1108/JRIT-12-2021-0081, https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JRIT-12-2021-0081/full/html

CZU: 004.43

ABORDĂRI DIDACTICE ÎN PROCESUL DE PREDARE-ÎNVĂȚARE A LIMBAJULUI SCRATCH

Zahar STEPANOV, drd.
Liubomir CHIRIAC, dr. hab., prof. univ.
https://orcid.org/0000-0002-5786-5828
Universitatea de Stat din Tiraspol/Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă”

Rezumat. În acest articol sunt examinate aspecte didactice care țin de studierea limbajului Scratch în sistemul preuniversitar. Sunt punctate caracteristicile cheie ale limbajului Scratch. Este propus un concept de program extracurricular privind studierea elementelor de programare prin intermediul limbajului Scratch.
Cuvinte cheie: limbajul Scratch, caracterisiticile principale, program extracurricular.

DIDACTIC APPROACHES IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF THE SCRATCH LANGUAGE

Abstract. In this article, didactic aspects related to the study of the Scratch language in the pre-university system are examined. The key features of the Scratch language are highlighted. An extracurricular program concept is proposed regarding the study of programming elements through the Scratch language.
Keywords: Scratch language, main features, extracurricular program.

1. Ce reprezintă limbajul Scratch?

Programarea, a devenit o profesie populară, în contextul dezvoltării noilor tehnologii IT, care dau tonul în dezvoltarea industriei moderne. Grație faptului că profesia de programator devine o necesitate stringentă a economiei mondiale, se fac eforturi suplimentare pentru a obține cunoștințe de bază de la o vârstă fragedă.

Scratch este un limbaj de programare orientat la obiecte la nivel înalt. Este un limbaj de programare vizuală. Limbajul este adaptat vârstei tinere, drept urmare este creată și partea vizuală. Din acest motiv este ideal pentru aplicarea în domeniul educației, unde prin joc se învață despre programare și în general despre domeniul IT.

Ideea a fost de a oferi copiilor oportunitatea de a înțelege conceptul de codificare într-un mod distractiv. Acestea pot crea povești interactive, animații și jocuri cu Scratch. Pentru a progresa cât mai mult, utilizatorii pot partaja conținutul cu alți utilizatori din întreaga lume. Acest lucru încurajează imaginația, rezolvarea creativă a problemelor și munca în echipă.

Nu trebuie confundat faptul că cei mici învață elementele de bază ale programării prin joc, care îi poate ajuta în viitor. Fiecare formă de joc cu Scratch este o pregătire posibilă pentru un viitor de succes. Programul a fost creat de Fundația Scratch, cu ajutorul experților din MIT Media Lab, coordonat de Mitchel Resnick, din cadrul Massachusetts Institute of Technology (MIT). Scratch a apărut din dorința de a-i introduce pe copii în lumea

programării într-un mod ușor. Astfel, în 2003, a fost creată prima versiune a acestui limbaj de programare.

La început, a existat doar o versiune desktop, dar astăzi Scratch este disponibil și prin intermediul telefonului mobil. Având în vedere că această formă de programare a câștigat popularitate, a fost introdus un sistem mai nou, Scratch 2, care introduce elemente grafice suplimentare și îmbunătățește experiența de lucru chiar și pentru cei mai tineri utilizatori.

Codificare ca parte din joc

Software-ul care utilizează acest limbaj a avansat dar ideea a rămas aceeași – de a aduce programarea mai aproape de copii. Scratch este conceput pentru copiii, în mod special, cu vârste între 8 și 16 ani, deși este foarte interesant și pentru utilizatorii mai mari. Pentru copii cu vârste cuprinse între 5 și 7 ani a fost creată o versiune mai simplă – **ScratchJr**.

Pentru a ajuta copiii să învețe prin joc cât mai mult posibil, autorii s-au străduit să pună Scratch la dispoziție în peste 40 de limbi. Acest lucru a ușurat munca în multe școli de programare pentru copii care au adoptat Scratch ca o metodă excelentă pentru învățare.

Indiferent de versiunea acestui limbaj de programare, principiul nu s-a schimbat. Încă de la început, accentul a fost pus pe capacitatea de a partaja și de a combina diverse coduri. Acest lucru înseamnă că utilizatorii pot crea, partaja și amesteca proiectele lor cu un alt proiect.

2. Caracteristicile cheie ale limbajului Scratch

Pentru a începe codificarea, este necesar de creat un cont pe site-ul oficial al lui Scratch. Procesul de înregistrare este același ca pentru orice alt site. Urmând procedura standard, veți putea intra în codare. Codificarea se face folosind un program care oferă o reprezentare vizuală a sintaxei. Utilizatorii pot vedea imediat și rezultatul muncii lor. Pentru a crea un program, este necesar să asamblat blocuri. Elevul poate verifica oricând cum progresează, punând programul în funcțiune.

Trebuie menționat că, în cazul lui Scratch, sintaxa este semnificativ simplificată, astfel încât nu există practic nicio parte de cod textual care să poată fi întâlnită în limbajele de programare mai complexe. Aici, în primul rând, se urmărește ca cel mic să înțeleagă modalitățile prin care își poate duce la îndeplinire ideea respectând comenzile.

Programarea prin intermediul blocurilor. Pentru a crea programe în Scratch, pur și simplu este necesară asamblarea blocurilor grafice împreună. Blocurile sunt realizate astfel încât să poată fi asamblate numai în construcții corecte din punct de vedere sintactic, ceea ce elimină erorile. Diferite tipuri de date au forme diferite, evidențiind incompatibilitatea. Se pot face modificări în programe chiar și în timp ce programul rulează, permițând mai multe experimente cu idei noi.

Gestionare și manipulare de date. Cu Scratch, se pot crea programe care gestionează și manipulează diferite tipuri de informații: grafice, animații, muzică și sunete. Scratch

extinde capacitățile de manipulare a informațiilor vizuale care sunt populare în cultura actuală - de exemplu, prin adăugarea de programabilitate la filtrele asemănătoare softului Photoshop.

Colaborare și partajare. Limbajul Scratch oferă posibilitate de colaborare: se poate de examinat proiectele altor elevi; se permite utilizarea și modificarea imaginilor și scripturile și adăugarea propriului proiect. Una din cele mai mari realizări ține de cultivarea abilităților de a lucra în echipă și relațiile stabilite în procesul de lucru.

Când elevii lucrează la un proiect în Scratch, au șansa de a învăța concepte computaționale importante, cum ar fi cicluri, condiționări, variabile, tipuri de date, evenimente și procese.

3. De ce este important limbajul Scratch?

Pentru a implementa limbajul Scratch în sistemul preuniversitar a fost propus și elaborat un **program extracurricular** pentru elevii din clasele gimnaziale.

Scopul programului este orientat spre formarea ideilor de bază ale elevilor despre limbaje de programare, algoritm, modalități de a scrie un algoritm și cultivarea deprinderilor privind elaborarea unui proiect cu caracter creativ; pentru a forma interesul cognitiv al elevului dezvoltând abilitățile de învățare și cercetare.

În acest sens curricula are drept ***scop cultivarea cunoștințelor de bază*** ale elevilor din următoarele perspective:

A) **Cognitive**:

- să posede abilitățile care țin de compilare a algoritmilor;
- să posede conceptele de „obiect”, „eveniment”, „management”, „manipulare evenimente”;
- să studieze funcționalitatea principalelor structuri algoritmice;
- să-și formeze o idee despre profesia de „programator”;
- pentru a-și forma abilitățile de dezvoltare, testare și depanare a programelor simple;
- să înțeleagă conceptul de proiect și a algoritmului de dezvoltare a acestuia;
- să-și dezvolte abilitățile de elaborare a proiectelor: ***povești interactive, quest-uri, jocuri interactive, tutoriale, desene animate, modele și prezentări interactive.***

B) **Psiho-pedagogice**:

- promovarea dezvoltării gândirii critice, sistemice, algoritmice și creative;
- dezvoltarea atenției, memoriei, observației; interesului cognitiv;
- dezvoltarea capacității de a lucra cu programe de calculator și surse suplimentare de informații;
- dezvoltarea abilităților de planificare a proiectelor, capacitatea de a lucra în grup.

C) **Atitudinii pozitive față de domeniul IT**:

- să formeze o atitudine pozitivă față de informatică și TIC;

- dezvoltarea deprinderilor de lua independent decizii și formarea capacității de a lucra în echipă;
- dezvoltarea capacităților de a demonstra rezultatele muncii lor.

Scratch este un sistem multimedia. Majoritatea operatorilor permit lucru cu grafica și sunetul, creând animații și efecte video. Manipularea cu informații media este scopul principal al creării Scratch.

Ce aduce ultima versiune 3.0?

Până în prezent, au fost elaborate trei versiuni ale limbajului de programare Scratch. Prima versiune a fost realizată în 2003, versiunea îmbunătățită a fost lansată abia șase ani mai târziu. După aceea, a fost nevoie de 10 ani întregi pentru a veni cu o nouă iterație. Versiunea Scratch 3.0, după testare, a fost lansată oficial la începutul anului 2019 și încă se lucrează la modernizarea acestei versiuni. Noua versiune a adus multe opțiuni noi: numărul mare de personaje noi, adică sprite cât și interfața grafică actualizată folosită pentru codificare. Pe lângă o serie de opțiuni, poate cea mai importantă noutate este capacitatea de a lucra pe dispozitive mobile cum ar fi tableta ori telefonul mobil.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. AGAPE, M. *Să învățăm programare jucându-ne în Scratch*. Orșova, 2016. pag 192.
2. GIURGIULESCU, M.; GIURGIULESCU, V. B. *Informatică și TIC*. clasa a VI-a. București, 2018.
3. БРЫКОВА, О.В. *Проектная деятельность на уроке с использованием нформационных технологий*. Санкт-Петербург, 2007.
4. ГЛАДИЛИНА, О.Ю. Среда Scratch как опыт синтеза философско-педагогических концепций и компьютерных технологий в свете образовательных стандартов нового поколения. http://www.science-education.ru/pdf/2014/1/145.pdf.
5. SCHOROW, S. Creating from Scratch. *MIT News Office*. (14 May 2007).
6. http://scratch.mit.edu/

CZU: 004.43

APLICAREA ORM LA REZOLVĂRI DE PROBLEME DIN ECONOMIE

Vitalie ȚÎCĂU, lector universitar
https://orcid.org/0000-0002-2032-3662
Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți

Rezumat. Logica Object Relational Mapping este capacitatea de a scrie interogări și de a manipula date folosind o paradigmă orientată pe obiecte. O bază de date relațională conține rânduri care sunt stocate în tabele. Cu toate acestea, atunci când se scrie un program într-un limbaj de nivel înalt orientat pe obiecte, este mult mai convenabil când datele preluate din baza de date pot fi accesate sub formă de obiecte. Tehnologia ORM ajută la operarea rapidă cu informațiile din baza de date, o metodă performantă de lucru cu cererile și tabelele. În lucrare este cercetată abordarea utilizării tehnologiei ORM la elaborarea unei aplicații de gestiune a datelor unei companii.
Cuvinte-cheie: ORM, baze de date, POO, Python, aplicații în practică.

APPLYING ORM TO PROBLEM SOLVING IN ECONOMICS

Abstract. Object Relational Mapping logic is the ability to write queries and manipulate data using an object-oriented paradigm. A relational database contains rows that are stored in tables. However, when writing a program in a high-level object-oriented language, it is much more convenient when the data retrieved from the database can be accessed as objects. ORM technology helps to quickly operate with database information, a high-performance method of working with requests and tables. The paper researches the approach of using ORM technology to develop a company's data management application.
Keywords: ORM, databases, OOP, Python programming, applications in practice.

Introducere

Limbajele de programare orientate pe obiecte reprezintă datele într-un graf interconectat de obiecte, pe când bazele de date relaționale folosesc un mod tabelar de reprezentare. Efortul de a conecta atributele claselor definite prin intermediul unui limbaj orientat pe obiecte cu câmpurile tabelelor din baza de date nu poate fi ignorat, iar scopul unui ORM este acela de a crea o relație naturală, transparentă, fiabilă și de durată între cele două modele. Această nepotrivire de paradigmă pare să nu își fi găsit încă o soluționare definitivă care să fie aprobată de toți actorii din industria IT, însă opinia generală este aceea că framework-urile ORM reprezintă un important pas înainte.

Fiind un limbaj de programare bine conceput, Python este perfect pentru rezolvarea problemelor din lumea reală, cum ar fi cele pe care dezvoltatorii trebuie să le rezolve zilnic. Este folosit în cea mai largă gamă de aplicații – atât ca unealtă pentru gestionarea altor componente software, cât și pentru implementarea programelor independente.

În lucrare sunt cercetate modurile de aplicare a limbajului Python la elaborarea de aplicații și componentele sale distinctive, sunt analizate etapele de proiectare a unei baze de date, pornind de la planificarea bazei de date, alegerea unui sistem de gestiune, cât și implementarea acesteia in cadrul sistemelor respective. În lucrare se descriu pas cu pas

conceptele teoretice și ideile practice pentru a putea crea și dezvolta o bază de date corectă și funcțională. De asemenea este descris modul de elaborare a aplicației de gestiune a datelor unei companii utilizând conceptele ORM și baze de date PostgreSQL.

Metode și materiale aplicate

ORM este o tehnologie de programare care conectează baze de date cu concepte de limbaje de programare orientate pe obiecte, creând o „bază de date de obiecte virtuale". Există atât implementări proprii cât și gratuite ale acestei tehnologii [1].

ORM face posibilă accesarea și manipularea obiectelor fără ca programatorii să fie interesați de sursa de date de unde provin aceste obiecte. Această tehnică a apărut din necesitatea de a depăși diferențele de paradigmă dintre modelul orientat pe obiecte (susținut de limbajele de programare de nivel înalt actuale) și modelul relațional (utilizat de cele mai populare sisteme de gestiune a bazelor de date).

Procesul automat de stocare a obiectelor într-o bază de date relațională folosind un framework ORM, constă în maparea obiectelor la tabelele corespunzătoare, asocierea dintre ele fiind descrisa folosind metadata. Un framework ORM complet include următoarele funcționalități:

- un API pentru operațiile CRUD (create, read, update, delete) aferente claselor persistente;
- un limbaj pentru specificarea interogărilor adresând clasele persistente și atributele acestora;
- un mod care să faciliteze definirea metadata pentru mapările dintre obiect și tabel;
- o abordare consistentă a tranzacțiilor, a metodelor de stocare a datelor și a asocierilor dintre clase;
- tehnici de optimizare în funcție de natura aplicației.

Avantajele utilizării ORM-urilor sunt:

- economia de timp pentru utilizatorii non-SQL – se poate accelera procesul cu limbajul Python;
- ORM face comutarea între diferite baze de date relaționale (de exemplu, de la MySQL la PostgreSQL) mult mai ușoară, deoarece majoritatea funcțiilor rămân aceleași;
- unele dintre interogări au rezultate mai eficiente, decât dacă se scriu individual.

Dezavantajele utilizării ORM-urilor sunt:

- deoarece ORM este un concept diferit, pentru a utiliza un ORM, este necesar timp suplimentar pentru a-l studia;
- pentru practicienii SQL, utilizarea ORM poate fi mai puțin eficientă și utilă, deoarece nu oferă atât de multe oportunități comparativ cu scrierea individuală a interogărilor;
- conflictele suplimentare pot apărea la setarea configurației etc.

ORM-urile Python des utilizate sunt [2]: Django ORM, SQLAlchemy ORM, Peewee ORM, Pony ORM, SQLObject etc. Caracteristicile de bază ale *Django* sunt:

- SEO optimizat;
- este extrem de rapid;
- dispune de un cadru complet încărcat care vine împreună cu autentificări, administrări de conținut, fluxuri RSS etc.;
- este foarte sigur ajutând astfel dezvoltatorii să evite greșelile obișnuite de securitate, cum ar fi falsificarea cererilor între site-uri (csrf), clickjacking, scripturi între site-uri etc.;
- este extrem de scalabil, ceea ce, la rândul său, ajută la satisfacerea celor mai grele cereri de trafic;
- este imens de versatil, care permite de a dezvolta orice fel de site-uri web.

Django urmează arhitectura MVT (*Model View Template*), care se bazează pe arhitectura MVC (*Model View Controller*). Principala diferență dintre aceste două este că Django în sine se ocupă de partea controlerului.

SQLAlchemy este un Python ORM bine apreciat, deoarece obține nivelul de abstractizare „corect” și pare să facă interogări ale bazelor de date complexe mai ușor de scris decât Django ORM în majoritatea cazurilor.

Peewee ORM este o implementare ORM Python care este scrisă pentru a fi „mai simplă, mai mică și mai accesibilă” decât SQLAlchemy.

Pony ORM este un alt Python ORM disponibil ca sursă deschisă, sub licența Apache 2.0 și permite dezvoltatorilor să lucreze cu conținutul unei baze de date sub formă de obiecte. Pony ORM este o bibliotecă pentru limbajul Python care permite de a lucra convenabil cu obiecte care sunt stocate ca rânduri într-o bază de date relațională.

Pony are câteva avantaje distincte comparativ cu alte ORM, cum ar fi Django și SQLAlchemy:

- sintaxă excepțional de convenabilă pentru scrierea interogărilor;
- optimizare automată a interogărilor;
- soluție elegantă pentru problema *N+1;*
- editorul de schemă a bazei de date online.

Limbajul de programare Python poate fi folosit pentru a rezolva o gamă mai largă de probleme.

Proiectarea unei baze de date reprezintă un proces ce implică dezvoltarea și rafinarea structurii unei baze de date pe baza cerințelor formulate de către beneficiarul bazei de date și a cerințelor deduse pe baza efectuării analizei domeniului ce urmează a fi modelat. Principalul obiectiv urmărit la proiectarea unei baze de date este asigurarea consistenței, integrității și preciziei datelor.

Dacă proiectul unei baze de date este incorect, atunci este dificil de extras informațiile necesare, fiind posibilă obținerea de informații false [3].

Planificarea bazei de date reprezintă controlul activităților ce permit realizarea efectivă și eficientă a etapelor de proiectare a unei baze de date. În acest scop se realizează următoarea documentație:

- identificarea scopului bazei de date;
- obiectivele bazei de date.

Proiectarea bazei de date cuprinde următoarele trei etape:

- proiectarea conceptuală a bazei de date; - proiectarea logică a bazei de date;
- proiectarea fizică a bazei de date.
- proiectarea conceptuală.

Fie, că în cadrul departamentului economic al companiei funcționează serviciul contabilitate care pe lângă celelalte atribuții de organizare și conducere a contabilității companiei, desfășoară și activitatea de evidență personal și calculul salariului. Din operațiunile de bază ale acestei activități cele mai reprezentative sunt:

- întocmirea de situații și evidențe de personal pe diverse categorii;
- întocmirea situațiilor și propunerilor pentru trimiterea personalului la cursuri de specializare și perfecționare;
- întocmirea documentelor premergătoare pensionării personalului;
- se fac studii cu privire la gradul de profesionalizare al personalului societății;
- se fac studii și se întocmesc propuneri pentru plata indemnizațiilor pentru trepte de vechime, pentru completarea studiilor ale personalului;
- se ocupă de întocmirea la timp și în volum complet a documentelor legale de muncă ale personalului societății;
- se înaintează către conducerea societății, propuneri de promovare a personalului pe funcții corespunzătoare cu pregătirea și vechimea acestora;
- se întocmesc situații și evidențe cu privire la pontajul angajaților și înaintarea acestora la oficiul de calcul în vederea stabilirii retribuției lunare a personalului;
- întocmirea de documente de acces în cadrul societății și legitimații specifice.

Analiza elementelor necesare aplicării bazei de date. Întrucât compania are perspectivă, ceea ce presupune mărirea numărului de angajați permanenți și colaboratori, a devenit necesară utilizarea unui sistem informatic pentru evidența personalului și calculul salariilor [4].

Pentru a realiza o bază de date a personalului companiei trebuie cunoscute și stocate următoarele date necesare: numele și prenumele, ID, codul numeric personal, nr. contract de muncă, data contract de muncă, data începerii activității, data încetării activității, motivul încetării activității, tipul de contract de muncă, norma zilnica ore/ zi, adresa, persoane aflate

în întreținere, studii, funcția, sexul, salariul de încadrare, deducerea de bază, deducerea pentru persoanele aflate în întreținere.

Pentru calculul salariilor, după analiza și studiul legislației în vigoare s-a hotărât stocarea următoarelor date: numele și prenumele, codul numeric personal, ore plătite (ore efectiv lucrate), ore lucrătoare în luna respectivă, sporuri, rețineri/

Documentele de intrare pentru acest sistem sunt: fișa de pontaj; lista cu reținerile; contractul de muncă; grila privind deducerile personale.

Rapoartele care se doresc a se obține în urma prelucrării datelor în cadrul sistemului informațional: statul de plata lunar, fișe fiscală 1 și 2, situație de tip concedii medical, situație de tip concedii legale, structura personalului (studii, sex, etc.), listă de avans chenzinal, situația fluctuației de personal, centralizator privind contribuțiile companiei la bugetul asigurărilor sociale aferente salariilor, salariile, în cazul companiei se calculează lunar, plătindu-se într-o singură tranșă lunară (lichidare).

Datele sunt organizate în 5 tabele ale bazei de date. Modelul relațional este prezentat în figura 1.

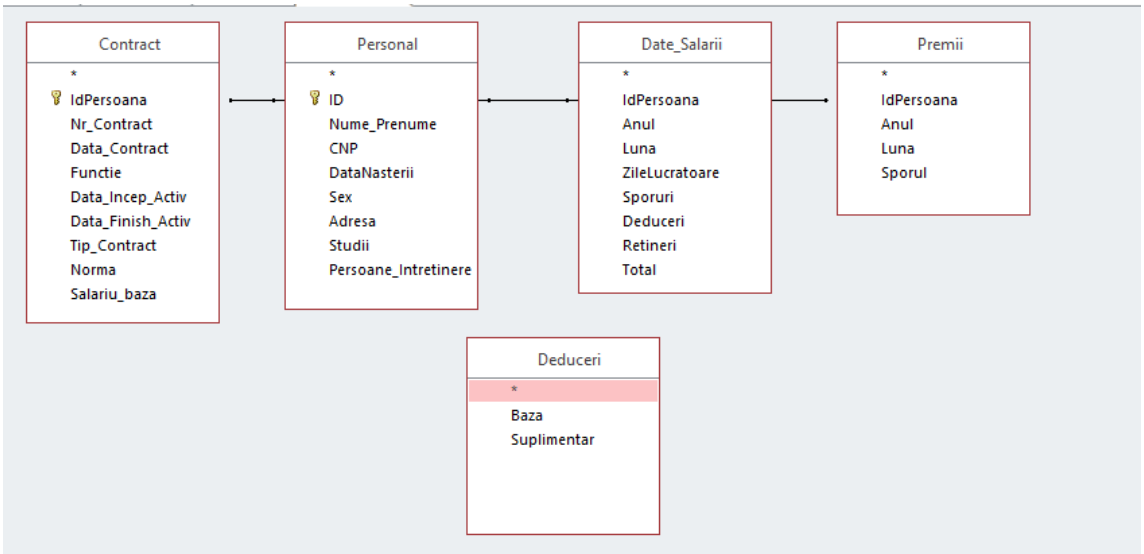


Figura 1. Modelul relațional al bazei de date

În aplicației sunt definite operațiile de: citire, adăugare, modificare, ștergere și căutare în tabelele bazei de date. De asemenea au fost definite funcții specifice pentru operațiile de:

- *actualizare* – crearea tabelelor bazei de date și înscrierea din fișiere text a datelor inițiale la moment;
- *afișare* – afișare datelor curente;
- *adăugare* – adăugarea de persoane, înscrierea contractelor sau atribuirea premiilor;
- *modificare* – modificarea / corectarea datelor eronate;
- *ștergere* – eliminarea articolelor din datelor eronate;

- *căutare* – căutarea unui angajat (unor angajați) după nume cu indicarea datelor contractuale:
- *calcul* – calculul salariului unui angajat într-o lună anumită și generarea unui raport de achitare a salariului într-un fișier text.

Concluzii

În lucrare sunt examinate și caracterizate principalele concepte de aplicare a ORM. Se poate spune, că nu există o soluție universală pentru strategia de data mapping.

Nu se poate afirma cu siguranță că un tip de ORM-uri este în toate aspectele mai bun decât altul. Se poate, însă, observa că unele ORM-uri se descurcă mai bine cu unele sarcini decât altele.

Nepotrivirea impedanței este un termen utilizat în combinație cu ORM și specifică dificultățile care apar la mutarea datelor între tabelele relaționale și obiectele aplicației. Modul în care un dezvoltator folosește obiecte este diferit de modul în care datele sunt stocate și unite în tabelele relaționale.

Pentru o utilizare fiabilă și corectă a unei baze de date este important să se urmărească pașii corecți în realizarea și proiectarea bazei. Important este ca fiecare etapă în elaborare să se parcurgă conform cerințelor acest lucru fiind într-un mod ierarhic.

Performanța ORM provine din traducerea codului aplicației într-o instrucțiune SQL corespunzătoare, care nu poate fi reglată tocmai corect, însă utilizarea unui framework ORM duce la scrierea mai rapida a codului, iar duplicările de cod sunt mai ușor de evitat.

Bibliografie

1. DALTON, A. *The Book of ORM*. 2015, 242 p. ISBN: 978-1909845770. [online]. Disponibil pe Internet [20.06.2021]. www.amazon.com/Book-Orm-J-Dalton/dp/1909845779
2. *Mapping Objects to Relational Databases: O/R Mapping In Detail*. [online]. Disponibil pe Internet [22.01.2022]. http://www.agiledata.org/essays/mappingObjects.html
3. RODIC, M. *Use SQLAlchemy with Django*. [online]. Disponibil pe Internet [25.01.2022]. https://rodic.fr/blog/sqlalchemy-django/
4. STANCIU, V.; GAVRILA, A.; MANGIUC D. *Sisteme informatice financiar-monetare,* București: Ed. ASE, 265 p.

CZU: 004.896:373.3

LEGO WEDO 2.0 – CA MIJLOC DE INTEGRARE A DISCIPINELOR ȘCOLARE ÎN CICLUL PRIMAR

Teodora VASCAN, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-6828-5343
Catedra Informatică şi Tehnologii Infomaţionale, UPSC

Rezumat. Acest articol își propune să contribuie la corpul de cercetări despre educația STEM în școlile primare, concentrându-se în mod special pe robotică, deoarece integrează disciplinele de știință, tehnologie, inginerie și matematică și este considerată o poartă către STEM cu un potențial de a avea un impact semnificativ asupra naturii educației științifice și ingineriei la toate nivelurile.
Cuvinte cheie: integrarea disciplinelor, kit-ul LEGO WeDo 2.0, robotica, STEAM.

LEGO WEDO 2.0 – AS A MEANS OF INTEGRATING SCHOOL SUBJECTS IN THE PRIMARY CYCLE

Abstract. This article also proposes to contribute to the body of research on STEM education in primary schools, focusing specifically on robotics, as it integrates the discipline of science, technology, engineering and mathematics is considered a gateway to STEM with a potential to have. a significant impact on the nature of science and engineering education at all levels.
Keywords: integrating disciplines, LEGO WeDo 2.0 kit, robotics, STEAM.

Introducere

Condițiile de viață în schimbare afectează educația ca și fiecare domeniu al vieții. Pentru a ține pasul cu nevoile vârstei, se consideră că indivizii au nevoie de aplicații diferite și în domeniul educației. Caracteristicile pe care ar trebui să le aibă indivizii din secolul 21 nu pot fi îndeplinite cu exactitate prin instruire directă obișnuită, uniformă și tradițională.

În urma schimbărilor din educație, a apărut utilizarea educațională a roboților și a fost văzută a fi folosită în diverse discipline. Potrivit lui Nishimura [1], utilizarea tot mai mare a roboților în educație a condus la o creștere a interesului elevilor pentru știință și tehnologie. Pentru utilizarea roboților în educație, sunt prevăzute activitățile interdisciplinare odată cu conceptul de STEM (Science, Technology, Engineering, Math).

Astăzi, se vede că roboții sunt folosiți în mai multe domenii, cum ar fi medicina, divertisment, militărie, industrie, competiții și cercetare spațială. Educația a devenit și ea una dintre domeniile de utilizare a roboților.

Studiile arată că educația STEM este mai eficientă dacă începe din copilărie decât dacă începe mai târziu; prin urmare, bazele educației în știință și tehnologie ar trebui puse încă din clasele primare.

Educația STEM timpurie facilitează înțelegerea de către elevi a materiei [2], reduce barierele pentru ocuparea locurilor de muncă legate de domeniile STEM [3], [4] și diminuează stereotipurile bazate pe gen despre carierele STEM [6], [7]. Educația STEM, ca orice altă intervenție educațională, consumă costuri mai mici și are efecte de durată mai lungă la o vârstă

fragedă [8], [9]. Cu toate acestea, există puține cercetări despre educația STEM (de exemplu, educația tehnologică) în educația timpurie [10].

Această cercetare se concentrează în mod special pe robotică, deoarece integrează disciplinele de știință, tehnologie, inginerie și matematică și este considerată o „poartă către STEM" [11] și are potențialul de a avea un impact semnificativ asupra naturii educației științifice și ingineriei la toate nivelurile.

O revizuire a literaturii demonstrează că elevii de la clasa 1 sunt capabili să lucreze cu ușurință cu materialele robotice LEGO și să învețe concepte importante de știință și matematică [12]. Robotica, cu natura sa multidisciplinară, facilitează învățarea multor materii, cum ar fi matematică, fizică, știință, mecanică, electronică, inginerie computerizată, geografie, artă și biologie [10], [13]-[17].

De exemplu, robotica poate fi folosită pentru rezolvarea problemelor matematice precum probleme legate de proporții, numere pozitive și negative, rădăcini pătrate, ecuații algebrice, trigonometrie, numărare, măsurare, estimare și geometrie [16]-[20]. Robotica poate fi folosită și pentru a introduce tehnologiile moderne studenților, îi ajută să se implice activ în disciplinele STEM și le oferă oportunitatea de a explora și gândi într-un mod constructivist [21]. Natura multidisciplinară a roboticii oferă un mediu de învățare unic în care studenții pot proiecta și construi artefacte interactive în timpul experiențelor jucăușe și pot învăța concepte de bază de inginerie, cum ar fi abilități de programare, electronică, angrenaje și rapoarte de transmisie, viteza relativă, direcția de rotație a vitezelor, cuplul și accelerație, bucle, bifurcări, subrutine, logică, utilizarea senzorilor de lumină/ultrasunete/infraroșu, flotabilitate, propulsie, echilibru, legile mișcării și procese fizice [19]-[25].

Robotica nu numai că încurajează interesele elevilor față de conținutul oferit, dar îi ajută și să înțeleagă o varietate de concepte științifice, inclusiv forța și mișcarea, mașini simple, avantaj mecanic, rapoarte de viteză, rapoarte de forță, flux de electroni, legea lui OHM, circuite în serie și paralele, precum și aritmetica de bază și înțelegerea ideii de rezolvare a ecuațiilor [26], [27].

Ca instrument de implementare a acestei direcții în instituțiile de învățământ preuniversitar din Republica Moldova, este introdusă disciplina opțională Robotica pentru ciclul primar, gimnazial și liceal din 2015. Una dintre competenţele generale ce urmează a fi formate şi dezvoltate în cadrul disciplinei şcolare Robotica este integrarea cunoştinţelor din matematică, fizică şi informatică în scopul conceperii şi construirii roboţilor.

Pentru lecțiile de Robotică ciclul primar este recomandat kit-ul LEGO® WeDo® 2.0. LEGO® WeDo® 2.0 este creat pentru a fi utilizat de către elevii claselor primare, pentru învățarea și descoperirea de lucruri noi, pentru dezvoltarea abilităților în domeniile științei, ingineriei și proiectării, tehnologiei și programării, domenii ale abordării STEAM [28].

Descrierea kit-ului WeDo 2.0 și posibilități de integrare a acestuia în procesul educațional în ciclul primar

WeDo 2.0 de la LEGO Education este un nou instrument fantastic de învățare conceput pentru a introduce copiii în robotică, inginerie, programare și predare generală STEM printr-un sistem de învățare bazat pe robot. Pachetul de bază vine cu 280 de elemente de construcție, un hub bazat pe Bluetooth Low Energy care se conectează la un motor, precum și senzori de mișcare și înclinare.

LEGO WeDo 2.0 le permite copiilor să cerceteze, să exploreze, să creeze, să colaboreze, să împărtășească și să-și prezinte descoperirile științifice în timp ce își parcurg drumul prin proiecte interesante, variate și captivante relevante pentru viața reală.

Software-ul LEGO WeDo 2.0 Core este impresionant de ușor de utilizat, cu o interfață strălucitoare și colorată. Blocurile de cod sunt adăugate prin glisare și plasare, ceea ce ar însemna că chiar și un copil de 5 ani ar putea codifica un program simplu. Există patru proiecte Getting Started care reprezintă o introducere excelentă în software, motor și senzori. Copiii construiesc mai întâi Milo the Science Rover.

Fiecare proiect este explicat pur și simplu cu un videoclip animat distractiv pentru a pune scena, iar copiii sunt încurajați să se gândească la problemă într-un context real, cu instrucțiuni complete pentru a construi soluția. Exemplu de cod este dat la sfârșitul instrucțiunilor, dar acesta poate fi ușor extins pentru a adăuga funcții suplimentare distractive. De exemplu, pot fi adăugate schimbări de culoare pentru Milo și câteva sunete, spre amuzamentul copiilor, de asemenea se pot înregistra chiar sunete sau zgomote și și pot fi adăugate la cod.

Software-ul WeDo 2.0 vine cu 8 proiecte ghidate în care sunt date instrucțiuni complete de construcție și cod pentru a rezolva o problemă, fiecare încurajând copiii să gândească mai mult decât problema în sine și au o sarcină suplimentară de extensie, astfel încât copiii să înceapă să se gândească la idei pentru ei înșiși. De exemplu, un proiect este de a construi și de a programa o poartă, dar implică mai mult decât doar construirea porții, Max și Mia (personajele LEGO care ne ghidează) arată o soluție reală și le cere elevilor să învețe mai întâi despre precipitații în diferite anotimpuri din zona lor și să ia în considerare modul în care acestea influențează nivelul apei. Poarta de inundație se deschide și se închide în funcție de vreme datorită unor codări inteligente. Sarcina de extindere a acestui proiect este de a programa două porți astfel încât o barcă să poată naviga pe o porțiune de râu și sugerează copiilor să adauge un senzor de înclinare pentru a deschide poarta și un senzor de mișcare pentru a detecta creșterea nivelului apei.

Cele 8 proiecte deschise, care de asemenea sunt incluse în software-ul WeDo 2.0, oferă elevilor mai multă libertate în ceea ce privește cum să creeze o soluție la o problemă. De exemplu, un proiect este crearea și programarea unui rover spațial pentru a realiza o anumită sarcină. Elevii sunt încurajați mai întâi să cerceteze misiunile reale de rover spațial și să își

prezinte și să documenteze prototipul gândindu-se la ceea ce ar putea descoperi cu roverul lor.

Fiecare proiect oferă câteva îndrumări cu privire la funcțiile care ar putea fi incluse într-o soluție și există o bibliotecă de design inclusă în software, astfel încât elevii să poată urma instrucțiunile pentru o anumită funcție, dacă doresc. Câteva proiecte în acțiune prezintă sursa [29].

Un exemplu de proiect realizat cu WeDo 2.0

Formularea problemei: Ionel a construit o mașină de cursă cu kit-ul LEGO® Educație WeDo 2.0. Ajutați-l pe Ionel să programeze această construcție să se miște și în caz de întâlnire a unui obstacol să se oprească.

Pașii algoritmului:

1. Realizăm construcția cu ajutorul kit-ului LEGO® Educație WeDo 2.0. Pentru acest algoritm am folosit modelul *Race Car* (figura 1), instrucțiunile de asamblare a căreia le găsim pe [30].

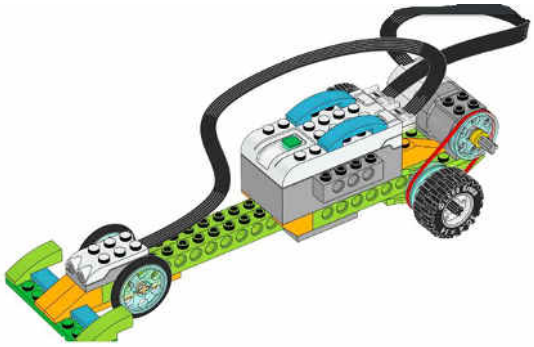


Figura 1. Modelul *Race Car*

2. Creăm algoritmul în mediul LEGO® Educație WeDo 2.0.

Înainte de a executa algoritmul este necesar de a plasa careva obstacol în fața modelului (de ex.: de a acoperi cu mâna calea) și ulterior putem din nou să acoperim calea cu mâna, ceia ce va produce oprirea mașinii de cursă. Chiar de la începutul realizării algoritmului se va afișa o casetă de text în care se va indica numărul de secunde parcurse de model

Concluzii

Sunt incredibil de impresionată de LEGO WeDo 2.0 și figurează mereu pe listele de Crăciun și Zile de naștere. Cu siguranță aș cumpăra acest set sau un alt set de la LEGO Education pentru uz casnic, deoarece oferă o cantitate aproape nesfârșită de oportunități de învățare captivante și potențial de joacă imaginativ, precum și încurajând copiii și părinții să lucreze împreună pentru a rezolva problemele. Eu și fiul meu am petrecut deja multe ore fericite împreună învățând, colaborând și împărtășind idei. Ca părinte pot folosi setul pentru a sprijini învățarea copiilor mei acasă, precum și pentru a inspira dragostea pentru știință, inginerie și programare, care vor fi foarte importante în viitorul lor.

WeDo 2.0 ar fi un instrument foarte puternic într-o sală de clasă pentru toate disciplinele STEM, faptul că copiii au posibilitatea de a defini și rezolva singuri problemele este pur și simplu fantastic și sunt sigură că ar face o lecție sau o serie de lecții memorabile.

Setul de bază WeDo 2.0 este disponibil pentru doar 131,99 GBP, ceea ce cred că este o valoare uimitoare, având în vedere potențialul de învățare și de joacă al setului.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare.

Bibliografie

1. NISHIMURA, K. *Science crisis in the making*. The Japan Times Online, 2006. disponibil online: http://www.icss.kier.kyotou.ac.jp/english/event/eindex.htm accesat la 12.09.2022.
2. MARULCU, I. *Investigating the impact of a LEGO(TM)-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines*. Ph.D dissertation, 2010.
3. MADILL, H.; CAMPBELL, R.G.; CULLEN, D.M. et all. Developing career commitment in STEM-related fields: myth versus reality. In: *Women and minorities in science, technology, engineering and mathematics: Upping the numbers*, R. Burke, M. Mattis, & E. Elgar (Eds.), Northhampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2007. pp. 210–244.
4. MARKERT, L. R. Gender related to success in science and technology. In: *The Journal of Technology Studies*, vol. 22, no. 2, pp. 21–29, 1996.
5. METZ, S. S. Attracting the engineering of 2020 today. In: *Women and minorities in science, technology, engineering and mathematics: Upping the numbers*, R. Burke, M. Mattis, & E. Elgar (Eds.), Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2007, 184–209.
6. STEELE C. M. A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance. In: *American Psychologist*, vol. 52, pp. 613– 629, 1997.

7. REYNOLDS, A. J.; TEMPLE, J. A.; OU, S. R.; ARTEAGA, I. A.; WHITE, B. A. B. School-based early childhood education and age-28 well-being: Effects by timing, dosage, and subgroups. In: *Science*, 2011. vol. 333, no. 6040, pp. 360–364.
8. CUNHA, F.; HECKMAN, J. The technology of skill formation. In: *American Economic Review*, 2007. vol. 97, no. 2, pp. 31–47.
9. BERS, M. U. *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. New York, NY: Teacher's College Press, 2008.
10. KAZAKOFF, E. R.; SULLIVAN, A.; BERS, M. U. The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. In: *Journal of Early childhood Education*, 2013. vol. 41, pp. 245-255.
11. MATARIC, M. J. Robotics education for all ages. In: *Proc. of American Association for Artificial Intelligence Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education*, Palo Alto, CA, Mar. 2004.
12. ROGERS, C.; PORTSMORE, M. Bringing engineering to elementary school. In: *Journal of STEM Education*, 2004. vol. 5, pp. 17–28.
13. KOLBERG, E.; ORLEV, N. Robotics learning as a tool for integrating science-technology curriculum in K-12 schools. In: *The 31st ASEE/IEE Frontiers in Education Conference*. Reno: NV, 2001.
14. OPPLIGER, D. Using FIRST LEGO league to enhance engineering education and to increase the pool of future engineering students. In: Paper 6 ThA1.1 presented at *32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Boston, MA, 2002.
15. SKLAR, E.; EGUCHI, A.; JOHNSON J. Children's learning from team robotics: RoboCupJunior 2001. In: *Proc. of RoboCup-2002: Robot Soccer World Cup VI*, 2002.
16. SKLAR, E.; EGUCHI, A.; JOHNSON, J. Scientific Challenge Award: RoboCupJunior - Learning with Educational Robotics. In: *AI Magazine*, 2003. vol. 24, no. 2, pp. 43-46.
17. ROGERS, C.; PORTSMORE, M. Bringing engineering to elementary school. In: *Journal of STEM Education,* 2004. vol. 5, pp. 17–28.
18. ALLEN, K. C. Robots bring math-powered ideas to life. In: Mathematic Teaching in the Middle School, 2013. vol.18, no. 6, pp. 340-347.
19. GURA, M. Lego robotics: STEM sport of the mind. In: *Learning and Leading with Technology*, 2012. vol. 40, no. 1, pp. 12-16.
20. JOHNSON, J. Children, robotics, and education. In: *Proc. of the 7th International Symposium on Artificial Life and Robotics*, 2002. pp. 491- 496.
21. BERS, M.; PORTSMORE, M. Teaching partnerships: early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. In: *Journal of Science Education and Technology*, 2005. vol.14, no. 1, pp. 59–74.
22. CARBERRY, A.; HYNES, M. Underwater Lego robotics: Testing, evaluation & redesign. In: *Proc. of the ASEE Annual Conference and Exposition*, 2007.

23. BERS, M.; PONTE, I.; JUELICH, K.; VIERA, A.; SCHENKER, J. Integrating robotics into early childhood education. In: *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2002. pp. 123–145.
24. PETRE, M.; PRICE, B. Using robotics to motivate 'Back Door' learning. In: *Education and Information Technologies*, 2004. vol. 9, no. 2, pp. 147–158.
25. CHAMBERS, J. M.; CARBONARO, M.; MURRAY, H. Developing conceptual understanding of mechanical advantage through the use of Lego robotic technology. In: *Australasian Journal of Educational Technology*, 2008. vol. 24, no. 4, pp. 387-401.
26. CHAMBERS, J.; CARBONARO, M.; REX, M. Scaffolding knowledge construction through robotic technology: A middle school case study. In: *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*, 2007. vol. 6, pp. 55 – 70.
27. GRUBBS, M. Robotics Intrigue middle school students and build STEM skills. In: *Technology and Engineering Teacher*, 2013. vol. 72, no. 6, pp. 12-16.
28. VASCAN, T. Promovarea educației STEAM prin intermediul Roboticii Educaționale. În: *Conferința științifică internațională "Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (concept STEAM)"*, UST, Facultatea de Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale, Departamentul Didactica Științelor, 29-30 octombrie 2021, volumul I, pp. 330-335.
29. Exemple în acțiune realizate cu WeDo 2.0. https://youtu.be/pW9qNiZT6U8
30. Instrucțiunile de asamblare a modelului Race Car. https://education.lego.com/en-us/product-resources/wedo-2

CZU: 373.3.022:004

UTILIZAREA REALITĂȚII AUGMENTATE ȘI VIRTUALE ÎN PROIECTELE STEAM LA CLASELE PRIMARE

Tatiana VEVERIȚA, dr., conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-0798-0174
Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În acest articol este descrisă o modalitate de valorificare a realității virtuale pentru organizarea și realizarea activităților STEAM în clasele primare. Este prezentat un exemplu de proiect STEAM în care se cercetează Sistemul Solar prin intermediul acestei tehnologii.
Cuvinte-cheie: realitate virtuală, realitate augmentată, educație STEAM.

THE USE OF AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY IN STEAM PROJECTS IN PRIMARY GRADES

Abstract. This article describes a way of harnessing virtual reality for the organization and implementation of STEAM activities in primary classes.
It is presented an example of a STEAM project which investigates the Solar System using this technology.
Keywords: virtual reality, augmented reality, STEAM education.

Introducere

Educația în domeniul științelor pentru elevii claselor primare se confruntă în prezent cu o varietate de provocări. Pe de o parte, subiectele din acest domeniu conțin adesea un număr mare de concepte abstracte și complexe care sunt dificile de înțeles de către copii cu ajutorul cuvintelor și imaginilor 2D. De exemplu, „Circulația sângelui”, „Sistemul solar”, „Mișcările pământului” sunt documentate ca subiecte esențiale în curriculumul școlar pentru disciplina *Științe*, dar fără o animație vie, poate fi dificil pentru elevi să le înțeleagă. Pe de altă parte, implementarea experimentelor științifice în clasă este adesea limitată de condițiile de realitate, cum ar fi lipsa materialelor, costul ridicat pentru echipamentele necesare, riscurile de siguranță sau alte dificultăți.

Pentru a face față acestor provocări, cercetătorii au recurs la utilizarea tehnologiilor informaționale, care joacă un rol important în instruirea elevilor, înțelegerea conceptelor științifice, precum și dezvoltarea abilităților de raționament științific. Acest lucru este valabil mai ales pentru generația tânără, care s-a născut în era tehnologiilor digitale. Modul în care aceasta procesează informațiile impune cadrul didactic să utilizeze nu doar tehnologiile de bază, dar și să valorifice întregul potențial al e-learning-ului. De exemplu, în loc să vizualizeze imagini ale planetelor Sistemului Solar, ale globului pământesc sau să asculte descrierea unor procese vitale ale organismului omului elevii pot folosi tehnologii educaționale specifice pentru a vedea aceste componente cu ochiul liber și pentru a observa aceste procese în acțiune.

Dintre toate tehnologiile informaționale, realitatea virtuală (VR) și realitatea augmentată (AR) captează din ce în ce mai mult atenția profesorilor și elevilor. Pe măsură ce tehnologiile

VR și AR avansează, acestea sunt aplicate treptat în diferite domenii, inclusiv în educație. De exemplu un sistem dezvoltat de tehnologia VR poate simula mișcarea Pământului în jurul Soarelui, ceea ce permite elevilor să înțeleagă mai bine cum s-au format anotimpurile.

Tehnologiile VR și AR au la bază tehnologii similare dar se deosebesc prin modul de interacțiune a utilizatorului cu mediul digital.

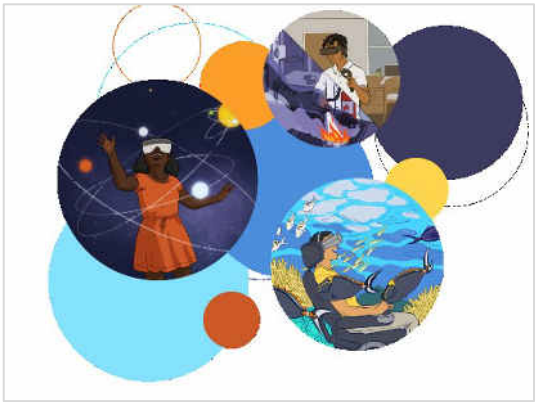
Tehnologia VR folosește ochelarii VR cu două ecrane foarte aproape de față, iar imaginea este proiectată cu ajutorul a două lentile. Mișcările capului și ale corpului sunt înregistrate prin intermediul senzorilor, iar imaginile proiectate dau iluzia că utilizatorul se află într-un mediu total nou.

Tehnologia AR nu folosește dispozitive digitale speciale, dar permite utilizatorului să vadă exact mediul în care se află pe care sunt proiectate anumite elemente digitale prin intermediul camerei foto a tabletei, telefonului mobil etc.

Cercetătorii în domeniu au ajuns la concluzia că tehnologiile AR și VR s-au dovedit a fi instrumente educaționale eficiente de învățare în procesul educațional [1]. Așa cum proiectele STEAM încurajează investigația și învățarea prin experiment, tehnologiile AR și VR sunt soluții potrivite pentru realizarea acestora.

Organizarea activităților într-un proiect STEAM la clasele primare

Vom prezenta un model de organizare a activităților într-un proiect STEAM în care se explorează Sistemul Solar. Elevii vor experimenta senzația de a merge în spațiu prin tehnologiile de realitate virtuală. Ele vor oferi o experiență captivantă a planetelor Sistemului Solar prin teleportarea virtuală din sala de clasă în spațiu și acest lucru, îi va ajuta pe elevi să experimenteze și să înțeleagă sentimentele astronauților.



Explorează

Conectați dispozitivul mobil la ochelarii VR și navigați prin Sistemul Solar.

a) Observați cât de depărtate sunt planetele unele de altele.
b) Identificați care este cea mai apropiată planetă de Soare și cea mai îndepărtată.
c) Observați în ce ordine sunt aranjate planetele față de soare.
d) Observați fiecare planetă a Sistemului Solar și explicați cum arată.

Știință

În afară de planete în jurul Soarelui se mai rotesc și alte corpuri mici.

a) Puteți cerceta ce corpuri mici se mai rotesc în jurul Soarelui?
b) Ce sunt cometele? Din ce sunt ele formate?
c) Care sunt cele mai cunoscute comete?
d) Puteți cerceta cine le-a descoperit?
e) Când au fost văzute ultima dată și când vor urma să fie vizibile de pe Pământ?
f) Care au fost primele imagini ale cometelor?

Tehnologie

Datorită astronauților și a tehnologiei VR și AR avem ocazia să vizionăm fotografii uimitoare ale sistemului nostru solar.

a) Puteți găsi primele imagini ale Sistemului nostru Solar?
b) Puteți găsi cele mai bune imagini ale Sistemului nostru Solar?
c) Puteți găsi imagini ale planetelor luate de pe Telescopul spațial Hubble?
d) Puteți găsi imagini ale planetelor care au fost luate de sondele spațiale Voyager, Cassini sau Juno?
e) Cum iau aceste instrumente imagini și observații din spațiu? Explicați!

Inginerie

Construiți o machetă a Sistemului Solar utilizând obiecte asemănătoare planetelor Sistemului Solar.

Materiale de care veți avea nevoie:

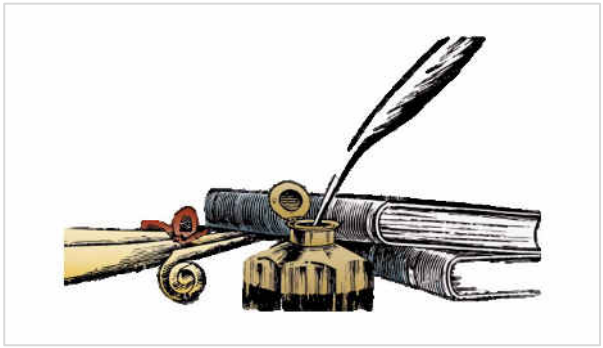
- ✓ Plastilină (diverse culori) și o portocală (sau un alt obiect, depinde de imaginația voastră)
- ✓ Scobitoare și țepușe
- ✓ O foaie de culoare neagră
- ✓ Semințe de susan, fulgi de ovăz
- ✓ Clei

a) Găsiți imagini reale ale planetelor în Internet pentru a combina culorile mai aproape de cele adevărate.

b) Modelați 7 bile care să aibă mărimi diferite una în raport cu alta.
c) Tăiați 7 țepușe după dimensiuni diferite. Atașați planetele pe țepușele în următoarea ordine:

MERCUR – VENUS – PĂMÂNT – MARTE –
JUPITER – SATURN – URANUS – NEPTUN

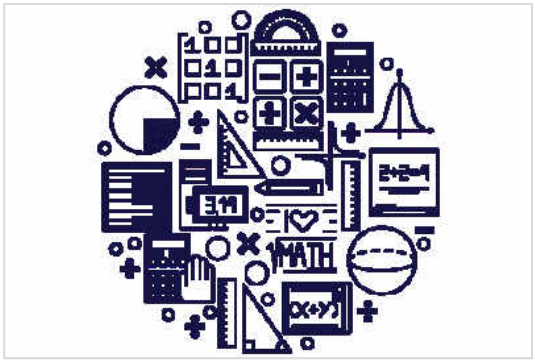
d) Introduceți țepușele în portocală în ordinea menționată la punctul precedent în funcție de distanța pe care o are fiecare planetă față de Soare.
e) Plasați macheta pe foaia neagră fixând câteva semințe de susan pe fundal care ar reprezenta stelele.



Artă

Multe denumiri de zile, prenume, piese muzicale provin de la unele planete ale Sistemului Solar.

a) Denumirile unor zile din săptămână provin de la numele unor planete. Identificați aceste nume și planeta de la care provine.
b) Identificați prenume și nume de familii din țară și de peste hotare care sunt inspirate din Sistemul Solar.
c) Identificați piese muzicale care sunt inspirate din Sistemul Solar. Ce credeți că încearcă autorul să ne spună prin aceste piese despre Sistemul Solar?
d) Dacă ar fi să călătorești pe una din planetele Sistemului Solar, pe care ai alege-o? Ce obiecte ai lua în această călătorie? Scrie un eseu pe această temă.



Matematică

Călătorind în spațiu ați observat că, deși planetele Sistemului Solar au fost apropiate pentru a se potrivi în scena văzută este încă nevoie de mult timp pentru a naviga în zona imensă în care ele se află. Faceți următoarele calcule pentru a afla mai multe.

a) Știind că 1 zi pe Pământ durează 24 ore. Calculați câte ore vor fi:
Într-o săptămână;
Într-o lună;
Într-un an.

Scrieți rezultatele: _____

b) Știind că Mercur face o revoluție completă în jurul soarelui în 88 de zile, iar o zi durează 59 de zile pământești. În câte zile pământești face Mercur o revoluție completă în jurul soarelui?

Scrieți rezultatele: _____

c) Venus este semnificativ diferită de planeta noastră. O zi aici durează 243 de zile pământești, iar un an - 255 de zile. Calculați câte zile pământești sunt într-un an pe planeta Venus?

Scrieți rezultatele: _____

d) O zi pe Marte are o durată similară cu cea de pe Pământ și este de 24 de ore. Un an pe planetă durează - 687 de zile. Calculează câte ore sunt într-un an.

Scrieți rezultatele: _____

e) O zi pe Jupiter durează 10 ore, iar un an înseamnă aproximativ 12 ani pământeni. Calculează câte ore sunt într-un an pe Jupiter.

Scrieți rezultatele: _____

f) O zi pe Neptun durează 16 ore, iar un an este egal cu 164 de ani pământeni. Calculează câte ore sunt într-un an pe Neptun.

Scrieți rezultatele: _____

g) Comparați rezultatele! Deduceți concluzii!

Concluzii

Modernizarea sistemului de învățământ și apariția tehnologiilor de învățare inovatoare pot îmbunătăți procesul educațional. Tehnologia de realitate virtuală/augmentată și interfețele tangibile sunt astăzi bine acceptate și în învățământul primar.

Realitatea virtuală și augmentată sunt tehnologiile cu un mare potențial didactic pentru organizarea și desfășurarea activităților STEAM în clasele primare. Prin utilizarea unor strategii de instruire adecvate ele pot oferi elevilor numeroase beneficii precum: îmbunătățirea învățării individuale, motivației elevilor cât și buna organizare a lucrului în echipă.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. DRAGANI, R. Brain science: Why VR is so effective for learning. 2019. Disponibil la: https://www.verizon.com/about/our-company/fourth-industrial-revolution/brain-science-why-vr-so-effective-learning
2. ZHANG, W.; WANG, Z. Theory and Practice of VR/AR in K-12 Science Education — A Systematic Review. In: *Sustainability*, 2021. nr. 13, 12646. https://doi.org/10.3390/su132212646
3. NURLI, I.; BISTAMAN, M. et all. The Use of Augmented Reality Technology for Primary School Education in Perlis, Malaysia. In: *Journal of Physics: Conference Series. Volume 1019, 1st International Conference on Green and Sustainable Computing (ICoGeS)*. 2017 25–27 November 2017, Kuching, Sarawak, Malaysia. Disponibil: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1019/1/012064
4. JESIONKOWSKA, J.; WILD, F.; DEVAL, Y. Active Learning Augmented Reality for STEAM Education. A Case Study. In: *Educ. Sci.*, 2020. nr. 10, p. 198. https://doi.org/10.3390/educsci10080198
5. AL AZAWI, R.; MOGHADDAS, R.; JONATHAN, W. Exploring the Potential of Using Augmented Reality and Virtual Reality for STEM Education. (2019). 10.1007/978-3-030-20798-4_4.
6. OSADCHYI,V. et all. Using augmented reality technologies for STEM education organization. In: *Journal of Physics: Conference Series,* Volume 1840, XII International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2020). 15-17 October 2020, Kryvyi Rih, Ukraine.

CZU: 37.022:004

ИЗУЧЕНИЕ РЕКУРСИВНЫХ АЛГОРИТМОВ С ПОЗИЦИИ STEAM В СРЕДНЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Виолетта БОГДАНОВА, докт. пед. наук, преподаватель
https://orcid.org/0000-0003-4140-6317
Любомир КИРИАК, докт. хабилитат физ.-мат. наук, профессор
https://orcid.org/0000-0002-5786-5828
Факультет Физики, Математики и Информационных Технологий

Аннотация. В статье описан внеаудиторный междисциплинарный учебный проект «Удивительный мир рекурсии» с позиции STEAM подхода. Представленный проект способствует развитию компетенций 4К в рамках внеаудиторной самостоятельной деятельности обучающихся. Изложены преимущества творческого взаимодействия педагогов в рамках STEAM подхода.
Ключевые слова: информационные технологии, навыки 4К, проектная деятельность, междисциплинарный подход, рекурсия.

STUDIEREA ALGORITMILOR RECURSIVI DIN PERSPECTIVA STEAM ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL GENERAL

Rezumat. În articol este examinată metodologia elabărării proiectului educațional interdisciplinar extracurricular „Lumea uimitoare a recursiei” din perspectiva abordării STEAM. Proiectul prezentat contribuie la dezvoltarea competențelor 4K în cadrul activităților extracurriculare independente ale studenților. Sunt punctate avantajele interacțiunii creative a profesorilor în cadrul abordării STEAM.
Cuvinte cheie: TIC, abilități 4K, activități de proiect, abordare interdisciplinară, recursivitate.

STUDYING RECURSIVE ALGORITHMS FROM THE POSITION OF STEAM IN SECONDARY EDUCATION

Abstract. The article describes the extracurricular interdisciplinary educational project "The Amazing World of Recursion" from the standpoint of the STEAM approach. The presented project contributes to the development of 4K competencies within the framework of extracurricular independent activities of students. The advantages of creative interaction of teachers within the framework of the STEAM approach are outlined.
Key words: Information Technology, 4K skills, project activities, interdisciplinary approach, recursion.

1. Введение

Эффективная учебная и будущая профессиональная деятельность часто обусловлена профессионально-личностными качествами человека: «инициативность; способность к образному представлению предметов, процессов и явлений; аналитическое и стратегическое мышление; умение быстро ориентироваться в окружающей обстановке; способность к анализу и систематизации большого количества информации; умение правильно и эффективно распределять время; умение предвидеть результат; умение работать в команде» [1, с. 34].

Креативность, критическое мышление, коммуникация и кооперации – навыки 4К особенно востребованные в современной стремительной цифровизации всех сфер экономики. STEAM подход, основанный на принципах междисциплинарности, практического применения современных технологий, комплексного изучения инженерных и естественно-научных дисциплин, проектной формы организации учебного процесса считается эффективным способом подготовки конкурентоспособных кадров для современной экономики.

В данной статье представлен опыт подготовки междисциплинарного внеаудиторного мероприятия «Удивительный мир рекурсии».

2. Преимущества применения STEAM подхода в изучении рекурсивных алгоритмов

В данной статье поставлена цель: раскрыть преимущества применения STEAM подхода в изучении рекурсивных алгоритмов в контексте развитии креативности, критического мышления, навыков коммуникации и кооперации. Материалами в ходе написания представленной статьи послужили теоретические исследования в данной области, наблюдение, методы анализа и синтеза, опыт проведения междисциплинарного внеаудиторного мероприятия «Удивительный мир рекурсии».

На настоящий момент большинство образовательных учреждений обеспечены и техникой, и возможностями коммуникаций, и электронными образовательными ресурсами. ИКТ средства сами по себе являются педагогически нейтральными, и факт их использования, еще не гарантирует желаемого результата. Именно на современного педагога возлагается очень важная миссия: помочь обучающимся использовать ИКТ для успешного сотрудничества, решения возникающих задач, осваивать навыки учения и, в итоге, стать полноценными гражданами и работниками. На педагога по информатике возлагается также миссия по оказанию помощи в освоении цифровых компетенций коллег.

В статье представлен опыт сотрудничества между педагогами разных направлений для повышения навыков сетевого взаимодействия в рамках образовательной среды учреждения.

3. Организационная часть проекта «Удивительный мир рекурсии»

Проект может быть проведен как в отдельной группе, так и параллельно в нескольких группах. В проекте могут быть задействованы педагоги по математике, информатике, биологии, физике, родному и иностранному языку и литературе. В каждой группе обучающихся необходимо сформировать команды, выделив роли: капитан, теоретик, практик, дизайнер. Каждая группа выбирает для себя одно из направлений: математика, информатика, биология, физика, литература, иностранный

язык. Действия участников проекта «Удивительный мир рекурсии» представлены на рисунке 1.

В рамках проектной деятельности, работая в группах, обучающиеся анализируют и визуализируют результаты своих исследований. Визуализация требует определенной креативности и аналитичности мышления. Учащимся необходимо распределить обязанности и нести командную ответственность за результат.

Рисунок 1. Роли и действия участников проекта «Удивительный мир рекурсии»

В каждой команде *теоретик* активно сотрудничает с педагогом по выбранному направлению и педагогом по математике в рассмотрении примеров рекурсии с точки зрения выбранной дисциплины. Например, команда *Биологи* рассматривают деревья, кровеносную систему человека и т.п. с точки зрения рекурсии; команда *Физики* – автогенерацию шумов, отображение зеркал; команда *Литераторы* – стихотворения и прозу, содержащие элементы рекурсии, а именно «текст в тексте», «рассказ в рассказе», «сон во сне», в театре – «спектакль в спектакле» [2, с. 66]: С. Я. Маршак «Дом, который построил Джек, «Багаж», М. Ю. Лермонтов «Сон», Г. Маркес «Сто лет одиночества», Кафка «Замок» и т.п. Одной из задач, решаемых теоретиком,

должно быть нахождение математического описания рекурсии для выбранных примеров.

В каждой команде *дизайнер* активно сотрудничает с командой, педагогом по выбранному направлению, педагогом по информатике для наглядного представления результатов исследования.

В каждой команде *капитан* активно сотрудничает со всей командой, педагогом по информатике, по математике и по выбранному направлению, для координации хода подготовки к представлению результатов исследования.

В каждой команде *практик* активно сотрудничает со всей командой и педагогом по информатике для написания программного кода, использующего рекурсивный алгоритм. Одним из примеров рекурсии является построение фрактала, например, треугольник Серпинского, выполненный в среде Scratch (рис. 2).

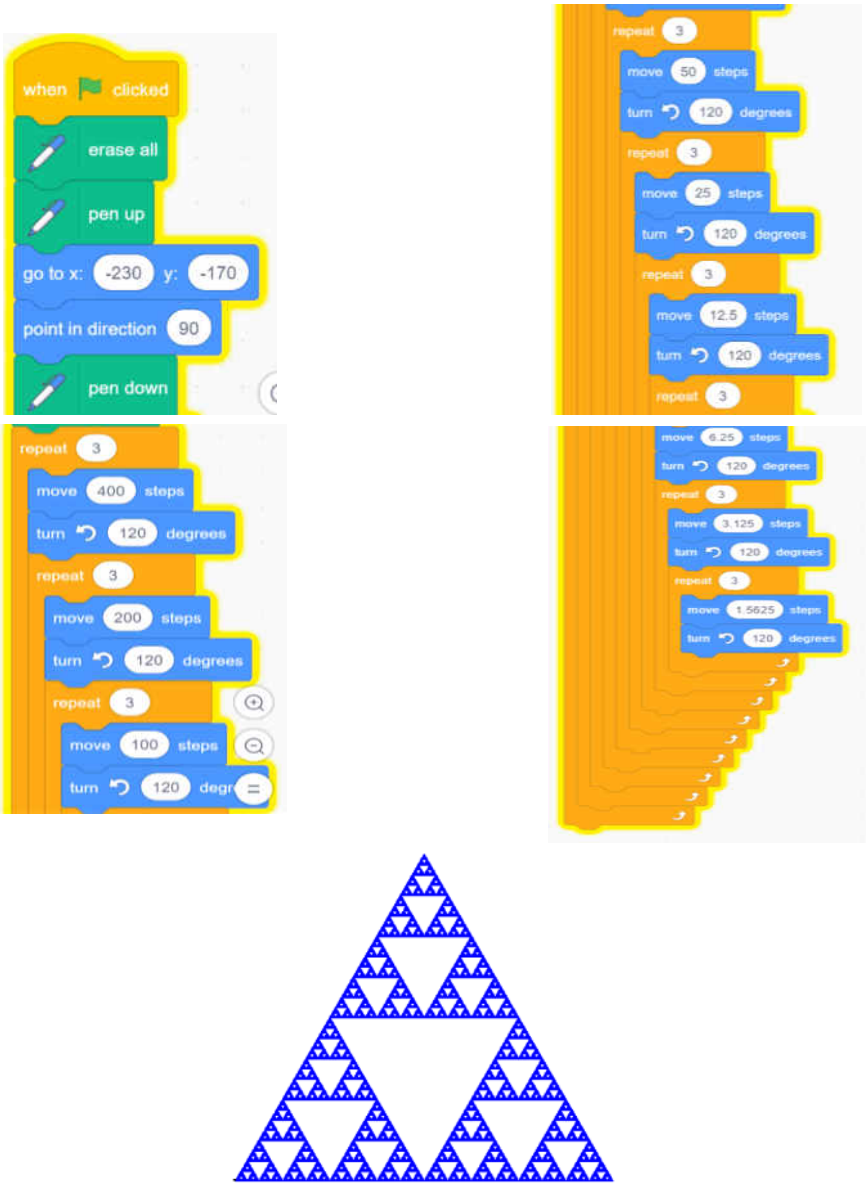


Рисунок 2. Треугольник Серпинского в среде Scratch

Таким образом, осуществлена интеграция дисциплин «Информатика и ИКТ», «Математика», «Литература», «Иностранный язык», «Физика», «Биология», «География». Системный подход в изучении темы «Рекурсия» позволяет расширить рамки и глубину изучения представленных дисциплин, с особым акцентом на обучении различным видам деятельности и формировании компетенций 4К.

4. Анализ результатов проекта «Удивительный мир рекурсии»

Представление общих результатов деятельности всех команд происходит в виде итогового внеаудиторного мероприятия, на котором каждая группа обучающихся публично защищает свой проект. Учащиеся приобретают опыт публичных представлений результатов своей исследовательской работы, наблюдают за результатами других команд, расширяют и обогащают свои представления в данной сфере, проявляют интерес к последующим исследованиям.

Преподаватели и обучающиеся в рамках внеаудиторного мероприятия также развивают навыки коммуникации, креативности, критического мышления и кооперации с помощью современной образовательной технологии STEAM. Результаты участников проекта «Удивительный мир рекурсии» представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты участников проекта «Удивительный мир рекурсии»

Педагоги-предметники	Обучающиеся	Педагог по информатике
– совершенствуют свои ИКТ компетенции; – развивают навыки коммуникации с коллегами в рамках создания цифровой образовательной среды; – получают набор иллюстративных материалов, которые в последующем могут быть усовершенствованы и развиты.	– развивают ИКТ компетенции; – учатся работать в группе; – развивают креативность; – получают опыт публичных выступлений; – развивают навыки самостоятельной работы.	– помогает обучающимся и коллегам развивать цифровые компетенции; – обогащает свою педагогическую копилку; – показывает значимость цифровой грамотности в персональном и общественном развитии; – повышает интерес к дисциплинам информационного цикла.

Выводы

Описанный с позиции STEAM-подхода внеаудиторный междисциплинарный проект «Удивительны мир рекурсии» направлен на развитие компетенций 4К как обучающихся, так и педагогов. Обучающиеся развивают свои навыки владения информационными технологиями, работы в команде, публичных выступлений, критического анализа источников информации, генерирования идей в условиях

неопределенности, творческого потенциала и эстетического восприятия. Педагог, поддерживая постоянные связи с коллегами, профессионально растет, расширяет кругозор, строит индивидуальную траекторию развития с учетом общих образовательных трендов. Творческое сотрудничество становится драйвером развития как педагогического сообщества образовательного учреждения в целом, так и каждого его участника.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Библиография

1. АХМЕДОВА, С. Л. Требования к бакалавру-экономисту в рамках его способности использовать комплекс технических средств и информационных технологий в профессиональной деятельности. В: *Мир науки, культуры, образования*. №6 (67), 2017. с. 33-35. ISSN 1991-5497.
2. ЯКОВЛЕВА, Е. Л.; ЗАЙЧЕНКО, М. А. Рекурсия и искусство. В: *Международный научно-исследовательский журнал*, 2013. с. 65-68. ISSN 2227-6017.

Section III.

Implementation of inter /transdisciplinarity in the teaching-learning process of physics and technical sciences (STEAM concept)

Secția III.

Implementarea inter/transdisciplinarității în procesul de predare-învățare a fizicii și științelor tehnice (concept STEAM)

CZU: 37.016:53+004

LUCRĂRI VIRTUALE DE LABORATOR PENTRU MANUALUL DIGITAL INTERACTIV, FIZICA, CLASA VII-A

Nicolae BALMUȘ, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-0491-2918
Viorel BOCANCEA, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-7055-678X
Igor POSTOLACHI, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-1752-5386
Universitatea Pedagogică de Stat „I. Creangă" din Chișinău

Rezumat. Articolul prezintă abordări ale dezvoltării și implementării lucrărilor virtuale de laborator (LVL) la fizică, clasa VII-a. Sunt descrise sarcinile rezolvate în procesul de dezvoltare și implementare a LVL. Sunt luate în considerare conceptul LVL și posibilitățile de aplicare, locul VLR în procesul educațional, structura și metodele de aplicare a acestora. Sunt descrise posibilitățile pe care ar trebui să le aibă VLR pentru a aduce lucrarea de laborator virtual cât mai aproape de cea reală. Sunt prezentate scurte descrieri a patru lucrări de laborator incluse în curricula în vigoare. Activitățile reale sunt prezentate în format video iar cele virtuale au fost create în mediul de programare vizuală Delphi 10.
Cuvinte cheie: resurse digitale educaționale, lucrare virtuală de laborator; educație la distanță.

VIRTUAL LABORATORY WORKS FOR THE INTERACTIVE DIGITAL TEXTBOOK, PHYSICS, VIITH CLASS

Abstract. The article presents approaches to the development and implementation of virtual laboratory works (LVL) in physics, grade VII. The tasks solved in the process of development and implementation of LVL are described. The concept of LVL and the possibilities of application, the place of VLR in the educational process, the structure and methods of their application are considered. The possibilities that the VLR should have to bring the virtual laboratory work as close as possible to the real one are described. Brief descriptions of four laboratory works included in current curricula are presented. The real activities are presented in video format and the virtual ones were created in the Delphi 10 visual programming environment.
Keywords: virtual laboratory work; distance education; digital educational resources.

Introducere

Lucrarea de laborator este o modalitate practică de a învăța și consolida materialul educațional și în același timp o activitate foarte informativă și interesantă. Este greu de imaginat să studiezi o astfel de disciplină precum fizica fără a efectua lucrări de laborator. Dar, din păcate, nu toate instituțiile de învățământ au echipamentul de laborator necesar pentru implementarea lor și, dacă o au, atunci nu în cantitățile pe care și-ar dori profesorii.

De asemenea în situația actuală asociată cu situația epidemiologică din țară, cu amenințări de deconectare de la surse energetice sau creat și apar noi forme de educație pentru elevi. Studiul fizicii nu este posibil fără efectuarea de lucrări de laborator, care pot fi realizate utilizând posibilitățile internetului pe diferite platforme educaționale. Însă de multe ori tematica lucrării, materialele și echipamentul virtual propus nu corespunde descrierii

echipamentului din curriculum și manual, ceea ce face dificil, uneori imposibil efectuarea unor lucrări de laborator în special pentru treapta gimnazială [1,2] . Această problemă poate fi rezolvată cu ajutorul lucrărilor virtuale de laborator (LVL), elaborate conform tematicii propuse în curriculum în vigoare. LVL pot însoți manualul interactiv de fizică- software interactiv pe calculator, care simulează toate lucrările cu instalații realistice și dispozitive fizice. În plus, LVL rezolvă problemele învățământului la distanță. LVL permite elevilor să efectueze experimente și lucrări, fără a părăsi locul de trai.

Scopul lucrării

Scopul acestei lucrări este de a îmbunătăți calitatea învățământului la disciplina „Fizică" pe baza utilizării lucrărilor virtuale de laborator. Autorii au rezolvat următoarele sarcini: − au dezvoltat structura setului LVL pentru clasa VII-a; − au fost construite modele matematice ale unor instrumente și lucrări de laborator cercetate; − a fost implementată software a LVL în manualul interactiv de fizică pentru clasa VII-a.

Conceptul de lucrare virtuală de laborator

Cum poate un computer să înlocuiască o configurație reală a utilajului de laborator? Metoda este destul de evidentă. Este necesar să se creeze un astfel de software care să imite o instalare reală de laborator. O persoană care efectuează lucrări de laborator pe un computer ar trebui să poată face tot ce ar putea face într-un experiment real: lanseze (pornească) instalația, să apese pe butoanele funcționale, să rotească butoanele și să deplaseze manetele dispozitivelor și, cel mai important, să vadă imediat ce se întâmplă – ce sa schimbat, ce informații arată instrumentele și aparatele de măsură etc. Acest software ar trebui să fie numit „lucrări virtuale de laborator", iar totalitatea lor - „practicum virtual". În LVL este necesar să implementați următoarele funcții:

1. LVL pot fi folosite pentru a demonstra diferite experimente în timp ce explică material nou. Astfel de demonstrații sunt foarte vizuale, îmbunătățesc percepția și trezesc interesul față de subiect. Avantajul unor astfel de demonstrații, în comparație cu videoclipurile convenționale, este că profesorul poate rapid, schimbând parametrii din program, să răspundă la întrebările elevilor: „Ce se va întâmpla dacă...?" Răspunsul este simplu - hai să o facem și să vedem!

2. Programul poate fi folosit ca activitate practică de laborator în clasă, cât și pe dispozitivul personal al elevului. În acest caz, fiecare elev va putea să-și facă propriile lucrări de laborator. Nu mai este necesară achiziționarea a numeroase echipamente scumpe - este suficient să instalați un „laborator virtual" pe un computer și puteți lucra;

3. LVL poate fi folosit și pur și simplu pentru a se pregăti pentru lucrarea reală de laborator: elevul/studentul, folosind programul, studiază lucrarea pe care trebuie să o realizeze: se familiarizează cu informațiile teoretice din manual, încearcă să efectueze experimente și observă rezultatele, trage concluziile adecvate. Apoi, când vine timpul să

realizăm lucrarea cu o instalație reală, nu există dificultăți: totul este clar, doar că acum în loc de mouse și tastatură există dispozitive reale. Laboratoarele virtuale au atât avantaje, cât și dezavantaje în comparație cu cele reale [3]. De aceea, cea mai bună opțiune ar fi o combinație a ambelor tipuri de muncă. Scopul principal al laboratoarelor virtuale este capacitatea de a realiza activități pentru o persoană care, din anumite motive, nu poate efectua aceste lucrări cu dispozitive reale (învățare la distanță din diferite motive – inclusiv epidemie, autoformare la domiciliu sau pur și simplu lipsa echipamentului adecvat în instituția de învățământ) [4].

Prezentare generală a soluțiilor similare

Datorită faptului că software-ul treptei gimnaziale la fizică este destul de specific, numărul de programe care corespunde parțial curriculumului s-a dovedit a fi foarte mic. Corespund într-o anumită măsură platformele educaționale [5-7], care pot fi rulate gratis. Platformele „vascak.cz” și „phet.colorado.edu” permit în special demonstrarea experimentului fizic.

Structura practicumului LVL

Lucrările virtuale de laborator au fost elaborate în conformitate cu descrierile din varianta tipărită a manualului Fizica clasa a VII-a [2], cu unele extinderi pe care le permite TIC. Aceste lucrări, activități de testare online/offline, imagini relevante, linkuri Internet etc.) sunt incluse în varianta digitală interactivă a manualului Fizica clasa a VII-a realizată cu ajutorul softului MDIR Constructor [8]. Pe baza datelor experimentale, se determină mărimile fizice prevăzute în fiecare lucrare de laborator.

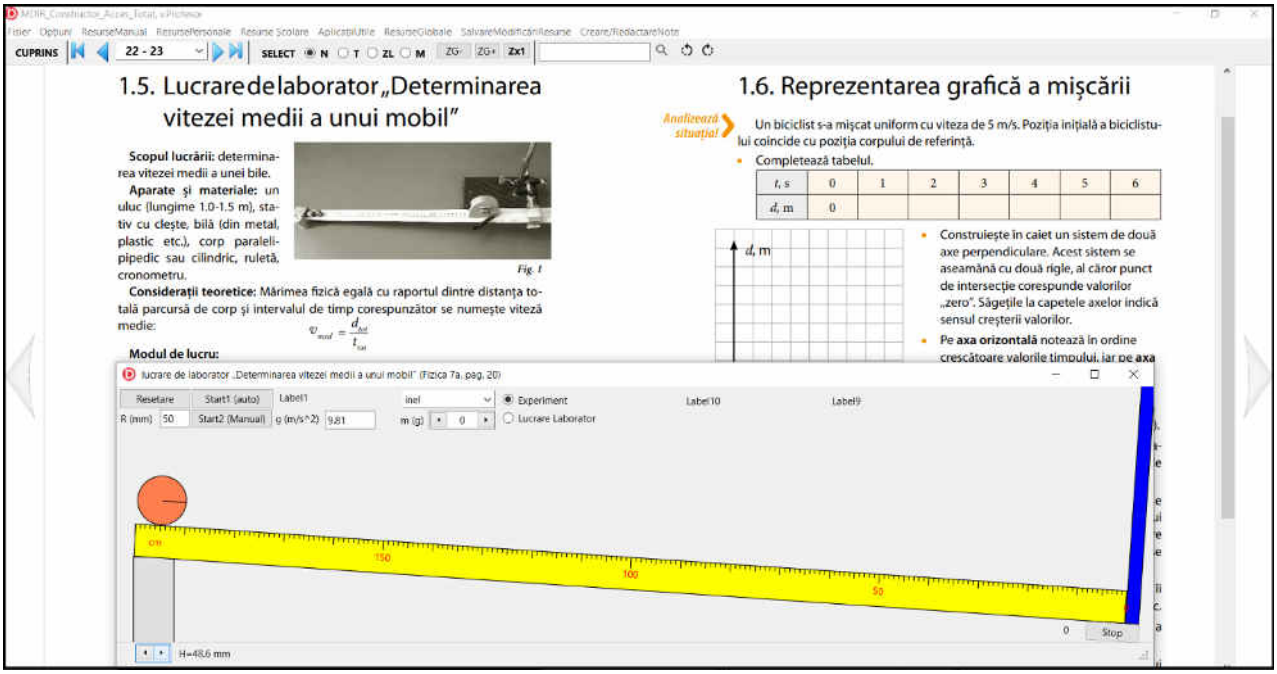


Figura 1. Fereastra principală a aplicației care simulează lucrarea virtuală de laborator „Determinarea vitezei media unui mobili”

Două lucrări au fost descrise anterior [9]. Modul de realizare a lucrărilor virtuale de laborator, practice coincid cu modul de lucru a lucrării reale, descris în manualul tipărit. Fiecare lucrare conține descrierea teoretică, rularea interactivă a lucrării pentru a obține datele experimentale. Datele măsurate și cele calculate sunt trecute în tabel, care este identic cu cel din manual.

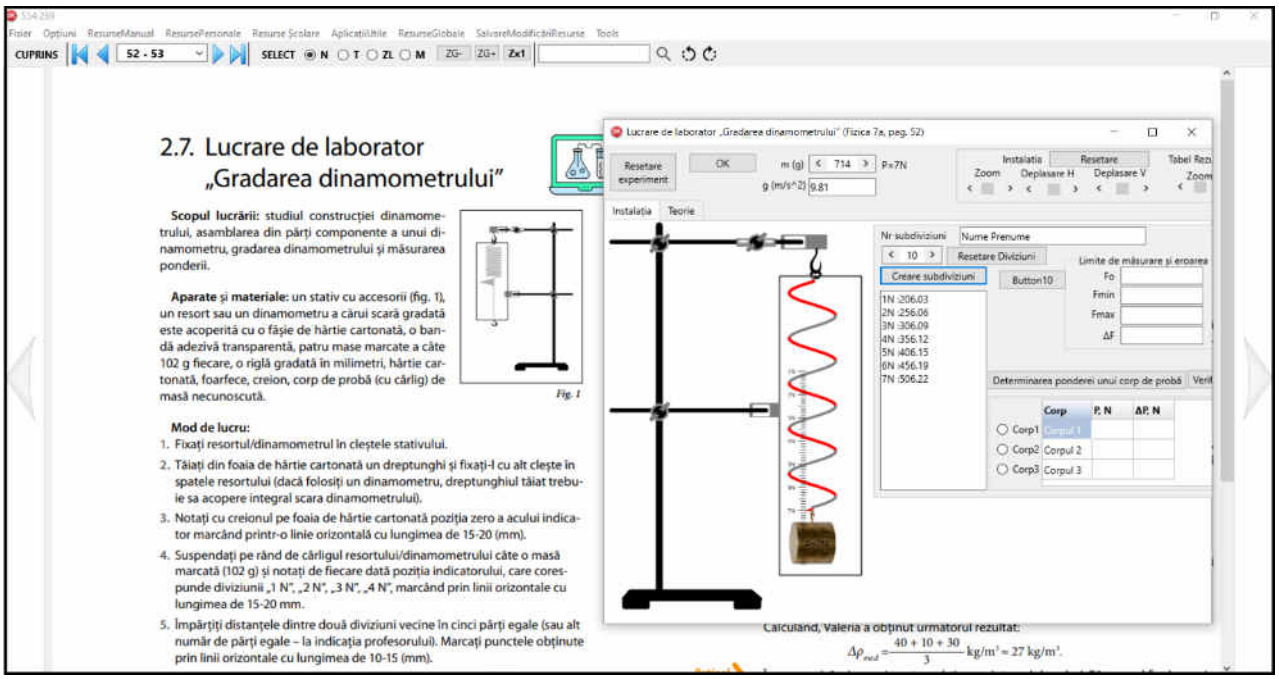


Figura 2. Fereastra principală a aplicației care simulează lucrarea virtuală de laborator „Gradarea dinamometrului”

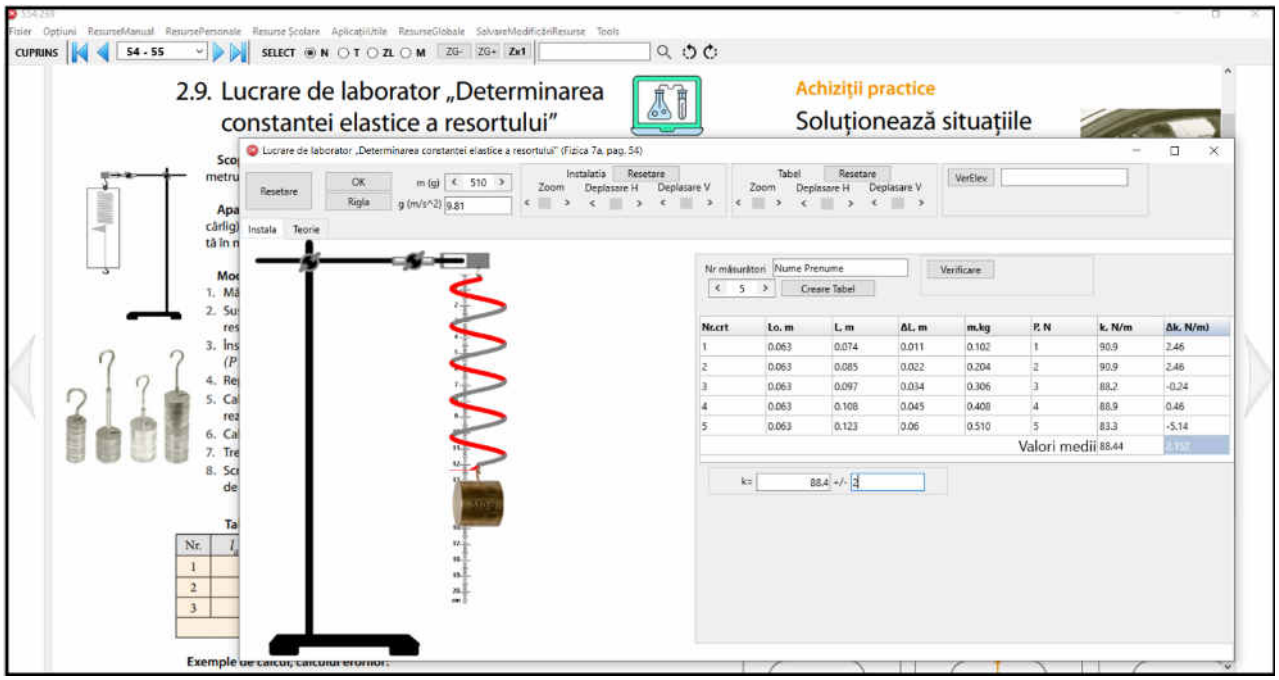


Figura 3. Fereastra principală a aplicației care simulează lucrarea virtuală de laborator ”Determinarea constantei elastice a resortului”

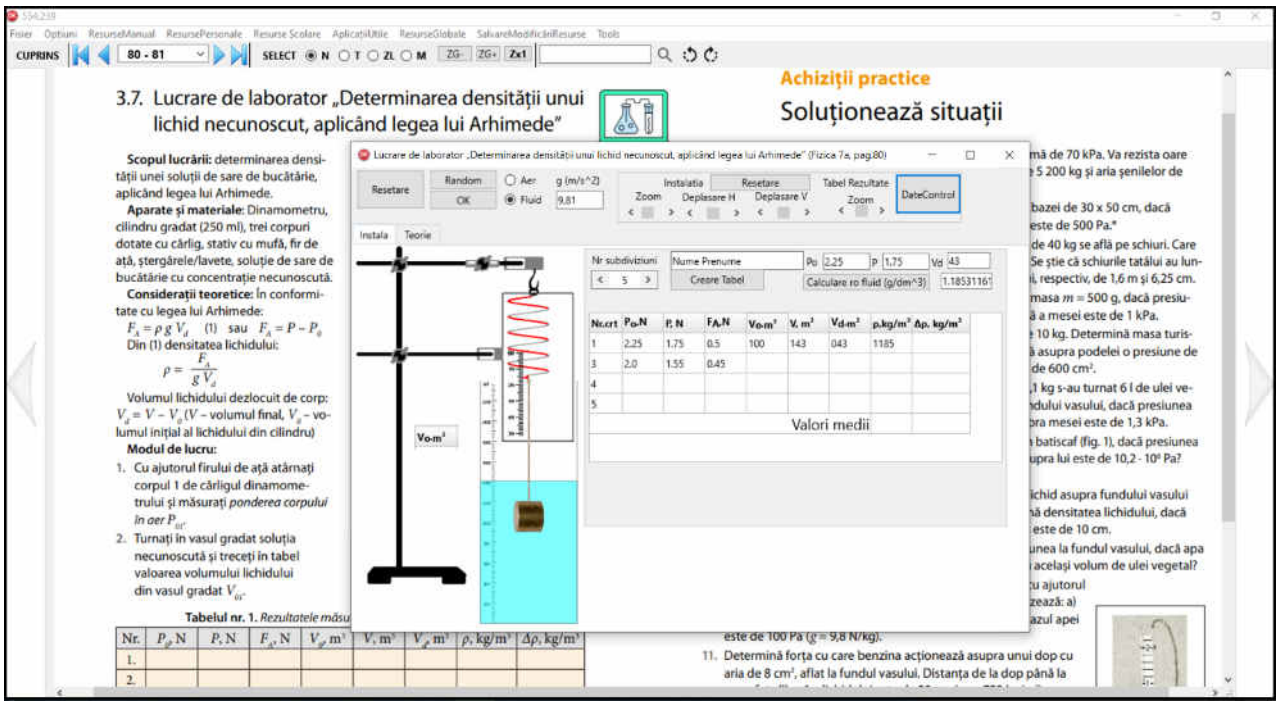


Figura 4. Fereastra principală a aplicației care simulează lucrarea virtuală de laborator „Determinarea densității unui lichid necunoscut, aplicând legea lui Arhimede”

Concluzii

LVL pot fi folosite pentru a demonstra diferite experimente în timp ce explică material nou. Programul elaborat poate fi folosit ca activitate practică de laborator în clasă, cât și pe dispozitivul personal al elevului. Laboratoarele virtuale au atât avantaje, cât și dezavantaje în comparație cu cele reale. De aceea, cea mai bună opțiune ar fi o combinație a ambelor tipuri de muncă.

Scopul principal al laboratoarelor virtuale este capacitatea de a realiza activități pentru o persoană care, din anumite motive, nu poate efectua aceste lucrări cu dispozitive reale (învățare la distanță din diferite motive – inclusiv epidemie, autoformare la domiciliu sau pur și simplu lipsa echipamentului adecvat în instituția de învățământ

Bibliografie

1. Curricula disciplinară și Ghidul de implementare (Fizica 2019) https://mecc.gov.md/sites/default/files/fizica_gimnaziu_ro.pdf
2. BOTGROS, I.; BOCANCEA, V. și al. *Fizică. Manual pentru clasa a* VII-a. Cartier, 2020. http://ctice.gov.md/manuale-scolare/
3. КНЯЗЕВА Е.М. Лабораторные работы нового поколения. În: *Фундаментальные исследования*, 2012. № 6. с. 587–591.
4. KET Distance Learning. URL: http://www.dl.ket.org.
5. https://www.vascak.cz/
6. https://phet.colorado.edu/ro/

7. https://www.walter-fendt.de/html5/phro/
8. "MDIR Constructor 2.00" - software pentru crearea manualelor digitale interactive. http://www.db.agepi.md/opere/Details.aspx?id=16652671151672044724&nr=16652671751672644725
9. BALMUȘ, N.; BOCANCEA, V.; POSTOLACHI, I. Activități practice referitor la utilizarea manualului digital la fizică, clasa VII-a. În: *Conferința Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)*. Chișinău, Moldova, 29-30 octombrie 2021. CZU: 371.671(075.2):004, p.15-19.

CZU: 37.02

PROMOVAREA ACTIVITĂȚILOR STEM/STEAM

Viorel BOCANCEA, doctor în pedagogie, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-7055-678X
Catedra Științe ale Educației
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. Promovarea activităților STEM/STEAM este actuală în contextul reformei învățământului general și universitar. La moment este implementată cea de patra ediție a curriculumului național în care se recomandă proiectele STEM/STEAM în calitate de activități de învățare. Profesorii de la diferite discipline au nevoie de mai multe informații despre activitățile STEM/STEAM, care este difuzată de mai multe surse. În articol se analizează diferite moduri de promovare al acestor activități.
Cuvinte-cheie: promovarea activităților de învățare, abordarea STEM în educație, proiecte STEM.

PROMOTION OF STEM/STEAM ACTIVITIES

Abstract. The promotion of STEM/STEAM activities is current in the context of the reform of general and university education. The fourth edition of the national curriculum is currently being implemented in which STEM/STEAM projects are recommended as learning activities. Teachers in different disciplines need more information about STEM/STEAM activities, which is disseminated from several sources. The article analyzes different ways of promoting these activities.
Keywords: promoting learning activities, STEM approach in education, STEM projects.

Promovarea activităților STEM/STEAM este actuală în contextul reformei învățământului general și universitar. Înseși educația STEM (sau abordarea STEM în educație) reprezintă un concept relativ nou, foarte interpretat și diferit înțeles. Pentru a ajutora cadrele didactice la implementarea prevederilor curriculare este necesară o difuzare a informației din acest domeniu, dar și un șir de activități de promovare a activităților STEM/STEAM.

În continuare se vor trece în revistă în ordine cronologică doar cele mai importante surse de formare și informare a profesorilor în domeniul STEM/STEAM.

Activitățile Centrului Național de Inovații Digitale în Educație (CNIDE) „Clasa Viitorului”. Clasa Viitorului este un proiect implementat în instituţiile educaţionale din Moldova. Acesta aduce un nou concept în instituțiile de învățământ bazat pe abordări interdisciplinare și inovative, prin utilizarea tehnologiilor digitale. Conceptul STEAM (știință, tehnologie, inginerie, artă, matematică) este realizat prin sublinierea importanței acestor domenii în cultivarea abilităților și a competențelor secolului 21. În cadrul centrului se desfășoară formarea continuă a cadrelor didactice la șapte programe. Unele din acestea au tangență cu educația STEM:

1. Pedagogie în învățământul primar (Realizarea învățării integrate cu utilizarea resurselor digitale).

2. Formarea profesorilor (Abordarea integrată a conținuturilor de învățare pe modelul STE(A)M).
3. Formarea profesorilor (Utilizarea echipamentelor digitale în activitatea de cercetare).
4. Formarea profesorilor (Integrarea resurselor educaționale digitale în dezvoltarea competenței de comunicare).
5. Formarea profesorilor (Tehnologii Web pentru organizarea procesului educațional pe trepte de instruire).

Promovarea acestor programe are loc prin intermediul vidiourilor de promovare, plasate pe site-ul centrului [1]. Rezultatul acestor promovări este impresionat. La aceste programe pe parcursul a mai puțin de trei ani au participat circa 1300 de profesori.

Activitățile Centrului de Formare Continuă și Leadership

Acest centru a fost format recent prin comasarea Institutului de Științe ale Educației, Institutului de Formare Continuă și a centrelor de formare continuă a Universității de Stat din Tiraspol și Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă". Oferta acestuia este constituită de suma programelor de formare continuă livrate de aceste centre. Printre aceste programe sunt câteva care formează profesorii în mod special în domeniul STEM:

1. Tehnici de organizare a educației digitale în instituția preșcolară.
2. Utilizarea tablei interactive SMART board în procesul de învățământ.
3. Metodologia utilizării laboratorului digital în procesul de învățământ.
4. Tehnologii digitale pentru predare.
5. Abordări STE(A)M în predarea științelor.

Aceste programe sunt incluse în oferta centrelor, aprobată anual de Ministerul Educației și Cercetării. Această ofertă este plasată pe site-ul universității [2] și difuzată prin școli. Alte modalități de promovare, care ar spori numărul formabililor, promovând și domeniul respectiv, din păcate lipsesc.

Activitățile de promovare a programelor de master

În 2021 a fost lansat programul de master Educație STE(A)M și abordări didactice inovative, destinat în mod special formării inițiale a cadrelor didactice în domeniul STE(A)M. Printre cursurile acestui program sunt unele dedicate în exclusivitate educației STEM:

a) Strategii didactice și instrumente de intervenție pentru elevii capabili de performanțe înalte în STEAM;
b) Curs practic de elaborare a resurselor educaționale digitale în contextul metodologiei STEAM;
c) Educație în baza tehnologiilor performante (senzori, drone etc.) ș.a.

La moment este unicul program de acest gen. Este promovat în campania de admitere de rând cu celelalte programe de licență și master. Se intenționează acreditarea programului, care l-ar face mai atractiv. Absolvenții acestui program vor realiza ideile educației STEM la

disciplinele predate, iar în perspectivă vor preda un curs opțional dedicat educației STEM, după introducerea acestuia în planul-cadru.

Promovarea activităților STEM/STEAM la diverse foruri științifice și metodice

La aceste foruri se referă:

1. Conferință științifică internațională „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (concept STEAM)".
2. Conferința republicană a cadrelor didactice.
3. Conferința Educația din perspectiva concepției Clasa Viitorului.
4. Workshop-ul „Tehnologii performante în educație".
5. Workshop-ul „Instrumente digitale pentru elaborarea evaluărilor electronice".
6. Workshop-ul „Elaborarea evaluărilor electronice pe platforma Moodle".
7. Seminarul metodologic republican al profesorilor de fizică.
8. Seminarul științifico-practic „Educația digitală a preșcolarilor".
9. Atelierului Metodologic Internațional "Clasa digitalizată. Realizări recente" s.a.

Numărul participanților la aceste foruri a crescut considerabil în ultimii ani grație formatului organizării în regim on-line. Comunicările interesante realizate atât de cercetători științifici, cât și de profesorii practicieni sunt discutate, publicate și difuzate. Acest gen de promovare clasică reprezintă un mijloc esențial de inițiere a cadrelor didactice în domeniul STE(A)M. Informații despre aceste foruri se plasează pe site-urile instituțiilor de învățământ [3], [4].

Activități de tipărire a lucrărilor metodice

Ideile reformei învățământului general sunt promovate și prin intermediul Programelor de Stat cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare. Printre acestea se evidențiază următoarele programe de Stat, realizate în parteneriat cu Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă".:

1. Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM).
2. Reconfigurarea procesului de învățare din învățământul general în contextul provocărilor societale.

Printre obiectivele realizate în cadrul acestor proiecte sunt și elaborarea monografiilor, ghidurilor metodice și altor materiale pentru cadrele didactice. Vom prezenta doar unele lucrări elaborate de executorii proiectelor:

1. Ghid de implementare a tehnologiei STEM și utilizare a senzorilor în domeniul Științe ale naturii (Geografie, Biologie, Chimie) [5].
2. Proiecte STEM/STEAM la fizică [6].

3. Metodologia implementării dronelor în procesul educațional general din perspectiva STEAM [7].
4. Robotica, Mecatronica și Drone Educaționale. Ghid metodic pentru studenți și profesori [8].
5. Modele de reconfigurare a procesului de învățare. Aria curriculară Matematică și Științe. Ghid metodologic [9] ș.a.

Concluzii

Activitățile STEM/STEAM se bucură de un inters sporit din partea profesorilor. Modalitățile existente de formare și informare a cadrelor didactice în aceste domeniu sunt diverse (cursuri de formare continuă, program de master, foruri științifice și didactice, lucrări metodice ș.a.). Acestea necesită noi mijloace de promovare și popularizare în rândul destinatarilor (studenților, cadrelor didactice, cercetătorilor științifici, elevilor etc.) pentru a spori eficiența acestor activități.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), *Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul* 20.80009.0807.20*, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare*.

Bibliografie

1. Catalogul programelor de formare continuă. Disponibil pe: https://www.clasaviitorului.md/catalog-programe/
2. Stagii de formare profesională continuă 2022. Disponibil pe: https://ust.md/procesul-de-studii/formarea-continua/
3. Lista manifestărilor științifice planificate pentru 2022. Disponibil pe: https://ust.md/conferinte/manifestari-stiintifice-2022/
4. Lista manifestărilor științifice planificate pentru 2022. Disponibil pe: https://upsc.md/wp-content/uploads/2022/02/cercetare_lista_manifestari_2022_v1.pdf
5. SOCHIRCĂ, E. et. al. Ghid de implementare a tehnologiei STEM și utilizare a senzorilor în domeniul Științe ale naturii (Geografie, Biologie, Chimie). Chișinău, S.n., 2022. 69 p.
6. DAVIDENKO, A.; BOCANCEA, V. Proiecte STEM/STEAM la fizică. Ghid metodic. Chișinău: Tipogr. UPSC, 2022, - 62 p. (În curs de apariție).
7. AFANAS, D. Metodologia implementării dronelor în procesul educațional general din perspectiva STEAM. – Chișinău, S.n., 2020. – 108 p.
8. Robotica, Mecatronica și Drone Educaționale. Ghid metodic pentru studenți și profesori. Chișinău, S.n., 2022. 199 p.
9. Modele de reconfigurare a procesului de învățare. Aria curriculară Matematică și Științe. Ghid metodologic. Chișinău, S.n., 2022. 199 p.

CZU: 37.016:53

EVALUAREA COMPETENȚELOR DE ÎNVĂȚARE PE TOT PARCURSUL VIEȚII FORMATE ÎN CADRUL CURSULUI DE FIZICĂ DIN CLASA A VI

Mihail CALALB, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-3905-4781
Catedra Fizică Teoretică și Experimentală, UPSC
Viorel DABIJA, doctorand
https://orcid.org/0000-0001-5077-0351
Școala Doctorală, UPSC

Rezumat. Această lucrare este dedicată analizei înțelegerii și deprinderilor de aplicare de către adolescenții de 13 ani din mediul rural a noțiunilor de fizică după primul an de studiere a fizicii. Este arătat că mai puțin de jumătate din elevii clasei a VII înțeleg sensul mărimilor fizice învățate în clasa a VI, deși majoritatea știu unitățile de măsură pentru aceste mărimi fizice. De asemenea se evaluează interesul pentru examinarea situațiilor problemă și atitudinea elevilor față de tehnologiile digitale. S-a stabilit că mai mult de 90% din elevi ar dori să folosească instrumentele TIC la învățare și activități școlare.
Cuvinte cheie: competențe de învățare pe tot parcursul vieții, deprinderi de aplicare, situație de problemă, tehnologii digitale.

ASSESSMENT OF LIFELONG LEARNING SKILLS FORMED IN THE 6TH GRADE PHYSICS COURSE

Abstract. This paper is dedicated to the analysis of the understanding and application skills of 13-year-old rural teenagers of physics concepts after the first year of studying physics. It is shown that less than half of the 7th grade students understand the meaning of the physical quantities learned in the 6th grade, although most of them know the measurement units for these physical quantities. The interest for problem situations and the students' attitude towards digital technologies are also evaluated. It was determined that more than 90% of students would like to use ICT tools in learning and school activities.
Keywords: lifelong learning skills, application skills, problem situation, digital technologies.

Introducere

Iniţial, noţiunea de competenţă a fost utilizată în învăţământul profesional-tehnic, ea având misiunea să constituie o punte de legătură între educaţie şi piaţa muncii, mai exact, să statueze abilităţile şi atitudinile necesare unui absolvent pentru a executa o anumită sarcină sau pentru a-şi asuma anumite responsabilităţi. Ulterior, noţiunea de competenţă a început să fie utilizată tot mai larg în învăţământul general, devenind un concept-cheie în planificarea curriculară şi evaluarea rezultatelor învăţării. Competențele sunt definite ca o combinație între cunoștințe, aptitudini și atitudini [1, 2].

Deci obținem o simbioză din fapte și cifre, concepte, idei și teorii deja stabilite și care sprijină înțelegerea într-un anumit domeniu sau subiect cu abilitatea și capacitatea de a desfășura procese și de a utiliza cunoștințele existente pentru obținerea de rezultate și cu atitudinile de a acționa sau de a reacționa la idei, persoane sau situații.

Învăţarea permanentă, împreună cu educaţia non-formală, vin să personalizeze şi să dezvolte aptitudini cât mai aproape de cerinţele pieţei şi societăţii, dar şi priceperea şi sufletul celui care învaţă, chiar dacă rolul educaţiei de bază, formale, rămâne esenţial. La nivel global, totuși, educaţia pe tot parcursul vieţii (lifelong learning) a devenit o prioritate a sistemelor de învăţământ.

Potrivit Comisiei Europene „în cea mai competitivă economie bazată pe cunoaştere din lume, capabilă de o creştere economică durabilă însoţită de o creştere cantitativă şi calitativă a numărului locurilor de muncă şi de o mai mare coeziune socială" Prioritatea centrală a Programului de învăţare pe tot parcursul vieţii este să întărească contribuţia adusă de educaţie şi formarea profesională în atingerea obiectivului Lisabona de transformare a UE , care ca idee conceptuală de competență a fost preluată de RM.

Învăţarea pe tot parcursul vieţii este un proces continuu de oportunităţi flexibile de învăţare, corelând învăţarea şi competenţele dobândite în instituţiile formale cu dezvoltarea competenţelor în contexte non-formale şi informale. Acesta reflectă un concept de învăţare neîntreruptă, oricând şi oriunde.

De competențele-cheie au nevoie toți cetățenii pentru dezvoltarea personală, precum și pentru ocuparea unui loc de muncă. Aceste competențe se dezvoltă pe tot parcursul vieții, din copilărie și pe toată perioada vieții adulte. Dezvoltarea acestor competențe se face în diferite contexte de învățare, definite de către Comisia Europeană [3] astfel: învățarea formală, non-formală și informală. Asemănător și în documentele de politici educaţionale din Republica Moldova are loc dezvoltarea acestor competențe. Într-o lume din ce în ce mai globalizată, persoanele au nevoie de o gamă largă de abilități pentru a se adapta și a prospera într-un mediu aflat în rapidă schimbare.

Bazele competențelor de învățare pe tot parcursul vieții se pun în școală, mediul constructivist de învățare fiind mediul adecvat formării acestor competențe, care asigură dezvoltarea personală și profesională [4]. În acest articol autorii și-au pus scopul să evidențieze nivelul de pornire sau *baseline* cu care se confruntă profesorul de fizică în demersul de formare la elevi a competențelor de învățare pe tot parcursul vieții.

Scopul cercetării

Scopul acestei cercetări a fost evaluarea:

1. înțelegerii de către adolescenții de 13 ani din mediul rural a celor mai simple noțiuni de fizică după primul an de studiere a fizicii;
2. deprinderilor de aplicare a noțiunilor teoretice învățate în anul școlar anterior;
3. interesului pentru examinarea situațiilor de problemă;
4. atitudinii față de tehnologiile digitale.

Pentru aceasta s-a organizat chestionarea la care au participat 20 elevi din clasa VII din gimnaziul „Vasile Badiu" din satul Magurele, Ungheni, R. Moldova și 24 elevi din clasa VII

din gimnaziul „Anatol Popovici” din satul Boghenii Noi, Ungheni, R. Moldova. Chestionarea s-a efectuat la începutul anului școlar.

Înțelegerea noțiunilor învățate în anul școlar precedent

Primul set de întrebări a avut drept scop verificarea gradului de înțelegere a celor mai simple noțiuni de fizică învățate în clasa a VI [5]. Astfel, din răspunsurile la prima întrebare rezultă că mai puțin de jumătate din elevi - 47,7% sunt familiarizați cu noțiunea de masă, și mai puțin de o treime – doar 29,5% înțeleg corect noțiunea de densitate. Din răspunsurile la a doua întrebare, unde se cere să scrie cuvintele în ordinea descreșterii mărimii obiectelor e clar că peste jumătate de elevi, 56,8% nu știu că molecula este compusă din atomi. În ce privește fenomenele electrice din natură, întrebarea a treia, 84% au identificat corect definiția fulgerului. Faptul că doar 20,2% din elevi au reprezentat corect un fascicul de raze paralele (întrebarea a patra) vorbește în primul rând de lacune majore în limbajul elevilor adolescenți de 13 ani. Mai mult decât atât, doar cinci elevi din două clase, 11,7% înțeleg sensul cuvintelor divergent și convergent.

De asemenea, 11,4% n-au identificat topirea gheții ca fenomen termic, 15,9% n-au identificat formarea curcubeului ca fenomen optic, 13,6% n-au identificat căderea mărului din pom ca fenomen mecanic și 6,8% - obținerea curentului ca fenomen electric.

Despre prezența educației ecologice în cursul școlar vorbesc răspunsurile elevilor la întrebarea referitor la efectul nociv al centralei electrice pe cărbuni vs centrala atomică, instalație eoliană sau instalație fotovoltaică. Cca o treime, 34,1% din elevi au plasat corect aceste instalații în ordinea creșterii efectului lor negativ asupra ecologiei.

Deprinderi de aplicare a noțiunilor teoretice învățate

Al doilea set de întrebări a avut scopul să evidențieze cum elevii știu să aplice noțiunile teoretice. De exemplu, 81,% nu știu ce este un dinamometru sau nu știu să se folosească de el. În același timp, tabloul e invers la verificarea cunoștințelor teoretice: 70,5% știu în ce unități se măsoară ponderea, 84,1% - masa, suprafața – 86,4%, volumul – 77,3%. A treia întrebare a avut un caracter exclusiv practic – trebuia de identificat consecutivitatea corectă a acțiunilor pentru procurarea gresiei într-o cameră. Aici au răspuns corect 81,8%. La o problemă simplă de matematică, unde se cerea de determinat viteza medie a unui autoturism care a parcurs 63 km într-o oră și 15 minute, au răspuns corect mai puțin de 2/3 din elevi – 65,9%.

Atitudinea față de situația de problemă

O întrebare aparte era orientată spre identificarea interesului sau apetitului elevilor pentru o situație de problemă. “*Atunci când îți imaginezi un cub de gheață care plutește la suprafața unui pahar plin ochi cu apă, te gândești că în scurt timp apa din pahar se va revărsa odată cu topirea cubului de gheață. Dar oare se întâmplă astfel?*”. Doar un singur elev din

două clase, sau 2,3%, a spus că este foarte interesat. Interesați au fost 15 elevi, sau 34,1%. Un pic interesați – 26 elevi, sau 59,1%. Deloc interesați – 2 elevi în 2 clase, sau 4,5%. Aceste rezultate arată că instruirea problematizată are sorți de îzbândă, iar un profesor bun poate transforma elevii un pic interesați în cel puțin interesați. Într-adevăr, majoritatea elevilor care nu au identificat corect fenomenele fizice și au răspuns greșit la întrebările despre masă, pondere, densitate sunt interesați de situația de problemă. Și invers, predarea scolastică, cu mijloace rudimentare, va scade interesul fragil al elevilor pentru cunoaștere. Aceste rezultate vorbesc despre potențialul aplicării învățării prin cercetare, deoarece aptitudinile de cercetare stau la baza deprinderilor de învățare pe tot parcursul vieții [6].

Atitudinea față de tehnologiile digitale

Al treilea set de întrebări este dedicat aplicării de către elevi a mijloacelor TIC la învățare. De exemplu, 4,5% din elevi nu au deloc experiența comunicării electronice (e-mail, messernger, viber, etc) în procesul de învățare sau în activități școlare (curriculare sau extracurriculare). În același timp doar 9,1% folosesc permanent comunicarea electronică, 27,3% folosesc deseori, iar 59,1% - rareori. Cauzele că totuși mai mult de jumătate din elevii din mediul rural folosesc rareori sau deloc comunicarea electronică sunt de ordin social și financiar. O chestionare efectuată în mediul urban ar reflecta aceasta.

La întrebarea despre folosirea telefonului, PC-ului sau a tabletei în perioada învățării on-line mai puțin de jumătate din elevi, 45,5%, au răspuns că au folosit permanent, 36,4% - deseori, 13,6% - rareori și 4,5% - nici o dată. În schimb la întrebarea dacă le-ar place să folosească instrumente digitale la învățarea/pregătirea lecțiilor 43,2% au răspuns că foarte mult, 47,7% au răspuns că un pic, 6,8% sunt indiferenți față de folosirea instrumentelor TIC și 2,3% - categoric nu le-ar place să folosească TIC în învățare. Subliniem că jumătate din elevii care au spus că n-au folosit instrumente digitale, au răspuns că le-ar place să le folosească.

Este interesant cum adolescenții își văd viitoarea profesie prin prisma TIC. Astfel aproape jumătate din elevi din mediul rural, 47,7% doresc ca profesia lor viitoare să fie bazată pe tehnologii digitale. Argumentele aici sunt cele mai diverse: „da, deoarece dacă lucrezi cu tehnologii digitale stai numai pe scaun dar nu faci lucru fizic”, „deoarece acuma și în viitor profesiile vor fi bazate pe tehnologii”, „da, sa am o profesie mai buna”, „da, mie îmi place sa lucrez la calculator”, „da, deoarece îmi place foarte mult domeniul acesta”. E de menționat că ultima afirmație aparține elevului, care a spus că nu este deloc interesat de situația de problemă prezentată mai sus. Sunt indifirenți dacă profesia lor viitoare va fi bazată pe tehnologii digitale 40,9% din elevi, iar 11,4% n-ar dori să folosească calculatorul argumentând că: „nu, deoarece nu mă descurc și nu-mi place”, „nu, deoarece sunt interest de altceva”, „nu, lucrul nu este prețuit și este slab plătit”.

Concluzii finale

1. Mai puțin de jumătate din elevii clasei a VII înțeleg sensul mărimilor fizice învățate în clasa a VI, deși majoritatea știu unitățile de măsură pentru aceste mărimi fizice.
2. Vocabularul sărac al elevilor influențează negativ înțelegerea sensului fizic al noțiunilor.
3. Până la 90% din elevii clasei a VII din mediul rural identifică corect natura fenomenului fizic (optic, termic, mecanic sau electric). Dar în același timp doar unul din cinci elevi știe ce este un dinamometru și cum să se folosească de el.
4. De examinarea unei situații de problemă sunt interesați în diferită măsură (de la „foarte interesat" până la „un pic interesat") cca 95% din elevi.
5. Fiecare al cincilea elev practic n-a folosit mijloacele digitale în perioada învățării online, dar mai mult de 90% din elevi ar dori să folosească instrumentele TIC la învățare și activități școlare, iar jumătate din ei își văd viitoarea profesie bazată pe tehnologiile digitale.

Bibliografie

1. GREMALSCHI, A. *Formarea competenţelor-cheie în învăţământul general: Provocări şi constrângeri: Studiu de politici educaţionale.* Chişinău: S. n., Inst. de Politici Publice, 2015 (Tipogr. «Lexon-Prim»).
2. CUCOȘ, C. *Educaţia. Experienţe, reflecţii, soluţii*. Iași: Editura „Polirom", 2013.
3. Recomandarea Consiliului UE din 22 mai 2018 privind competențele-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții.
4. CALALB, M.; DABIJA, V. Formarea competențelor cheie în cadrul predării capitolului interacțiuni prin câmpuri. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor DidacticeDidactica științelor exacte*. Vol. 1, 26-27 februarie 2022, Chișinău. Chișinău: Tipografia Universităţii de Stat din Tiraspol, 2022, pp. 206-213. ISBN 978-9975-76-382-0.
5. Fizica. Curriculum pentru cl. VI-IX. Chișinău, 2019.
6. БОКАНЧА, В.; РОГОЖНИКОВА, О. Развитие исследовательских компетенций путем привлечения учащихся к исследовательской деятельности. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice*, 27-28 februarie 2021. volumul I, Didactica Științelor Exacte, pag. 265.

CZU: 37.026

METODE CONSTRUCTIVISTE DE PREDARE A INTERACȚIUNILOR ÎN CLASA VII. ANALIZĂ COMPARATIVĂ

Mihail CALALB, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-3905-4781
Catedra Fizică Teoretică și Experimentală, UPSC
Irina ZELENSCHI, doctorandă
https://orcid.org/0000-0003-1719-4932
Școala Doctorală, UPSC

Rezumat. În această lucrare sunt analizate trei metode constructiviste de predare a capitolului „Interacțiuni ” din clasa a VII-a, fiind date și matricele logice ale proiectelor având ca scop o învățare mai eficace, dezvoltarea aptitudinilor analitice și încurajarea efortului cognitiv al elevilor. Sunt descrise componentele care contribuie la formarea deprinderilor de învățare pe parcursul vieții; este arătat că interacțiunea și comunicarea contribuie la formarea vocabularului activ.
Cuvinte cheie: predare constructivistă, învățarea pe bază de proiect, învățarea prin metoda cercetării, învățarea și predarea vizibilă.

CONSTRUCTIVIST METHODS OF TEACHING INTERACTIONS IN GRADE VII. COMPARATIVE ANALYSIS

Abstract. In this paper, three constructivist methods of teaching the chapter "Interactions" in 7th grade course of physics are analyzed, being also given the project logical frameworks aimed at a more effective learning, development of analytical skills and encouragement of the cognitive effort of the students. The components that contribute to the formation of lifelong learning skills are described; is shown that interaction and collaboration contribute to the formation of active vocabulary.
Keywords: constructivist teaching, project-based learning, inquiry-based education, visible teaching and learning, problematization.

Introducere

Metodele constructiviste de predare sunt o componentă de bază a profesionalismului cadrului didactic. Constructivismul este o teorie care afirmă că învățarea devine mai eficace atunci când elevul construiește ceva cu scopul de a transmite celorlalți înțelesul pe care el l-a acordat unui lucru (prin simple afirmații sau compoziții mai elaborate). Simpla citire nu este suficientă pentru a produce învățare, însă efortul de a explica în propriile cuvinte o idee unei alte persoane, sau de a face o pledoarie, va conduce la o mai bună înțelegere a sarcinii didactice, aceasta fiind integrată în mod mai consistent propriilor idei. Aceasta este explicația dată de această teorie faptului că oamenii iau notițe în timpul unei prelegeri deși nu intenționează în mod expres să le recitească ulterior.

O divizare mai amplă a constructivismului ar fi cel social și în educație. În timp ce Piaget [1] descrie dezvoltarea ca pe o construcție internă a subiectului, născută în interacțiunea cu obiectele, Vîgotski [2] insistă asupra rolului interacțiunii sociale în această dezvoltare,

considerând că obiceiurile sociale dintr-un anumit timp, achizițiile colective intelectuale și materiale, științifice, artistice, istoria pe care o trăiește individul îi determină dezvoltarea.

Constructivismul social pune accentul pe natura socială a cunoașterii, prin valorificarea limbajului și a elementelor culturale; valorifică rolul relațiilor interpersonale în transmiterea și generarea de conținuturi educaționale (construcția cognitivă a persoanei se realizează în contexte interactive, în cadrul cărora copilul și adultul se angajează într-o activitate comună).

Centrarea pe elev, învățarea activă, problematizarea si valorificarea oportunităților sunt elemente al modelului constructivist în educație, dar nu constituie încă integralitatea educației constructiviste. Complexitatea contextului actual pune in fața educației probleme serioase de reconcepere si realizare, încât vocile care vorbesc despre o „stare critică a pedagogiei" sau despre „criza pedagogiei" par a fi îndreptățite, iar soluțiile nu întârzie să apară. Una dintre acestea ar fi abordarea constructivistă a educației, corelată cu viziunea postmodernistă asupra pedagogiei, ca o altă paradigmă ce câștigă teren, nu numai in plan pedagogic.

Astfel, în lucrarea de față vom efectua o analiză comparativă a unui set de abordări didactice constructiviste în vederea aplicării lor practice la lecția de fizică pe exemplul predării capitolului Interacțiuni în clasa a VII. Scopul cercetării este de a identifica atât momentele comune cât și diferențele ce țin de acțiunea didactică a profesorului și acțiunea cognitivă a elevilor în cadrul a trei abordări constructiviste distincte: a) învățarea pe bază de proiect, ulterior PBL (*project-based learning*); b) învățarea prin metoda cercetării, ulterior IBSE (*inquiry-based science education*); c) învățarea și predarea vizibilă, ulterior VTL (*visible teaching and learning*).

Învățarea pe bază de proiect

Pentru cursul de fizică din clasa a VII sunt alocate 2 ore pe săptămână sau 68 ore/an. Dacă aceste ore sunt distribuite proporțional volumului unităților de conținut de la fiecare capitol, atunci capitolului Interacțiuni îi revin cca 16 ore, din care 15 ore pentru desfășurarea a patru proiecte și o oră pentru evaluare.

- ✓ Proiectul 1 Forța ca vector 5 ore
- ✓ Proiectul 2 Forța de greutate 4 ore
- ✓ Proiectul 3 Forța elastică 3 ore
- ✓ Proiectul 4 Forța de frecare 3 ore.

Abordarea pe bază de proiect impune aplicarea conceptului de matrice logică a proiectului, ulterior PLF (project logical framework). În Tab.1 este prezentat un exemplu de PLF pentru proiectul Forța de greutate din capitolul Interacțiuni. Obiectivele corespund unităților de competență, resursele descriu materialele didactice, instrumentele didactice și echipamentul necesar, activitățile sunt structurate în activități didactice ale profesorului și cele cognitive ale elevilor, rezultatele corelează puternic cu obiectivele și descriu rezultatele materiale ale efortului cognitiv al elevilor, impactul descrie influența proiectului didactic

asupra competențelor cheie (impact pe termen mediu) și asupra competențelor de învățare pe tot parcursul vieții (impact pe termen lung).

Tabelul 1. Matricea logică la proiectul didactic *Forța de greutate* din capitolul *Interacțiuni*, fizică, clasa VII

Obiective	• Elevii cunosc definiția și caracteristicile forței de greutate, a ponderii și a accelerației gravitaționale. • Elevii știu să măsoare forța de greutate cu ajutorul dinamometrului. • Elevii înțeleg relațiile matematice între mărimile studiate și le pot aplica la rezolvarea problemelor.
Resurse	Manualul, soft didactic de tipul MozaBook Classroom, soft didactic pentru laborator de fizică virtual de tipul Roqed Physcs Lab, echipament demonstrativ (pentru profesor) la tema Forța de greutate, echipament de laborator (pentru elevi) la temă, sistem de evaluare digitală offline, tablă sau panou interactiv.
Activități	• Didactice: Formarea ideilor proprii ale elevilor, susținerea cercetării elevilor în cadrul lucrărilor de laborator, ghidarea elevilor în procesul de analiză, evaluarea formativă și a proiectelor de grup. • Cognitive: Cercetarea în cadrul lucrării de laborator, Cercetarea individuală, Participarea în dezbaterea colectivă a rezultatelor.
Rezultate	Raportul grupului de elevi în urma lucrării de laborator, raportul individual al elevului, rezultatele testărilor formative, seturi de probleme rezolvate individual.
Impact	• Impactul asupra formării competențelor cheie • Impactul asupra competențelor de învățare pe tot parcursul vieții

Învățarea prin metoda cercetării sau IBSE vs PBL

Învățarea științelor prin metoda IBSE are și ea caracterul unei învățări pe bază de proiect: ciclurile IBSE, bazate pe conceptul ideilor mari, sunt în esență proiecte de cercetare structurate în cinci etape: întrebare, ipoteză, experiment, elaborarea și aplicarea modelului, prezentarea și dezbaterea rezultatelor [3]. Dar, spre deosebire de PBL, în IBSE:

- Elevului i se acordă un grad sporit de libertate în învățare, punându-se accentul pe efortul cognitiv al elevului. Acest lucru conduce la formarea și consolidarea competențelor de cercetare, iar în final la competențele de învățare pe tot parcursul vieții.
- În cadrul cercetării în grup se formează deprinderile de interacțiune socială și cele de comunicare ale elevilor, care au un impact deosebit asupra dezvoltării personale și profesionale mult timp după absolvirea școlii.
- Elevul vorbește mai mult decât în cadrul altor metode constructiviste de predare, deoarece el discută la nivel de grup și clasă despre modelul cercetării, prezintă rezultatele cercetării, împreună cu colegii și profesorul discută și analizează rapoartele de grup. Astfel e vorba despre formarea vocabularului științific activ – lucru inestimabil pentru orice persoană în era cunoașterii.
- Legătura inversă elev – profesor are un caracter bidirecțional mai pronunțat datorită necesității ghidării și monitorizării permanente a activității de cercetare a elevilor.

Un alt moment care deosebește esențial abordarea IBSE de PBL este aplicarea permanentă. PBL poate fi aplicat și sporadic, doar la unele teme, pe când IBSE necesită aplicare permanentă, de la o vârstă cât mai timpurie. Astfel se obține impactul IBSE Aplicarea sporadică, de fațadă, a IBSE doar debusolează elevii [4].

De asemenea, spre deosebire de PBL, IBSE necesită încă trei momente majore:

a) croirea curriculumului conform conceptului ideilor științifice mari și modernizarea ei;
b) pedagogie bazată pe sinergia între instrumente didactice digitale și constructivism;
c) organizarea evaluării ca evaluare a competențelor de dobândire a cunoștințelor.

Vom prezenta matricea logică a proiectului organizat în stil IBSE la aceeași temă *Forța de greutate*.

Tabelul 2. Matricea logică la proiectul IBSE *Forța de greutate* din capitolul *Interacțiuni*, fizică, clasa VII

Obiective	• Înțelegerea noțiunilor de masă, forță de greutate, accelerație gravitațională. • Formarea competențelor de reprezentare a forțelor ca mărimi vectoriale, de efectuare a operațiilor cu vectori. • Consolidarea deprinderilor de preluare, prelucrare și analiză a datelor experimentale.
Resurse	Manualul, soft didactic de tipul MozaBook Classroom, soft didactic pentru laborator de fizică virtual de tipul Roqed Physcs Lab, echipament demonstrativ (pentru profesor) la tema Forța de greutate, echipament de laborator (pentru elevi) la temă, sistem de evaluare digitală offline, tablă sau panou interactiv.
Activități	• Întrebarea inițială de genul „Ce se va întâmpla cu mișcarea unui corp dacă nu există forță de greutate?” • Emiterea ipotezei și propunerea experimentului de către elevi. • Ghidarea și monitorizarea experimentului efectuat în grup. • Elaborarea modelului unic, analiza datelor obținute de diferite grupuri. • Aplicarea cunoștințelor noi la situații de problemă.
Rezultate	Raportul grupului de elevi în urma lucrării de laborator, raportul individual al elevului, rezultatele testărilor formative, seturi de probleme rezolvate individual.
Impact	• Formarea competențelor de analiză și raționament • Formarea vocabularului științific activ • Formarea competențelor de colectare a informației • Formarea competențelor de comunicare.

Învățarea și predarea vizibilă sau VTL vs IBSE

Esența teoriei VTL poate fi redată în felul următor: predarea – învățarea trebuie să fie așa încât în orice moment al lecției profesorul știe ce a înțeles elevul din discursul său, iar elevul știe și înțelege care sunt obiectivele didactice ale lecției. Ideal ar fi ca ele să devină chiar obiectivele lui cognitive. Pentru a obține aceasta e necesar de un grad mai înalt al legăturii inverse elev – profesor sau feedback. Conform VTL cele mai puternice strategii didactice se bazează pe trei componente [5]:

- ✓ Calitatea înaltă a predării, de obicei în stil de cercetare IBSE, când elevii înțeleg profund subiectul studiat.
- ✓ Empatie multilaterală în clasă care asigură un climat lucrativ și ajută la setarea obiectivelor cognitive înalte pentru clasa întreagă.
- ✓ Profesorul are așteptări mari de la elevii săi. Aceasta încurajează efortul cognitiv esențial al elevilor. Putem afirma: așteptările joase determină rezultatele joase. Este esența pedagogiei colaborării. Într-adevăr, conform VTL asumarea apriorică corectă a profesorului a potențialului cognitiv al elevului (sau a unui grup de elevi) are cel mai mare factor de impact asupra succesului academic al elevului – de patru ori mai mare decât o strategie de predare obișnuită, convențională, frontală.

Trebuie să menționăm că VTL nu necesită neapărat o formă a lecției în stil IBSE, obiectivele VTL pot fi atinse și de un profesor excepțional care predă în stil obișnuit, dar reușește să obțină feedback instantaneu și mutual cu orice elev din clasă. Conform rezultatelor măsurătorilor în VTL, dacă reușim să obținem la fiecare lecție un astfel de feedback, creștem succesul academic al elevilor de trei ori față de predarea convențională.

Reieșind din cele arătate despre VTL, vom arăta că abordarea IBSE se încadrează în cerințele teoriei VTL. În primul rând discuțiile de la începutul proiectului IBSE în faza emiterii ipotezelor de lucru ajută la înțelegerea de către elevi a obiectivelor lor cognitive. Mai mult decât atât, asumarea acestor obiective este esența oricărui demers didactic. Adică ar trebui să ne axăm pe transferul de obiective cognitive decât pe transferul de cunoștințele. În al doilea rând IBSE folosește mai multe procedee didactice chiar în cadrul unei lecții. De exemplu aplicarea metodei instruirii mutuale (*peer instruction*) la evaluarea formativă sau a învățării secvențiale, sau a instruirii diferențiate. Suprapunerea acestor procedee, fiecare din ele cu un factor de impact mai mare decât predarea convențională, are un efect de sinergie și transformă IBSE într-un caz particular al VTL. În al treilea rând un proiect IBSE se bazează pe cunoștințele și priceperile elevilor obținute în cadrul proiectelor anterioare. Aici avem, de fapt, folosirea recurentă a cunoștințelor. Pe lângă repetarea multiplă a materiei studiate, avantajul cel mai mare al acestui procedeu este că el dă valoare cunoștințelor anterioare și contribuie la formarea viziunii științifice asupra lumii. În al patrulea rând, libertatea elevului de a alege modul de cercetare în IBSE este echivalentă cu asumarea, autogestionarea propriei învățări – cel mai mare factor de impact în VTL, când profesorul are rolul de asigurarea eșafodajului (*scaffolding*) în cadrul proiectului de cercetare.

Rezultate și concluzii

1. În cadrul învățării pe bază de proiect, pentru a obține corelarea obiectivelor didactice cu formarea competențelor cheie și a celor de învățare pe tot parcursul vieții, este recomandabilă folosirea conceptului de matrice logică a proiectului.
2. Învățarea prin cercetare ca formă este o învățare pe bază de proiect dar IBSE se deosebește de PBL prin punerea accentului pe: gradul de libertate al elevului în

activitatea de învățare, comunicarea și colaborarea la nivel de grup și clasă, formarea vocabularului științific activ al elevului.

3. Spre deosebire de PBL, IBSE necesită reformatarea curriculei, aplicarea obligatorie de către elevi a instrumentelor digitale și evaluarea competențelor.
4. Învățarea și predarea vizibilă se bazează pe: înțelegerea și asumarea de către elevi a obiectivelor didactice, empatie multilaterală ca atmosferă lucrativă în clasă și setarea obiectivelor de învățare înalte.
5. IBSE este un caz particular al VTL deoarece: se asigură transferul obiectivelor didactice către elevi, se aplică simultan diferite procedee bazate pe feedback (care este esența VTL), se dă sens cunoașterii prin valorizarea cunoștințele anterioare, se pune accent pe efortul cognitiv al elevului, iar profesorului i se atribuie rolul de mentor ce asigură eșafodajul procesului de învățare.

Bibliografie

1. VÂGOTSKI, L. S. *Opere psihologice alese*. Vol. I.II. București: EDP, 1971, 1972.
2. PIAGET, J. Psihologie și pedagogie. Răspunsurile marelui psiholog la problemele învățământului. București: E.D.P., 1972.
3. CALALB, M. Pedagogia învățării prin investigație și impactul ei asupra deprinderilor de cercetare științifică și învățare pe tot parcursul vieții. În: *Studia Universitatis Moldaviae,* 2017, nr.5(105) seria „Științe ale educației" ISSN 1857-2103 ISSN online 2345-1025 p.32-39.
4. WAINE, H. Reports of IAP Science Education Program *Taking Inquiry-Based Science Education into Secondary Education*. York, United Kingdom, October 27-29, 2010.
5. HATTIE, J. *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses related to achievement*. London: Routledge, 2009.

CZU: 53

PRINCIPIUL NONLOCALISMULUI CUANTIC ŞI INSEPARABILITATEA CUANTICĂ A PARTICULELOR

Vitalie CHISTOL, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-4761-5892
Vasile TRONCIU, dr. hab., prof.
https://orcid.org/0000-0002-9164-2249
Departamentul fizică, Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat. În articol sunt discutate principiul nonlocalismului şi inseparabilitatea cuantică a particulelor în raport cu localismul din prisma mai multor fizicieni celebri.
Cuvinte cheie: fizică, nonlocalism cuantic, localism, inseparabilitatea cuantică a particulelor.

THE PRINCIPLE OF QUANTUM NONLOCALISM AND THE QUANTUM INSEPARABILITY OF PARTICLES

Abstract. The article discusses the principle of nonlocalism and the quantum inseparability of particles in relation to localism from the perspective of several famous physicists.
Keywords: physics, quantum nonlocalism, localism, quantum inseparability of particles.

Nonlocalismul, după însăşi denumirea sa, neagă localismul. De aceea, pentru a vorbi despre principiul nonlocalismului, trebuie să vedem mai întâi în ce constă principiul localismului.

Principiul localismului presupune că orice acţiune se transmite în spaţiu de la un obiect A la un obiect B strict local, parcurgând consecutiv toate punctele spaţiului dintre A şi B. Obiectele A şi B, aflate la distanţă unul de altul, nu pot acţiona unul asupra altuia, evitând spaţiul dintre ele. Dacă vom înconjura obiectul B cu un înveliş impenetrabil pentru câmp, atunci obiectul A nicicum nu va putea acţiona asupra obiectului B.

În 1949 Einstein scria [1] că conceptele fizice se referă la lumea exterioară reală, la lucruri care pretind la o „existență reală“, independent de observator și independent unul de celălalt, deoarece ele sunt în diferite părți ale spațiului. Fără această presupunere a existenței reciproc independente a obiectelor distanțate în spațiu, gândirea fizică, într-un anumit sens, ar fi fost imposibilă. De asemenea, este imposibil să ne imaginăm cum ar putea fi formulate și verificate legile fizice fără o astfel de separare clară a obiectelor.

Lumea în care trăim este înzestrată cu toate semnele localismului. Noi avem foarte bine dezvoltat simțul locului și al legăturii dintre locuri. Deseori simțim neputința de a acționa asupra la ceva care se află prea departe de noi. Aproape toate particularitățile esenței noastre fizice sunt spațiale. Ocupăm un loc în spațiu. Avem o formă. Ne mișcăm în spațiu. Orice interacțiune care are loc între noi și restul lumii trece prin spațiu. Fizica a început cu studiul mișcării corpurilor în spațiu, iar spațiul determină aproape toate mărimile fizice: distanta, dimensiunea, forma, poziția, viteza, direcția.

Cu toate acestea, microparticulele se supun unor principii deosebite de cele ale corpurilor din macrolume. Unul dintre acestea este principiul nonlocalismului. Acest principiu neagă localismul și se manifestă, mai ales, în cazul particulelor aflate într-o stare deosebită, care nu are analoge în fizica clasică, numită stare de inseparabilitate cuantică. Sensul inseparabilităţii cuantice poate fi explicat prin următorul exemplu. Presupunem că două persoane , aflate în două odăi , aruncă câte o monedă. Monedele în mod aleatoriu vor cădea ori cu capul, ori cu pajura în sus şi rezultatul căderii unei monete nici cum nu va influenţa asupra rezultatului căderii altei monede. Acum să ne imaginăm că aceste monede sunt obiecte cuantice care s-au aflat în apropiere una de alta şi au interacţionat între ele. În acest caz comportamentul particulelor nu mai este independent. Monedele devin legate între ele prin legături nonlocale şi ele devin un tot întreg. Rezultatul căderii unei monede va influenţa într-un anumit mod rezultatul căderii celeilalte monede. De exemplu, dacă o monedă va cădea cu capul în sus, atunci cealaltă neapărat va cădea cu pajura în sus. În acest caz se spune că monedele se află în stare de inseparabilitate cuantică. Comportamentul particulelor inseparabile este coordonat, în ciuda faptului că în spațiu ele nu sunt legate prin careva forțe. Pentru ele nu există loc în spațiu sau distanță. Din cauza absenței unui mecanism de interacțiune, particulele par a fi complet autonome și totuși acțiunea asupra uneia din ele înseamnă totodată și o acțiune momentană asupra celei de-a doilea, ca și cum distanța și timpul pentru ele nu ar însemna nimic. Aceste particule se pot afla în diferitele capete ale Universului și totuși ele se vor comporta în unison. Acționând asupra unei particule, acțiunea momentan se va transmite și asupra celei de-a doua. Asemenea particule încalcă principiul localismului. Spațiul pentru ele nu este un obstacol.

Cum se transmite această acțiune? Care este mecanismul interacțiunii dintre particulele aflate la distanțe atât de mari?

Ideea că particulele din capete opuse ale Universului ar putea fi cumva legate între ele, lui Einstein i-a părut o nebunie. El credea că lumea pur și simplu pare nonlocală. În realitate ea este locală și măsurările efectuate într-un loc nu pot influența momentan o particulă aflată departe de acest loc. O astfel de acțiune Einstein a numit-o „acțiune fantomatică la distanță”.

O altă ipoteză fundamentală susținută de către Einstein este recunoașterea existenței „realității obiective”. El susținea că diferite caracteristici ale unei particule (de exemplu, impulsul, poziția ei în spaţiu) există obiectiv, chiar dacă particulă este îndepărtată de noi și aceste caracteristici nu sunt direct observabile. În opinia lui Bohr, însă, astfel de caracteristici nu pot fi atribuite unei particule dacă nu există nici o posibilitate reală de observare a acestora. Bohr susţinea că până la măsurare particulele inseparabile nu posedă aceste caracteristici şi numai în urma măsurătorilor noi le impunem lor caracteristicile respective. Astfel, Bohr neagă existenţa „realităţii obiective” şi, prin aceasta susţine că între particulele inseparabile există legături nonlocale.

Pe timpul lui Einstein nu existau posibilităţi de a verifica concepţiile lui Bohr. Însă, în anul 1964 John Stewart Bell formulează şi demonstrează teorema care acum este numită

teorema lui Bell, sau inegalitatea lui Bell, cu ajutorul căreia s-a putut verifica existenţa legăturilor nonlocale la particulele inseparabile. Există mai multe formulări ale inegalităţii lui Bell. Una din ele este următoarea: *Pentru un grup de obiecte care au proprietăţile A, B şi C, suma numărului obiectelor care au proprietatea A, dar nu au proprietatea B şi a numărului obiectelor care au proprietatea B, dar nu au proprietatea C, este mai mare sau egală cu numărul obiectelor care au proprietatea A, dar nu au proprietatea C.* Această inegalitate poate fi scrisă astfel:

$$N(A, non\ B) + N(B, non\ C) \geq N(A, non\ C).$$

Inegalitatea lui Bell se respectă pentru oricare grup de obiecte care au stabilite proprietăţile *A*, *B* şi *C*. În anul 1982 Alain Aspect și colaboratorii săi de la Institutul de Optică Teoretică și Aplicată din Paris pentru prima dată demonstrează încălcarea inegalităţii lui Bell pentru particulele inseparabile [2]. Rezultatele obţinute de Aspect și colaboratorii săi confirmă faptul că particulele inseparabile nu au proprietăţi stabilite până la măsurare şi că între ele există legături nonlocale. În anul 1910 fizicienii de la Institutul de Optică Cuantică şi Informaţie Cuantică din Austria au demonstrat menţinerea legăturilor nonlocale la fotonii aflaţi la distanţa de 144 km unul de altul [3]. Prezenţa legăturilor nonlocale la particulele inseparabile a fost confirmată printr-o mulţime de alte experimente. Despre importanţa problemei nonlicalismului şi a inseparabilităţii cuantice ne vorbeşte şi faptul că pentru studierea acestor probleme au fost decernate două premii Nobel: în anul 2012 premiul Nobel pentru fizică a fost decernat fizicienilor Serge Haroche şi David J. Wineland care experimental au studiat particulele cuantic inseparabile în scopul creării calculatoarelor cuantice şi a ceasurilor optice, iar în anul 2022 fizicienii Alain Aspect, John F. Clauser şi Anton Zeilinger au primit premiul Nobel „pentru experimente cu fotoni inseparabili, stabilirea încălcării inegalităţilor lui Bell şi pionieratul în domeniul ştiinţei informaţiei cuantice”.

Între concepțiile localistă și cea nonlocalistă s-a dus o luptă permanentă, începând încă cu filosofii din Grecia antică. Ei au încercat să descrie Universul ca un gigantic joc de biliard. Atomii - elementele de bază ale lumii – ca niște bile de biliard, zboară peste tot, se ciocnesc între ei și transmit interacțiunile dintre corpuri. Aceste interacțiuni sunt strict locale, deoarece ele se transmit de la atom la atom, iar până la ciocnire „bilele” nu interacționează între ele. Timp de aproape două milenii mecanismul interacțiunilor dintre corpuri s-a modificat în detalii, însă principiile sale de bază au rămas aceleași. În special, principiul localismului.

Newton a renunțat la fizica din acea vreme și a explicat gravitația printr-un proces nonlocal. El pentru prima dată a afirmat că forțele de gravitație acționează între toate corpurile din Univers și aceste forțe se transmit de la un corp la altul instantaneu. Anume în aceasta și constă nonlocalismul gravitației lui Newton. Pentru a explica cum anume se transmite acțiunea de la un corp la altul, Newton a considerat că intermediarul nematerial capabil să transmită gravitația, este spațiul.

Gravitația lui Newton a fost recunoscută cu greu de oamenii de știință, dar treptat ea a devenit un concept general acceptat. Însă așa se întâmplă că noțiunile „general acceptate”

câteodată pot să se schimbe. Până la Newton general acceptate se considerau acțiunile prin contact direct. După el general acceptate au devenit acțiunile nonlocale.

Nonlocalismul rămâne „general acceptat" până la mijlocul secolului 19, când în anul 1845 Faraday introduce noțiunea de câmp pentru a explica fenomenele electrice și magnetice. Câmpul este local din două puncte de vedere. În primul rând el înconjoară toate corpurile, pătrunde în interiorul lor și acționează asupra lor. În al doilea rând el are nevoie de timp pentru ca să transmită acțiunea de la un corp la altul. Astfel, se revine la localism și principiul localismului din nou devine „general acceptat".

Odată cu dezvoltarea fizicii cuantice problema nonlocalismului iarăși apare la suprafață. Vom prezenta două exemple care, după părerea lui Einstein, ne demonstrează că mecanica cuantică sau nu este completă, sau este nonlocală.

Primul exemplu a fost propus de însăși Einstein și este cunoscut sub numele de „paradoxul balonului". Conform principiilor mecanicii cuantice lumina este în același timp și particulă și undă. Să presupunem că o sursă de lumină emite un foton. Fotonul se propagă sub formă de undă ca un balon de cauciuc care mereu se umflă. Energia undei este repartizată pe întreaga suprafață a balonului. La un moment dat unda ajunge la un atom care poate fi la o distanță destul de mare de la sursă. Balonul se sparge, întreaga energie a undei se concentrează intr-un singur loc și atomul absoarbe fotonul. De unde știu diferite regiuni ale undei că ele mai departe nu trebuie să se propage? Cum s-a concentrat energia undei într-un singur punct și în cât timp a decurs această concentrare a energiei? Explicația poate fi numai print-un proces misterios și nonlocal. După cum s-a exprimat și Bohr, în inima atomului se întâmplă ceva suspect, ceva ce „reprezintă o dificultate pentru descrierea obișnuită spațial-temporală a naturii".

Al doilea exemplu ține de ecuația lui *Schrödinger*, care este ecuația de bază a mecanicii cuantice și care descrie funcția de undă a unei particule. Această funcție este nonlocală, deoarece printr-o singură funcție de undă poate fi descrisă soarta unui grup de mai multe particule, indiferent cât de departe se află ele una de alta.

Principiul nonlocalismului cuantic se deosebește radical de nonlocalismul gravitației lui Newton, deoarece aceasta din urmă slăbește atunci când ne îndepărtăm de obiectul care ne atrage și, prin aceasta, totuși, manifestă calități spațiale. Nonlocalismul cuantic nu manifestă proprietăți spațiale, el pune la îndoială însăși noțiunea de spațiu. El ne vorbește despre faptul că noi trăim într-un Univers holistic, care nu poate fi redus la unele părți spațiale ale sale. Universul posedă niște proprietăți care sunt ascunse de noi atunci când îl privim în parte și care se dezvăluie atunci când îl privim ca ceva întreg. Legătura dintre particulele inseparabile are loc, probabil, în afara spațiului și noi greșim atunci când considerăm că ele sunt diferite și ocupă diferite regiuni ale spațiului.

În fizica cuantică sunt utilizate noțiunile „particulă cuantică" și „câmp cuantic", care înseamnă „ceva asemănător cu particula" și „ceva asemănător cu câmpul". Să luăm ca exemplu particula. Noi nu putem să determinăm exact nici poziția, nici viteza ei. Mai mult ca

atât: aceeași particulă poate să se afle simultan în două locuri diferite. Atunci, ce fel de particulă este ea? Același lucru poate fi spus și despre câmpul cuantic. Rezultă că particula și câmpul în înțelesul obișnuit al cuvântului nu există. Nu există nimic care poate fi legat de un anumit loc al spațiului. Însă, fizicienii și filozofii au dedus întotdeauna natura spațiului din comportamentul materiei. Vechii atomiști greci au venit cu conceptul de spațiu pentru a da particulelor un loc de existență. Pentru teoreticienii moderni, spațiul este un substrat alcătuit din câmpuri. Dar, dacă particulele și câmpurile nu există, atunci spațiul își pierde semnificația.

Practic toți fizicienii și filosofii, încă de pe timpul lui Democrit, considerau că spațiul este cel mai înalt nivel al realității fizice. Dar dacă aceasta nu este așa? Poate nonlocalismul reprezintă un nivel al realității fizice mai înalt decât spațiul? La acest nivel al realității fizice noțiunea de distanță nu mai este aplicabilă, iar obiectele care se află la o distanță mare în spațiu, în realitate ocupă același loc, sau poate chiar reprezintă același obiect, care se manifestă în diferite locuri ale spațiului. Fizicianul și filosoful Michał Heller spune [4]: „Dacă acceptăm că nivelul fundamental al fizicii este nonlocal, atunci totul devine evident, deoarece două particule, care sunt departe una de alta, se află la același nivel fundamental nonlocal. Pentru ele timpul și spațiul nu contează". Numai când încercăm să legăm aceste fenomene de spațiu (deoarece ne vine greu să judecăm altfel), ele nu mai pot fi înțelese.

Fizicianul-teoretician *Nima Arkani-Hamed* spune [4] că „spațiu-timpul nu este neapărat fundamental. El trebuie să fie alcătuit din ceva mai elementar".

Este adevărat că practic toate teoriile fizice sunt bazate pe noțiuni spațiale, iar spațiul are rolul unul lipici care menține ordinea în Univers. Însă este posibilă şi o altă variantă: Universul este ordonat de la sine, iar spațiul este doar o noțiune potrivită pentru a descrie această ordine.

Acest articol a fost dezvoltat in cadrul Proiectul PS nr: 20.80009.5007.08.

Bibliografie

1. EINSTEIN, A. Quantenmechanik und Wirklichkeit. In: *Dialectica*, V2, nr. 3-4, 1948. p.320-324.
2. ASPECT, A.; DALIBARD, J.; ROGER, G. Experimental Test of Bell's Inequalities Using Time-Varying Analyzers. In: *Phys. Rew. Lett.* V. 49, nr. 5, 1982, p. 1804-1807.
3. SCHEIDL, T. Violation of local realism with freedom of choice. In: *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA*, vol. 107 no. 46, p.19708–19713. 2010.
4. MUSSER, J. Spooky Action at a Distance: The Phenomenon That Reimagines Space and Time and What It Means for Black Holes, the Big Bang, and Theories of Everything. Farrar, Straus and Giroux, New York, 2015.

CZU: 621.4

UTILIZAREA SURSELOR DE ENERGIE REGENERABILE – MOTORUL STIRLING

Victor CIUVAGA, profesor de Fizică, grad didactic superior
https://orcid.org/0000-0003-2020-584X
IPLT „Constantin Stere”, mun. Soroca

Rezumat. Consumul de energie pe cap de locuitor este considerat un indicator al nivelului de trai. Creşterea nivelului de trai nu poate avea loc fără o creştere corespunzatoare a consumului de energie. Micşorarea consumului de resurse energetice reduce dependența de importul acestora, ceea ce asigură o creștere a gradului de securitate energetică a statului – o preocupare primordială a Republicii Moldova. Motoarele Stirling prezintă o serie de avantaje, între care se amintesc posibilitatea de a utiliza orice sursă de căldură, poluarea redusă şi funcţionarea silenţioasă.
Cuvinte cheie: Stirling, răcitor, securitate, aplicabilitate, randament.

THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES - THE STIRLING ENGINE

Abstract. Energy consumption per capita is considered an indicator of the standard of living. The increase in the standard of living cannot take place without a corresponding increase in energy consumption. Reducing the consumption of energy resources reduces the dependence on their import, which ensures an increase in the level of energy security of the state - a primary concern of the Republic of Moldova. Stirling engines have a number of advantages, including the possibility to use any heat source, low pollution and silent operation.
Keywords: Stirling, chiller, security, applicability, performance.

Energia este indispensabilă vieţii pe Pamânt. Ea există pretutindeni şi reprezintă cauza producerii unor numeroase fenomene: mişcare, lumina, sunet, caldură etc. Puţin cunoscute în ţara noastră, maşinile termice cu piston numite astăzi „maşini Stirling“ sunt rezultatul unei evoluţii spectaculoase, de aproape două secole, de la primul motor construit în 1818 de scoţianul Robert Stirling (1790 -1878) pe baza brevetului obţinut în 1816, până la micromotoarele cu sursă de căldură cu izotopi radioactivi construite de NASA pentru antrenarea unor generatoare electrice folosite în spaţiul cosmic.

Motoarele Stirling prezintă o serie de avantaje, între care se amintesc posibilitatea de a utiliza orice sursă de căldură, randamentul termic ridicat, poluarea redusă şi funcţionarea silenţioasă. O utilizare este posibilă chiar şi pentru apartamentele de bloc şi anume înlocuirea centralelor termice pentru încălzire cu grupuri cu motoare Stirling. Astfel s-ar obţine folosirea căldurii obţinute prin arderea gazului metan.

Cercetarea, efectuată în laboratorul de fizică, are ca obiectiv principal proiectarea şi optimizarea unui motor Stirling care ar putea fi folosit ca: motor demonstrativ în laboratoarele de fizică şi mecanică din instituţiile preuniversitare de învăţământ; în condiţii de casă cu scopul obţinerii energiei electrice din surse regenerabile de energie.

Noutatea ştiinţifică constă în proiectarea unuor scheme noi (modificarea răcitorului) a motorului Stirling care ar permite de utilizat eficient resursele regenerabile de energie.

Obiectivele cercetării:

- găsirea soluţiilor de a micşora consumurile de resurse energetice importate fără a afecta necesităţile populaţiei;
- cercetarea motorului Stirling şi construirea unui organ funcţional de tip Stirling care ar funcţiona pe baza diferitor surse regenerabile de energie *modificând răcitorul acestuia cu scopul creşterii randamentului;*
- construirea motoarelor Stirling demonstrative în scop didactic pentru laboratoarele de fizică din instituţiile preuniversitare din învăţământ.

Metode de cercetare:

a) Studiul literaturii de specialitate în domeniul eficienţei energetice;
b) Studiul istoriei motoarelor Stirling;
c) Cercetarea tipurilor de motoare Stirling;
d) Cercetarea domeniilor de aplicare a motoarelor Stirling;
e) Elaborarea schemelor de funcţionare a motoarelor Stirling, modificarea sistemului de răcire;
f) Construirea motoarelor demonstrative cu scop didactic Stirling;
g) Construirea motorului Stirling.

Analiza datelor obținute:

Cercetările s-au efectuat pe parcursul a doi ani școlari. În perioada septembrie - octombrie s-a cercetat literatura de specialitate. Următorul pas a constat în elaborarea schemelor de lucru şi construirea machetelor iniţiale. În final au fost elaborate modelele A și B cu calcularea parametrilor organului de lucru Stirling – didactic demonstrativ.

Modelul – A (figura 1.): Caracteristici: Piston de refulare-L=15mm, D=16mm; Cilindrul cald-L=145mm, D=45mm; Pistonul de lucru-L=45mm, D=43mm; Tija pistonului de refulare- L=115mm; Volant-D=95mm; Arbore cotit al pistonului de refulare -L=10mm; Arbore cotit al pistonului de lucru-L=15mm; Generator electric – U(nom)=3,5V; Biela-manivela: piston de lucru L=160mm, piston de refulare L= 140mm;Leduri (8)-U(nom)=3V.

Figura1. Modelul - A

Modelul - B (figura 2 a și b.): Caracteristici: Piston de refulare -d= 58mm/h=60mm, Cilindrul pistonului de refulare-d=60mm/h=140mm, Piston de lucru -d=30mm, Cilindrul pistonului de lucru-d=30mm/h=15mm,Tija pistonului de refulare -l=100mm, Biela manivela pistonului de refulare-l=118mm, Tija pistonului de lucru-l=120mm,Arbore cotit -l=245mm, Volant-d= 110mm/ l=10mm, Baza de susținere a arborelui cotit–h= 75mm/l=193mm.

a) b)

Figura 2. Modelul – B

Recomandări

Se recomandă a se aplica măsurile de eficientizare energetică.

Ca prioritate propunem următoarele măsuri:

1. Studiul calculului caracteristicilor motorului Stirling care ar putea fi conectat în sistemul de încălzire autonomă (sobă, cazan etc.) cu scopul obținerii energiei electrice la un preţ redus.
2. Construirea motorului Stirling care ar putea fi folosit în gospodăriile ţărăneşti care drept sursă de energie regenerabilă ar folosi biomasa şi energia solară.

Concluzii

Motorul Stirling prezintă o mare importanţă pentru satisfacerea unor necesităţi umane, mai ales că acest tip de motor poate folosi orice tip de energie, cea mai importantă si nepoluantă fiind energia solară.

1. Motorul Stirling poate fi folosit în diferite domenii: naval, aerospaţial, terestru. În final obţinem: o diminuare a poluării mediului, o economie a resurselor naturalede energie, o micşorare a importului de resurse energetice şi sporirea siguranţei persoanelor care utilizează aceste motoare deoarece cele cu ardere internă sunt mai periculoase.
2. Motorul Stirling este foarte important în cadrul industriei nucleare, acesta produce energia electrică înlocuind turbinele cu abur.
3. Studiul motorului Stirling are o importanţă şi din punct de vedere didactic. Organele funcţionale Stirling contribue la un studiu mai eficient de către elevi al unităţii de învăţare - termodinamica.

Bibliografie

1. HOMUTESCU, C.A. *Contribuţii la studiul termodinamic al motorului Stirling cu cilindree variabilă*. Rezumatul tezei de doctorat. Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi“, Iaşi, 2003.
2. ПОПОВ, А.Г.; БАРЫШЕВ, В.В.; ПЕТУХОВ, Н.А. Двигатель Стирлинга с гидравлическим выходом. In: *Двигателестроение*, 1982, No. 2.
3. HOMUTESCU, C.A.; SAVITESCU, S. Introducere în maşini Stirling. Iaşi: CERMI, 2003. ISBN 973-677-016-3.
4. BOSTAN, I. et. al. *Elaboration of solar plants with Stirling engine*. Disponibil: http://www.utm.md/meridian/2011/MI_4_2011/16.%20Art.%20Bostan.pdf

CZU: 533:373.5

INVESTIGAȚII EXPERIMENTALE ALE PRESIUNII ATMOSFERICE ȘI PRESIUNII GAZELOR CU AJUTORUL SENZORULUI DIGITAL PS-3203

Silvia EVTODIEV, administrator, dr. inginer
Igor EVTODIEV, dr. hab. prof. univ.
https://orcid.org/0000-0002-3927-846X
Didact Vega – Interdisciplinary Scientific Center
USPEE „C. Stere", Moldova State University

Rezumat. În prezenta lucrare metodico-didactică se investighează experimental posibilitatea achiziții de date experimentale ale presiunii atmosferice și presiunii gazelor cu ajutorul senzorului digital PS-3203 și Softului SPARKvue PASCO. Se demonstrează posibilitatea efectuării unei Lucrări practice la fizică "Investigarea gazului real după modelul ecuației de stare a gazului ideal" prevăzută de curricula de Fizică pentru clasa a 11-a cu aspect STEAM.
Cuvinte cheie: achiziții de date experimentale, presiune, temperatură, volum, gaz, lege.

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF ATMOSPHERIC PRESSURE AND GAS PRESSURE USING THE PS-3203 DIGITAL SENSOR

Abstract. In this methodical-didactic work, the possibility of acquiring experimental data of atmospheric pressure and gas pressure with the help of the PS-3203 digital sensor and SPARKvue PASCO Software is experimentally investigated. It is demonstrated the possibility of carrying out a practical work in physics "Investigation of real gas according to the model of the equation of state of the ideal gas" provided by the Physics curriculum for the 11th grade with a STEAM aspect.
Keywords: experimental data acquisition, pressure, temperature, volume, gas, law.

Introducere

Investigarea gazului real după modelul ecuației de stare a gazului ideal cu ajutorul senzorilor digitali PASCO

Scopul lucrării: Investigații experimentale cu senzorii digitali de presiune și temperatură PASCO-SUA pentru **Studiul dependenței presiunii gazului de volumul acestuia ($\mathbf{P\sim\frac{1}{V}}$):** *Demonstrarea legii lui Boyle pentru un gaz ale cărui temperatură și cantitate de substanță rămân constante pe durata procesului. (proces izoterm* $vRT-const$);

Metode, SOFT și material aplicate

1. Senzor wireless de presiune PS-3203 atașat de o seringă gradată PASCO
2. Senzor wireless de temperatură PS-3222 cu traductor de tip PS-2135
3. Smartfon cu softul SPARKvue pentru achiziționarea și prelucrarea datelor experimentale

4. Accesoriu de presiune PASCO - Seringă de 60 ml cu conector pentru senzorul wireless de presiune PS-3203.

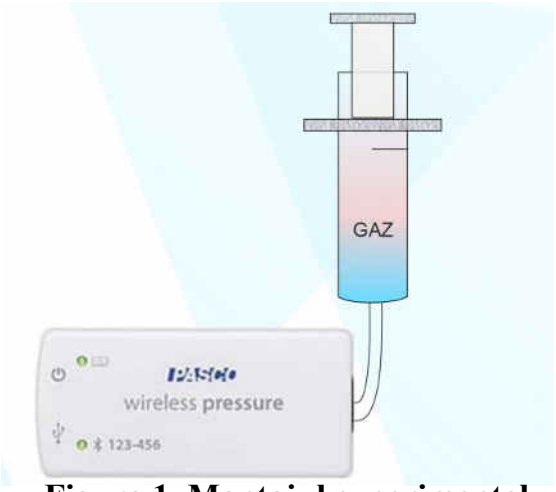


Figura 1. Montajul experimental pentru studiul *P*(*V*) la t=const

Note teoretice: Cunoaștem că starea gazului real se descrie satisfăcător prin ecuația de stare a gazului ideal $PV=\nu RT$, unde P, V, T sunt parametrii de stare a gazului, R – constanta universal a gazelor și ν – numărul de moli.

Pentru determinarea numărului de moli de aer în volumul inițial de 55 ml pentru care măsurăm temperatura cu ajutorul Senzorului wireless de temperatură PS-3222 cu traductor de tip PS-2135 și Presiunea cu ajutorul Senzor wireless de presiune PS-3203

Prin afișarea grafică a datelor experimentale se determină coeficienții relevanți din grafic prin identificarea funcției inverse (y=c/x, c=… .) cu ajutorul SOFT-ului SPARKvue

Constante fizice: $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$, $R = 8{,}314\ J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$.

Metodica experimentului și Sarcini experimentale

Montajul experimental este prezentat în Figura 1.

Prin măsurări a parametrilor de stare: presiune (P), temperatură (T) și volum (V) cu ajutorul senzorilor digitali PASCO și a SOFT-ului SPARKvue pot fi determinate experimental [1]:

1) volumul de aer (măsurat în ml, iar elevii ca cerință transformă în m^3) din seringă și exemplul de calcul atunci când pistonul este poziționat liber la 55 ml (considerat ca referință volumul inițial de aer aflat în stare naturală, prin notațiile din pct.2);

2) presiunea (P_o) și temperatura (T_o) aerului din laborator, pentru volumul inițial V_o=55 ml de aer din seringă;

3) presiunea aerului din seringă (P) la volumul V, ml: 55, 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20;

4) funcția graficului $P(V)=b+a/V$, cu valorile constantelor a și b caracteristice procesului termodinamic de dilatare-comprimare izotermică;

5) lucrul termodinamic efectuat asupra gazului la dilatarea aerului de la 55 ml până la 60 ml;

6) cantitatea de căldura (Q) schimbată cu exteriorul la dilatarea volumului de la 55 ml până la 60 ml prin transformarea reversibilă izotermă a aerului cu 5 ml din seringă și respectiv *entropia (S=Q/T)

7) lucrul termodinamic efectuat asupra gazului, respectiv cantitatea de căldura (Q) schimbată cu exteriorul la comprimarea aerului din seringă de la volumul inițial de 55 ml

până la cel final de 20 ml, și respectiv *entropia (S=Q/T) la transformarea reversibilă izotermă;

8) numărul de moli din seringă ν pentru aerul investigat;

9) concentrația aerului din laborator (n);

10) constanta Boltzman (k_B);

11) masa aerului din seringă investigat experimental (m).

***Măsurând*:** Presiunea, Temperatura măsurate cu senzori digital PASCO și Volum-cu seringa.

Mod de lucru:

1. Prin legarea senzorului de presiune și temperatură se fac achiziții de date experimentale pentru cele 8 stări ale gazului (P, V) cu pasul de 5 ml de la 55 ml la 20 ml, selectând valori experimentale a presiunii pentru fiecare volum care sunt trecute în tabelul măsurătorilor.
2. Folosind softul SPARKvue se introduc datele manual în tabel pentru fiecare stare a gazului (P, V), introducând valorile medii ai parametrilor de stare P (presiune-ordonata y) și V (volum-abscisa x) pentru cele 8 stări.
3. Pentru interpretarea rezultatelor analizăm graficul $P(V)$ ale gazului cu ajutorul SOFT-ului SPARKvue și determinăm funcția care caracterizează procesul gazului $P(V)$.
4. Folosind valoarea parametrului (a) din funcția $P(V)$=b+a/V, se determină numărul de moli ai aerului cercetat în seringă la temperatura camerei măsurat cu senzorul de temperatură PS-3222.
5. Folosind opțiunile softului SPARKvue se determină caracteristicile statistice pentru graficul $P(V)$, coeficienții relevanți din grafic, ariile necesare în corespundere cu sarcinile experimentale.

Rezultate experimentale și interpretarea lor

În **Tabelul 1** sunt trecute datele experimentale achiziționate cu ajutorul senzorului PS-3203

Tabelul 1. Valori numerice ale parametrilor de stare presiune și volum a aerului comprimat

	P_{atm}	Presiune prin comprimare						
***V*, (ml)**	**55**	**50**	**45**	**40**	**35**	**30**	**25**	**20**
***P*·10^{-3}, (Pa)**	99,3	109,2	122,2	136,9	155,6	180,8	213,0	265,6

În Figura 2 sunt prezentate interfețele de lucru a Softului SPARKvue cu pictogramele de analiză/interpretare a datelor și datele experimentale achiziționate [1] pentru 9 stări a gazului real (aer la temperatura de 19,3^{o}C) prin afișare tabelară și grafică (Figura 2 a) și graficul dependenței presiunii gazului de volumul ocupat la temperatura constantă (Figura 2 b).

Pentru rezultatele experimentale P(V) din Figura 2b folosim opțiunea de extrapolare grafică din Softul SPARKvue prin selectarea Funcției inverse "best fit" unde ca rezultat se afișează funcția analitică (Figura 3) care descrie procesul aerului comprimat sub pistonul seringii și care indică că dependența este una invers-proporțională, descrisă prin legea:

$$P = \frac{a}{V} + b, \text{ unde } a\text{=3870, } b\text{=3,24; pentru care: } a = \vartheta RT.$$

Recomandare

***În acord cu rezultatele experimentale pot fi recomandate elevilor pentru lucrul individual să prezinte exemple decalcul al mărimilor căutate, așa ca:**

1. Exemplu de calcul al volumului de aer (în m^3) din seringă atunci când pistonul este poziționat la 55 ml:

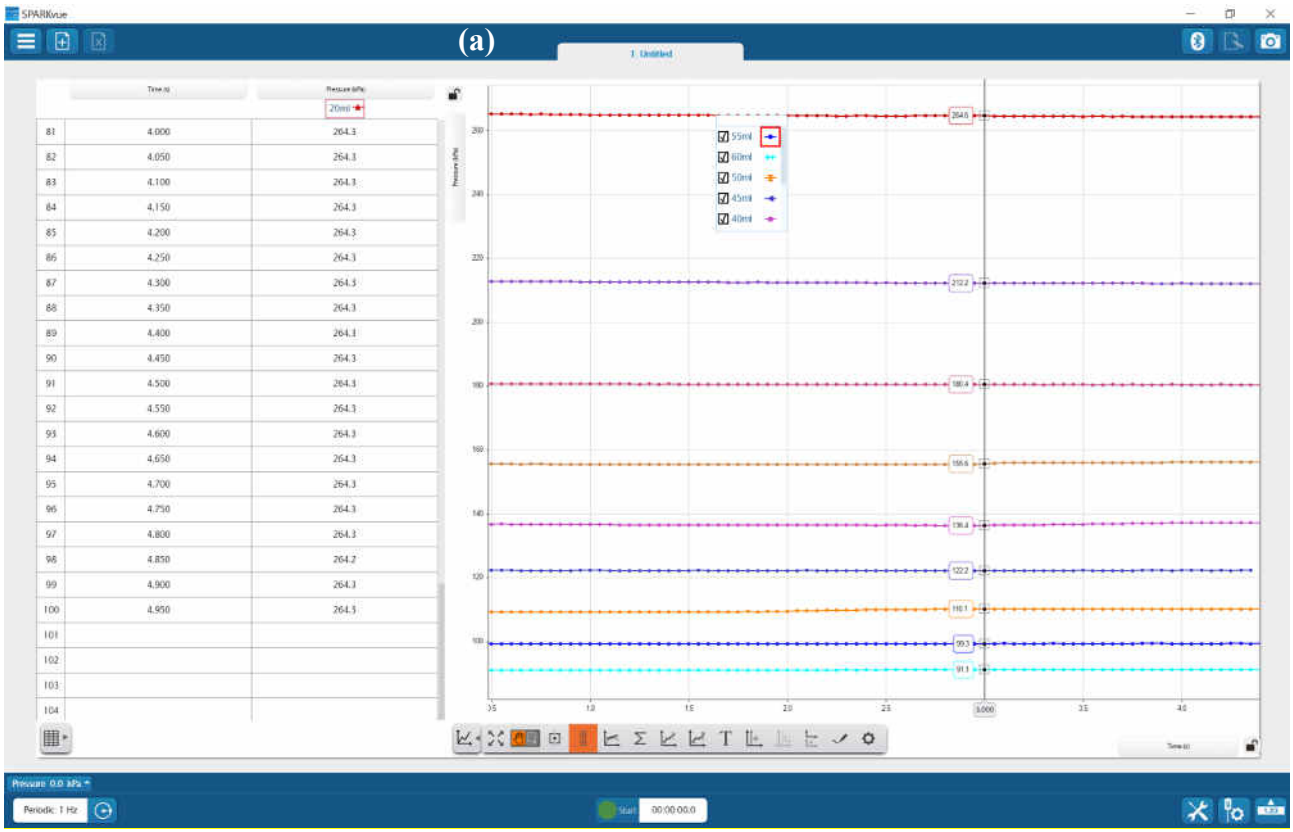
V = 55 ml =

2. Caracteristicile inițiale ale mediului de lucru (aer) din laborator

Presiunea: P_o =

Temperatura: T_o =

Volumul inițial de aer din seringă: V_o=



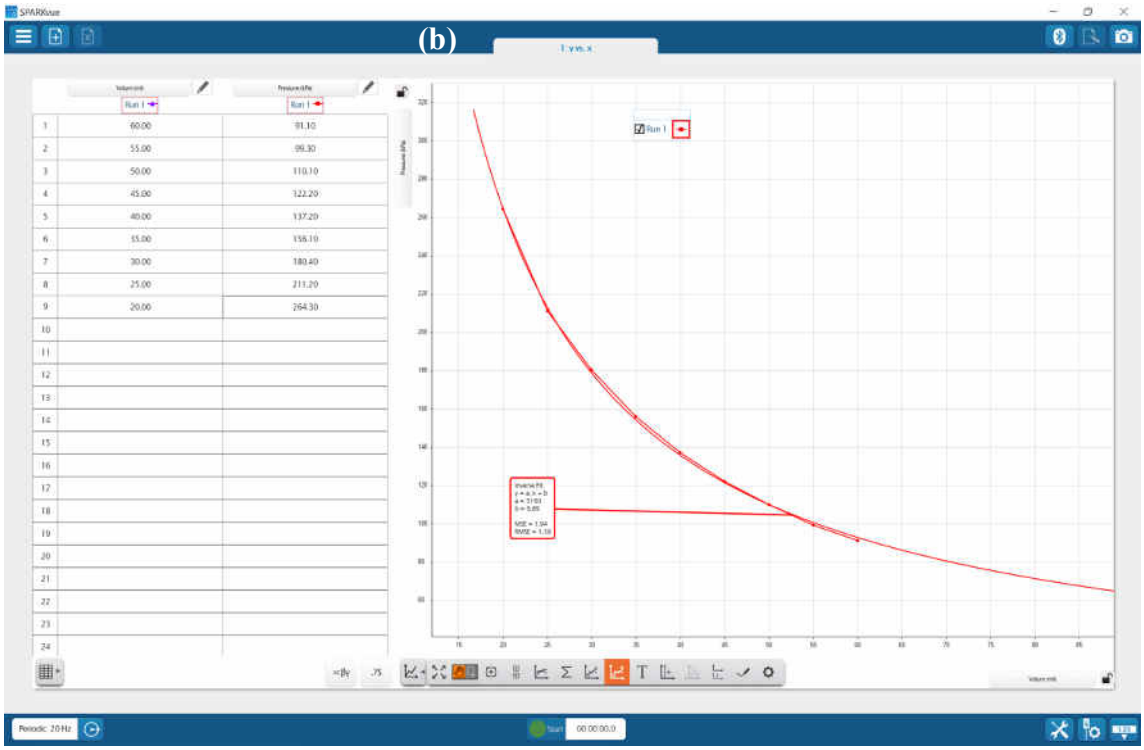


Figura 2. Interfața de lucru a Softului SPARK Vue cu rezultate experimentale (a) și pictogramele de analiză și interpretare a datelor prin graficul *P*(*V*), (b)

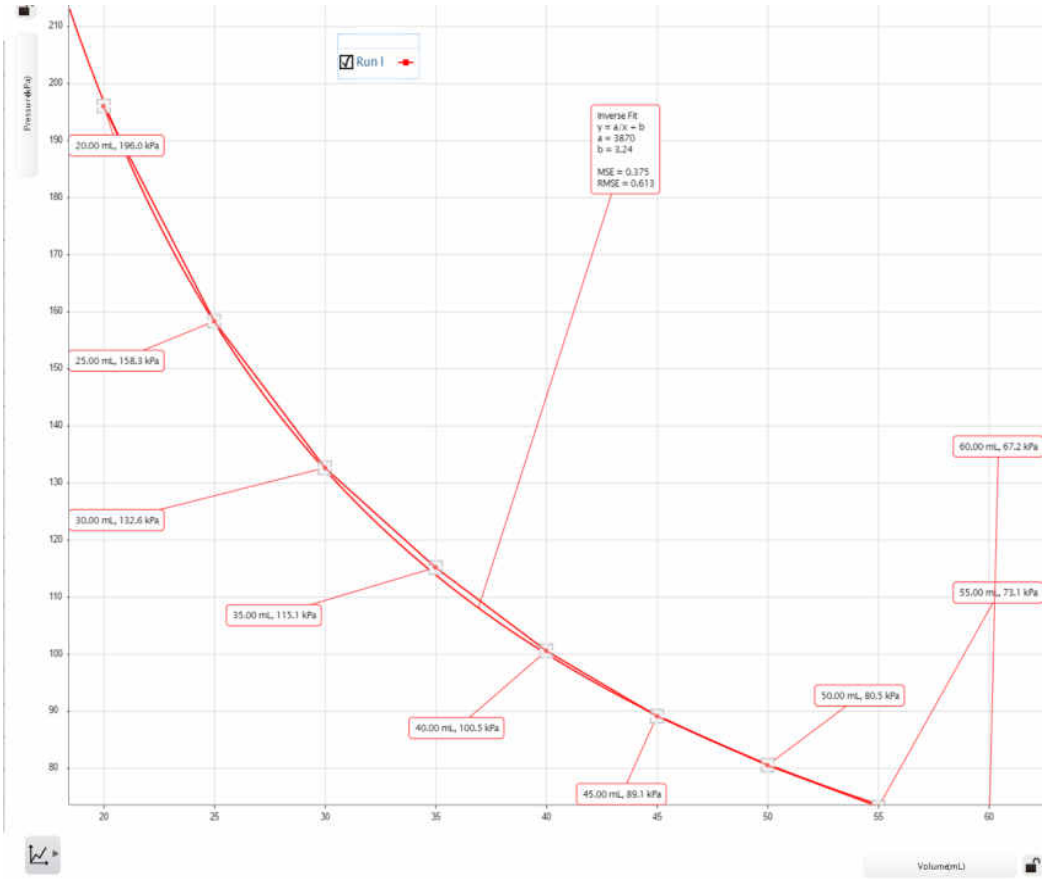


Figura 3. Funcția analitică și coeficienții relevanți din graficul *P*(*V*) pentru procesul aerului comprimat sub pistonul seringii descris prin legea: $P = \frac{a}{V} + b$, unde *a*=3870, *b*=3,24

3. Graficul $P(V)$ pentru procesul izotermic

Caracteristici Grafice: $P(V)$=b+a/V , cu valorile constantelor a și b numeric definite

$P(V)$=	a=	MSE=	RMSE=

4. Graficul $P(V)$ pentru procesul izotermic cu aria marcată pentru lucrul termodinamic efectuat asupra gazului la dilatarea aerului de la 55 ml până la 60 ml;

Caracteristici Grafice: $P(V)$=b+a/V , cu valorile constantelor a și b numeric definite: Crearea depresiunii la dilatarea gazului de la 55 ml la 60 ml:

$P(V)$=	MSE=	RMSE=
$A_{55\text{-}60}$=		
Q=		
S=		

Cantitatea de căldura (Q=A) schimbată cu exteriorul la dilatarea volumului de la 55 ml până la 60 ml prin transformarea reversibilă izotermă a aerului cu 5 ml din seringă de la condiții normale *Entropia (S=Q/T)

5. Graficul $P(V)$ pentru procesul izotermic cu aria marcată pentru lucrul lucrul termodinamic efectuat asupra gazului la comprimarea aerului de la 55 ml până la 20 ml;

Caracteristici Grafice: $P(V)$=b+a/V , cu valorile constantelor a și b numeric definite: Mărirea presiunii prin comprimarea gazului de la 55 ml la 20 ml:

$P(V)$=	MSE=	RMSE=
$A_{55\text{-}20}$=		
Q=		
S=		

Cantitatea de căldura (Q=A) schimbată cu exteriorul la dilatarea volumului de la 55 ml până la 60 ml prin transformarea reversibilă izotermă a aerului cu 5 ml din seringă de la condiții normale

*Entropia (S=Q/T)

6) Determinarea numărului de moli ν din seringă pentru aerul investigat folosind valoarea constantei experimentale a din legea experimentală: $P(V)$=b+a/V, prin comparație cu ecuația de stare P= νRT/V.

$$v = \frac{a}{\mathrm{R}T} =$$

7) Concentrația aerului din laborator (n). La volumul aerului din seringa (V_o=55 ml) în condițiile din laborator pentru care sa măsurat presiunea și temperatura și pentru care din ppc anterior cunoaștem cantitatea de substanță v, pentru concentrația aerului avem:

$$n = \frac{N}{V_o} = \frac{v \cdot N_A}{V_o} = \frac{aN_A}{V_o RT} = \frac{a}{V_o k_B T}$$

Respectiv

$$\text{a) } \boldsymbol{n} = \frac{v \cdot N_A}{V_o} =$$

sau

$$\text{*b) } n = \frac{aN_A}{V_o RT} =$$

sau

$$\text{**c) } n = \frac{a}{V_o k_B T}$$

8) Una din problemele inverse ar fi determinarea Constantei lui Boltzman (k_B) atunci când determinăm concentrația gazului prin formula a) și respectiv din relația $P = nk_BT$, avem:

$$k_B = \frac{P_o}{nT} = \frac{P_o V_o R}{aN_A}$$

respectiv

$$\text{a) } \boldsymbol{k_B} = \frac{\boldsymbol{P_o}}{\boldsymbol{nT}} =$$

sau

$$\text{b) } k_B = \frac{P_o V_o R}{aN_A} =$$

9) Masa aerului din seringă investigat experimental (m):

$$v = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}; \quad m = vM = \frac{aM}{RT} \qquad m = \frac{aM}{RT} =$$

Concluzii

1. Cu ajutorul senzorilor wireles de presiune PS-3203 și de temperatură PS-3222 poate fi verificată experimental ecuația de stare a gazului ideal.

2. Implementarea senzorilor digitali în activitățile școlare de laborator oferă posibilitatea Investigării gazului real după modelul ecuației de stare a gazului ideal și determinare numărului de moli și respectiv constanta universală a gazelor
3. Folosind opțiunea de introducere manuală a datelor în Softul SPARKvue ușor putem verifica legi prin afișare grafică cu determinarea caracteristicilor statistice pentru datele experimentale și respectiv determinarea coeficienților relevanți din grafic.

Bibliografie

1. Sourse: https://didactvega.md/tema-nr-1/
2. Sourse: www.didactvega.md EVTODIEV Igor Autor/: Dr. hab, Prof. univ, grad didactic superior în Fizică, COVID 19 – ÎNVĂȚĂM ACASĂ! Didact Vega, S.R.L. (ievtodiev@yahoo.com)

CZU: 37.016:51+53

INTERDISCIPLINARITAREA - TRANSFER DE CONCEPTE ȘI IDEI

Raisa GRATII, profesor de fizică, grad didactic unu
https://orcid.org/0000-0003-2282-2008
Carolina PARFENE, profesor de matematică, grad didactic superior
https://orcid.org/0000-0002-4280-7705
Instituția Publică Liceul Teoretic „Ginta Latină”, mun. Chișinău

Rezumat. Profesorii întotdeauna au făcut conexiuni interdisciplinare în predare- învățare- evaluare. Elementul de noutate este integrarea activ-participativă a elevului în procesul didactic, urmărind atingerea tuturor obiectivelor ariilor cu scopul realizării finalităților educaționale. Interdisciplinaritatea este orientată spre a ști, a ști să faci, a ști să fii și a ști să devii, formând la elevi competențe intelectuale, metodologice, de comunicare științifică și comportamentală.
Cuvinte cheie: interdisciplinaritate, conexiuni, conținuturi interdisciplinare, instrumente matematice.

INTERDISCIPLINARITY - TRANSFER OF CONCEPTS AND IDEAS

Abstract. Teachers have always made interdisciplinary connections in teaching-learning-evaluation. The novelty element is the active-participative integration of the student in the didactic process with the aim of achieving the educational goals.Interdisciplinarity is oriented towards knowing, knowing how to do, knowing how to be and knowing how to become, forming intellectual, methodological, scientific and behavioral communication skills in students.
Keywords: interdisciplinarity, connection, interdisciplinary contents, mathematical tools.

“Toate științele sunt atât de interconectate între ele,
încât e mai ușor să le studiezi pe toate împreună,
decât separate una de alta”
(Rene Decartes)

Stimularea creativității în sistemul educațional este posibilă prin promovarea interdisciplinarității. Profesorii trebuie să depășească granițele disciplinelor predate, astfel încât să transmită elevilor o imagine globală a unei teme. Accentul în învățare trebuie să cadă pe cooperare, gândire logică și critică, selecția informațiilor, realizându-se pe baza principiului interdisciplinarității. Evoluția științei și a vieții economico-sociale a adus în primplan interdisciplinaritatea ca soluție la provocările lumii actuale. Dezvoltarea sistemului de învățământ este necesar pentru a putea pregăti tinerii de azi pentru viața de mâine. Interdisciplinaritatea și transdisciplinaritatea sunt răspunsuri la problemele globalizării și ale interdependențelor lumii contemporane, la specializarea excesivă a științelor, provocată de progresul cunoașterii umane. Un învățământ interdisciplinar poate conferi elevilor posibilități de a dobândi sau a privi în ansamblu asupra vieții și universului, de a asimila mai temeinic valorile fundamentale și de a distinge mai ușor scopurile de mijloace. Fizica se bazează pe o cunoaștere a realității. În cadrul orelor de fizică sunt vizate activități care dezvoltă spiritul de investigație, de cercetare, de analiză și de identificare a informațiilor noi. De asemenea, nu putem rezolva problema cu ușurință, așa cum se întâmplă deseori și în viața reală. Dacă ne

referim la dezvoltarea durabilă, acest lucru se poate înțelege și aplica dacă avem cunoștințe de fizică. Argumentarea logică bazată pe dovezi, pe informații noi din surse credibile, îi va ajuta pe elevi în multe situații noi din viața reală.Chimia, fizică, biologia oferă spre cunoaștere un volum de informații care întrece cu mult capacitatea de asimilare a informației. Din această cauză sistematizarea cunoștințelor, coordonarea procesului instructiv între cât mai multe discipline au dus la structurarea interdisciplinară, ca un factor de optimizare a procesului de instruire. Abordând astfel predarea, elevul va înțelege că fiecare știință are zonă de interferență, constituind zone deschise. Folosirea activității interdisciplinare stimulează inițiativa proprie a elevilor, antrenându-i într-o activitate de cercetare adevărată la nivelul lui de pregătire, sporind eficiența formativă a lecțiilor de fizică, chimie, matematică. Astfel se formează atitudinea de explorare, căutare, investigare. În multe situații, investigația științifică se realizează în cadrul unor colective de cercetare sau, dacă ne referim la ora de fizică, pe grupe de elevi. Și în societate trebuie să știm să lucrăm în echipă, să ne asumăm roluri, să respectăm munca celorlalți și să acceptăm regulile de stabilitate la început de drum care presupun o abordare interdisciplinară.

Interdisciplinaritatea fizică-matematică

Fizica este strâns legată de matematică. Ea este una dintre cele mai mari utilizatoare de instrumente matematice. Legătura dintre fizică și matematică se realizează pe tot studiul fizicii, începând de la diferite transformări. Prin urmare, conținutul și metodele de predare a le fizicii depind direct de nivelul de pregătire matematică a elevilor. Profesorul de fizică trebuie să se familiarizeze cu conținutul cursului de matematică școlară pentru a asigura în cadrul orelor un "limbaj matematic" general.

Astfel, în ajutor am creat un tabel în care am identificat punctele de tangență ale temei la fizică cu instrumentele matematice necesare la rezolvarea problemelor.

Tabelul 1. Tabel identificarea tangenței dintre fizică și matematică

Clasa	Fizica. Tema.	Conținuturi matematice
VI	Multipli și submultipli mărimilor fizice. Transformări în SI. Unități de lungime. Unități de arie. Unități de volum. Calcularea ariei și volumului corpurilor.	Puterile. Unități de măsură pentru lungime. Transformări. Perimetrul. Calcularea ariei pătratului.
VII	Mișcare rectilinie uniformă. Reprezentarea grafică a mișcării.	Proporții. Axa numerică. Ecuații raționale.
IX	Optica geometrică. Rezolvarea problemelor la tema:" Legea reflexiei și legea refracției luminii".	Unghiuri. Unghiuri formate de două drepte paralele intersectate de o secantă.
VIII	Calculul cantității de căldură necesară pentru încălzirea sau răcirea unui corp. Curentul electric. Legile curentului electric.	Proporționalitate directă, proporționalitate inversă. Graficul funcției.

X	Energia cinetică a corpului. Mișcarea uniform accelerată. Căderea liberă a corpurilor.	Funcția $y = kx^2$, proprietățile și graficul acesteia. Ecuația de gradul II. Calcularea și estimarea rădăcinilor pătrate.

În procesul activității am înregistrat creșterea interesului cognitiv al elevilor pentru conținuturi interdisciplinare.

În continuare, propun câteva probleme rezolvate în cadrul orelor de matematică, cu conținut fizic, valorificând conexiunea între matematică și fizică. Această abordare duce la conștientizarea de către elevi a faptului că formulele și ecuațiile matematice au o întruchipare reală în procesele fizice.

1. **Subiectul lecției „Graficul funcției" cl.a VII-a → „Reprezentarea grafică a mișcării"**

Problemă. Viteza cu care se mișcă un biciclist este de 6 m/s.

a) Completează tabelul:

t, s	0	1	2	3	4	5
d, m						

b) Construiți graficul funcției definite prin tabelul de valori.

2. **Subiectul lecției „Inecuații de gradul doi" cl.a IX-a → „Reprezentarea grafică a mișcării"**

Problemă. Înălțimea deasupra solului a unei mingi aruncate în sus se modifică conform legii $h(t) = 1,8 + 7t – 5t^2$, unde h – înălțimea în metri, t – timpul în secunde. Cât timp se va afla mingea la o înălțime nu mai puțin de 3m?

3. **Subiectul lecției „Proporții. Proprietatea fundamentală a proporției" cl.a VI-a → „Reprezentarea grafică a mișcării. Mișcarea rectilinie uniformă"**

Problemă. Un șoricel fuge de un motan cu viteza de 1m/s.Viteza motanului este de 3 ori mai mare. În cât timp motanul ajunge șoricelul, dacă distanța dintre ei era de 4 m? [6,pag.38]

4. **Subiectul lecției „Teorema lui Pitagora" cl.a VIII-a → „Descrierea mișcării mecanice"**

Problemă. Un avion părăsește aeroportul și zboară spre nord cu o viteză de 1600 km/h.În același timp, din același aeroport decolează un alt avion și zboară spre vest cu viteza de 1200 km/h.La ce distanță se vor afla avioanele unul față de celălalt peste 1,5 h? Analizând modelul matematic al acestei probleme, elevii formulează sarcina: de determinat, în triunghiul dreptunghic format, ipotenuza după catete, lungimile cărora le calculăm utilizând formula distanței ($d = v \cdot t$)

5. **Subiectul lecției "Rezolvarea inecuațiilor trigonometrice" cl.a X-a → "Lucrul mecanic"**

Problemă. Un tractor trage o sanie cu bârne cu o forță F = 60kN, sub un unghi α, față de orizontală. Lucrul tractorului exprimat în kJ, pe o distanță d= 50m este egal cu $L= Fd\cos \alpha$.

Care este valoarea maximă a unghiului α (în grade) pentru care lucrul nu este mai mic decât 1500 kJ?

6. **Subiectul lecției „Derivata. Sensul fizic al derivatei" cl.a XI-a → „Descrierea mișcării mecanice"**

Problemă. Viteza unui camion cu masa de 6t crește conform legii $v(t) = 0,1t^3 + 0,3t$. Determinați rezultanta forțelor ce acționează asupra lui în momentul de timp t = 3s.

Interdisciplinaritatea biologie- fizică

Voi enumera câteva exemple:

- ✓ Peștii au pielea acoperită cu mucus. De ce forța de frecare a apei în timpul mișcării lor este foarte mica ?("Forța. Tipuri de forță");
- ✓ în timpul înotului peștele împinge apă în urmă, astfel deplasându-se înainte. De ce? ("Legea a treia a lui Newton");
- ✓ peștii marini foarte mici se mișcă în grupuri, astfel forța de rezistență a mediului de trai devine mică în timpul deplasării. Cum explicați acest fenomen? (" Hidrodinamica – Legea lui Bernoulli");
- ✓ mușchii, oasele și articulațiile formează trei sisteme de pârghii. Explicați acțiunea forțelor la ridicarea unei greutăți. ("Mecanisme simple") ;
- ✓ cum influențează lumina asupra fotosintezei? ("Optica");
- ✓ ventilația pulmonară se realizează datorită diferenței de presiune a aerului atmosferic și cel pulmonar. Explicați fenomenul dat. (" Presiunea atmosferică");
- ✓ ochiul are structura asemănătoare cu cea a aparatului de fotografiat. Găsiți asemănările dintre aceste două instrumente.("Ochiul- sistem optic natural. Instrumente optice");
- ✓ termoliza este rezultatul unor procese fizice, majoritatea, la nivelul pielii. Numiți procesele care au loc. ("Fenomene termice. Transformarea stărilor de agregare a substanței").

Interdisciplinaritatea fizică-chimie

Cunoștințele dobândite la fizică în clasa a VI-a modulul „Fenomene electrice și magnetice", tema „Modelul planetar al atomului", fac mai ușoară integrarea unei noi materii cum este chimia care se începe a studia în clasa a VII-a. La acest moment elevii cunosc noțiunile de fenomene fizice, de structură a atomului, despre stările de agregare și despre proprietățile fizice ale corpurilor, ceea ce facilitează introducerea unor noi termeni: proprietăți chimice, fiziologice, fenomene chimice. Apoi în clasa a-VIII-a la modulul „Fenomene electrice" elevii studiază la fizică curentul electric, elemente de circuit, montarea unui circuit electric, care sunt cunoștințe de bază necesare în clasa a IX-a la chimie pentru studierea „Disocieri electrolitice". Mai apoi cunoștințele acumulate la chimie devin fundament pentru studierea temei „Curentului electric în electroliți"(clasa a XI-a)

La studierea Fizicii Moleculare deja cunosc noțiunea de cantitate de substanță, de masă molară, de mol de, a numărul lui Avogadro, au abilități de lucru cu sistemul periodic, ceea ce facilitează explicarea noțiunilor teoretice și rezolvarea situațiilor de problemă.

Concluzii

Așadar în abordarea interdisciplinară încep să fie ignorate limitele stricte ale disciplinelor, căutându-se teme comune la diferite materii de studiu, care pot duce la realizarea obiectivelor de învățare de grad mai înalt, a competențelor , considerate importante pentru succesul în societatea contemporană.Predarea interdisciplinară permite aplicarea cunoștințelor și abilităților în domenii variate, iar cunoștințele obținute la toate disciplinele școlare pot usor fi integrate în crearea proiectelor de tip STEM/STEAM.

Bibliografie

1. CIOLAN, Lucian. Învățarea integrată, fundamente pentru un curriculum transdisciplinar. București: Editura Polirom, 2008.
2. IONESCU, Miron; RADU, Ioan. *Didactica Moderna*. Cluj- Napoca: Editura Dacia, 2004.
3. NICOLESCU, Basarab. *Transdisciplinaritate – Manifest*. Iasi: Editura Polirom, 2000.
4. Sourse. https://edict.ro/interdisciplinaritatea-baza-unui-invatamant-contemporan-de-calitate/
5. Ministerul Educaţiei, Culturii şi Cercetării al Republicii Moldova. Matematică. Clasele a V-a- a IX-a. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău: Lyceum, 2020. 180 p.
6. Ministerul Educaţiei, Culturii şi Cercetării al Republicii Moldova. Matematică. Clasele a X-a –a XII-a. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău: Lyceum, 2020. 192 p.
7. MARINCIUC, Mihai ș.a. Fizica. Culegere de probleme pentru clasa a VI-a-a VII-a. Știința, 2016.

CZU: 537

ANALIZĂ SPECTRALĂ A SURSELOR DE LUMINĂ CU SPECTROMETRUL DIGITAL PS-2600

Ivan HOROZOV, O.P. „Video Acces”, liceul „Svetoci”, mun. Chișinău
Igor POSTOLACHI, dr., conf. univ., catedra fizică teoretică și experimentală
https://orcid.org/0000-0002-1752-5386

Rezumat. În această lucrare este realizată cercetarea și analiza spectrală a diferitor surse de lumină cu utilizarea spectrometrului digital PASCO2600.
Cuvinte cheie: analiză spectrală, spectromentru PASCO-2600, LED.

SPECTRAL ANALYSIS OF LIGHT SOURCES WITH THE SPECTROMETER (VIS) • PS-2600

Abstract. In this paper, research and spectral analysis of different light sources is carried out using the PASCO2600 digital spectrometer.
Keywords: spectral analysis, PASCO-2600 spectrometer, LED.

1. Спектральная классификация источников света

Основной характеристикой любого источника света является его спектр излучения. Большинство людей проводят свой день в условиях искусственного освещения. При этом в течение дня человек может испытывать как всплески активности, так и усталость. Это происходит потому, что наши биологические часы и свет неразрывно связаны.

Некачественный свет негативно воздействует на зрительный аппарат, и вызывает переутомление, дискомфорт и снижает работоспособность.

Свет воздействует на наши биоритмы. Известно, что при естественном освещении активность человека выше, чем при искусственном свете. В солнечную погоду люди имеют более высокую работоспособность, чем в пасмурный день. Зимой, когда день короче, мы менее продуктивны, чем летом.

В 2001-2002 гг. ученые из Филадельфийского университета имени Томаса Джефферсона (США) – проф. G.C. Brainard и K. Thapan опубликовали результаты своих исследований, позволившие определить c (λ) – специальную функцию спектральной чувствительности новых фоторецепторов глаза (дополнительно к палочкам и колбочкам). Эти рецепторы, не влияющие на процесс зрения, наиболее чувствительны (актиничны) к голубым излучениям в диапазоне длин волн λ = 410 - 460 нм. Причем максимальная актиничность была зафиксирована для λ = 460 нм.

Новый тип светочувствительных клеток сетчатки, который был открыт в начале 2000 годов, ответственен за регуляцию суточной ритмики жизнедеятельности организма человека. Т.е. ***(λ)*** – является спектральной кривой процесса подавления выброса **мелатонина** – «гормона усталости».

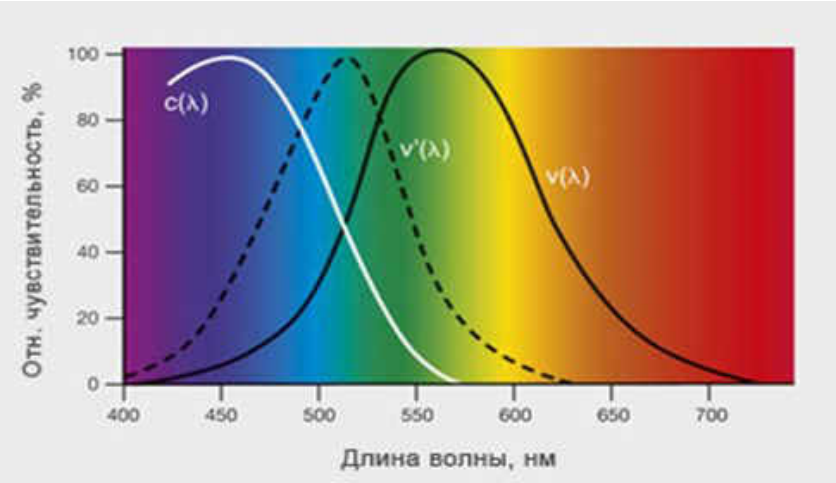


Рисунок 1. Кривые относительной световой чувствительности глаза человека: V(λ)– для дневного зрения, V′ (λ) – для ночного зрения; с (λ) - кривая спектральной эффективности циркадного действия – процесса подавления выброса мелатонина [1]

Для определения характеристик спектрального испускания искусственного освещения был взят аппарат производства фирмы PASCO 2600. Время сканирования мало, что позволяет учащимся собирать спектры поглощения в видимом спектре менее чем за секунду.

2. Беспроводной спектрометр PASCO

Беспроводной спектрометр PASCO предназначен для экспериментов в спектроскопии. Данный прибор подключается через Bluetooth или USB к планшету или компьютеру и одновременно позволяет регистрировать спектр излучения, данные об интенсивности, поглощении и пропускании излучения.

Излучение от источника света проходит через кювету с раствором и дифракционную решётку, далее собирается на ПЗС-матрице для дальнейшего анализа. Обработка данных происходит в программном обеспечении PASCO Spectrometry Software [2].

Рисунок 2. Спектрометр фирмы PASCO 2600

3. Спектр испускания лампы накаливания

Основным элементом лампы накаливания это вольфрамовая нить, которая нагревается при протекании через него электрического тока. При нагреве вольфрамовой нити около 2000 К начинает излучать видимый свет. Тепло, которое генерируется в нитью, посредством излучения переносится в окружающую среду, конвекции и теплопроводности.

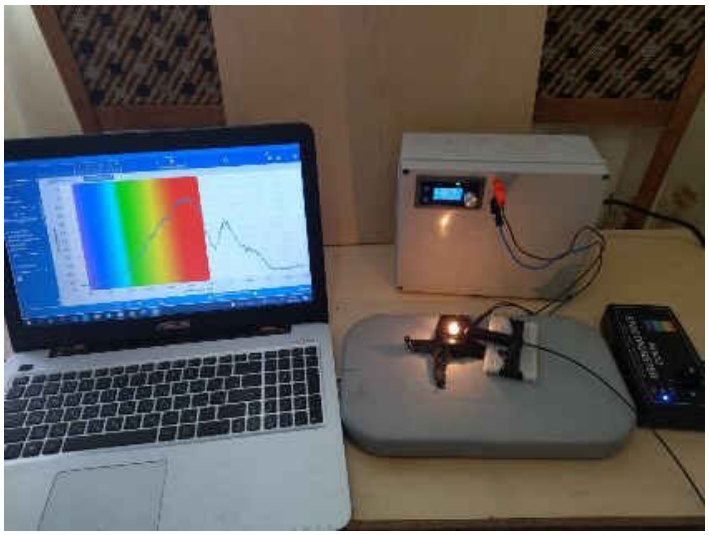


Рисунок 3. Экспериментальная установка для снятие спектра излучения лампы накаливания

Как видно из рис.3. в спектре испускания лампы накаливания присутствует большая доля красного света, и инфракрасного излучения. Эмиссия "уходит" даже в инфракрасную часть электромагнитного спектра, это приводит к потере энергии и снижению общей эффективности лампы.

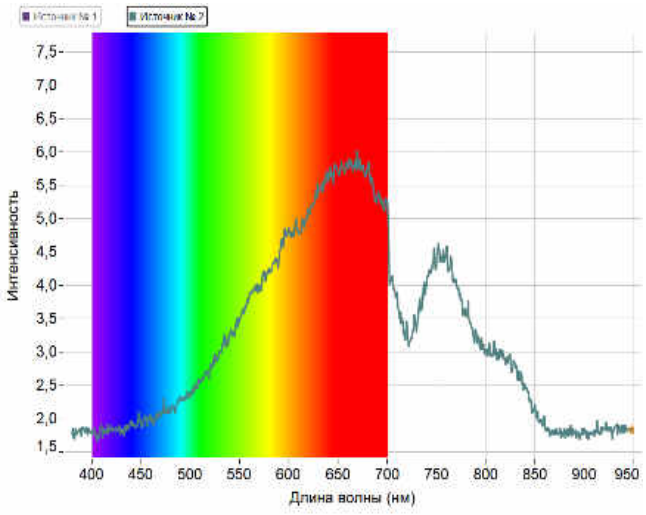


Рисунок 4. Спектр испускания в видимом диапазоне для типовой лампы накаливания при различном питании. U=5В, I=183mA

Лампы накаливания излучают очень тёплые тона (цветовая температура около 2600-2700К) и имеют высочайший уровень передачи цвета (R_a=100). У нее низкая световая отдача, преобладание в спектре излучений желто-красной части спектра, большая зависимости характеристик ламп накаливания от подводимого напряжения (так как с повышением напряжения возрастает температура нити накала, и , как следствие, свет становиться белее, быстро возрастает световой поток и несколько медленнее световая отдача, резко уменьшается срок службы).

Световая отдача ламп накаливания составляет около 10-15 Лм/Вт. Преобразования энергии расходуется в большей степени на получение тепла, нежели на выработку света. Ресурс работы у данных источников света также невелик – около 1000 часов.

4. Спектр испускания галогеновой лампы

Галогенная лампа — это лампа накаливания, выполненная в виде кварцевой колбы, наполненной инертным газом с добавкой галогенов или их соединений, обеспечивающих замедленное испарение тела накаливания. Первые галогенные лампы появились в 1959 году в США.

Как видно из рис.4, спектр галогеновых ламп сильно уходит в инфракрасный спектр (тепло), что подтверждается и практикой — галогенные лампы очень сильно нагреваются и тратят много полезной энергии именно на выделение тепла, а не на освещение.

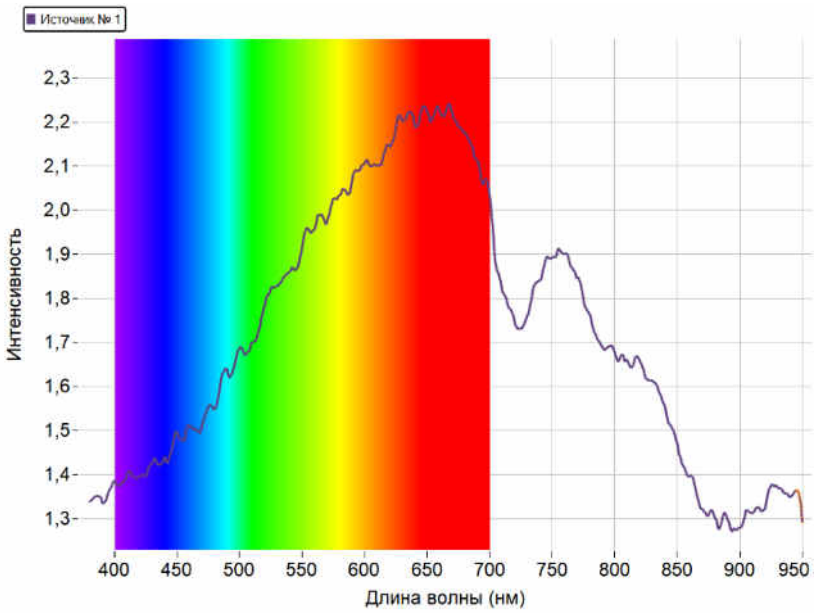


Рисунок 5. Спектр испускания галогеновой лампы

Спектр определяет и световую температуру, которая варьируется от 3500 К для галогеновых (самый желтый или теплый свет) до 5000 К.

Галогеновые лампы являются типом ламп, которые основаны на эффекте свечения спирали в газовой среде. Для их изготовления используются специальные сорта кварцевого стекла, которые обеспечивают многократное отражение светотеплового излучения внутрь колбы. Световая отдача таких ламп держится на уровне 30 Лм/Вт. Цветовая температура колеблется от 3000 К для подавляющего числа типовых моделей и до 4200 К для лампочек дневного света. У галогеновых ламп угол рассеяния без отражателей невелик, потому они чаще применяются для фокусировки света на отдельных объектах. Срок службы превышает аналогичный показатель предыдущего типа в 2-4 раза, то есть составляет около 2000-4000 часов.

5. Спектр испускания люминесцентной лампы

Люминесцентная лампа состоит из длинной стеклянной трубки, внутри которой содержится смесь ртути низкого давления и благородного газа типа аргона. Внутри этой трубки образуется неравновесный разряд (плазма). Это означает, что температура электронов отличается от температуры окружающей газовой смеси. Температура электронов может быть порядка 20 000 К, но температура газа около 300К. Поскольку плазма не находится в равновесии, ударные электронные реакции изменяют химический состав газовой смеси в соответствии с процессами столкновений. Эти столкновения могут приводить к появлению электронно возбужденных нейтральных частиц, которые впоследствии могут вызвать спонтанное излучение фотонов на определенных длинах волн.

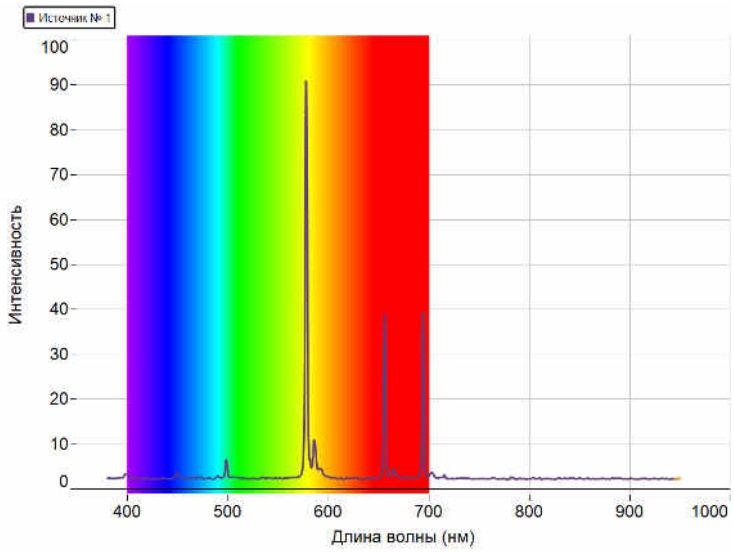


Рисунок 6. Спектр испускания лампы низкого давления, заполненной гелием

На рис.5, мы наблюдаем следующее: квантование происходит либо за счет прямого излучения плазмы, либо за счет люминофоров, но для человеческого глаза излучаемый свет кажется белым.

В зависимости от класса, такие лампы обеспечивают либо среднюю цветопередачу R_a=80 при световой отдаче до 104 Лм/Вт, либо же R_a=90-98 при светоотдаче около 88 Лм/Вт.

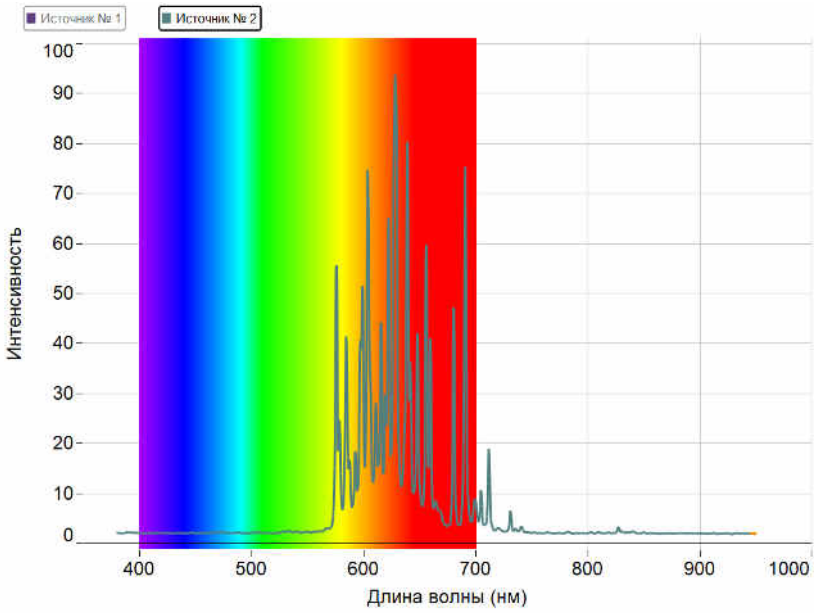


Рисунок 7. Спектра испускания лампы низкого давления, заполненной неоном

Особенностью люминесцентных ламп является необходимость использования пускорегулировочных устройств. Тем не менее, их сильной стороной является долговечность – в офисах такие лампы могут успешно работать свыше 20 тыс. часов.

Также очень значительный минус флуоресцентных ламп — это то, что они часто вызывают проблемы у людей, страдающих расстройством зрения, называемым синдромом Ирлен. Кроме того, люди часто жалуются на головные боли и мигрени при длительном воздействии флуоресцентных ламп.

6. Спектр испускания светодиодных ламп

Светодиоды (LED) инициировали революцию в светотехнической индустрии: зачастую их считают гораздо более эффективными с точки зрения светоотдачи и более долговечными, чем традиционные лампы на основе технологии накаливания. Светодиодные лампы работают на 10-20% мощности, необходимой для работы лампы накаливания сопоставимой яркости. Также считается, что срок службы более 25 000 часов, что значительно больше 1000 часов для ламп накаливания.

Как говорилось выше принцип работы светодиодов следящее: светодиоды — это полупроводниковые устройства, которые излучают свет, когда электроны зоны проводимости переходят через запрещенную зону в следствие излучательной

рекомбинации с дырками в валентной зоне. В отличие от ламп накаливания светодиоды излучают свет в очень узком диапазоне длин волн.

Первоначально в 1950-х и 1960-х годах были изобретены красные, зеленые и желтые светодиоды. Но именно изобретения синего светодиода привело к созданию новых эффективных источников белого света. Синий свет, излучаемый такими светодиодами, может использоваться для стимулирования более широкого спектра испускания от слоя люминофора вокруг корпуса светодиода или может быть непосредственно скомбинирован с красными и зелеными светодиодами для создания белого света.

Как видно на рис.7, спектры светодиодов с желтым люминофором приближаются к спектру естественного дневного света. В нем больше интенсивность синего света, чем в лампе накаливания, и почти вся мощность испускается в видимом спектре.

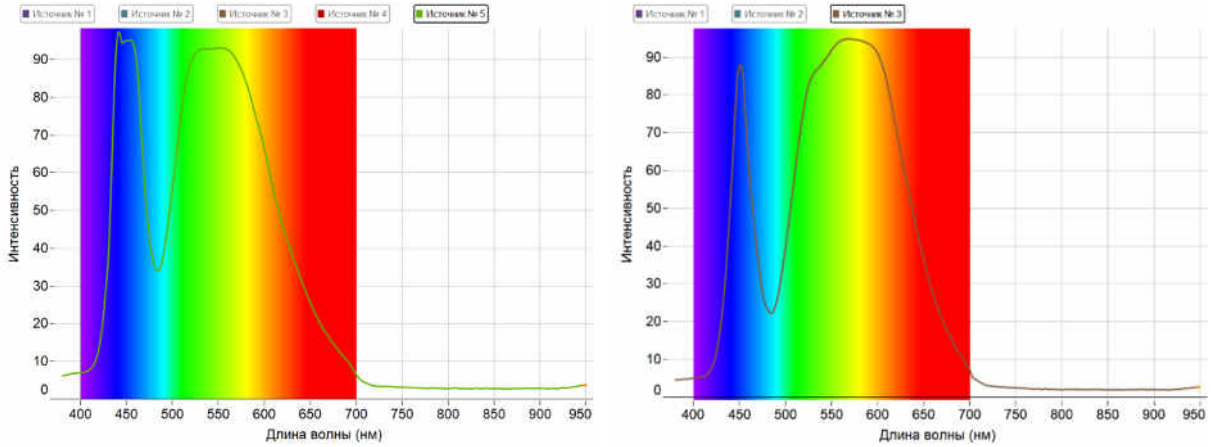


Рисунок 8. Спектры испускания белого светодиода и LED ленты

Для сравнения мы сняли спектры испускания светодиодов различного цвета.

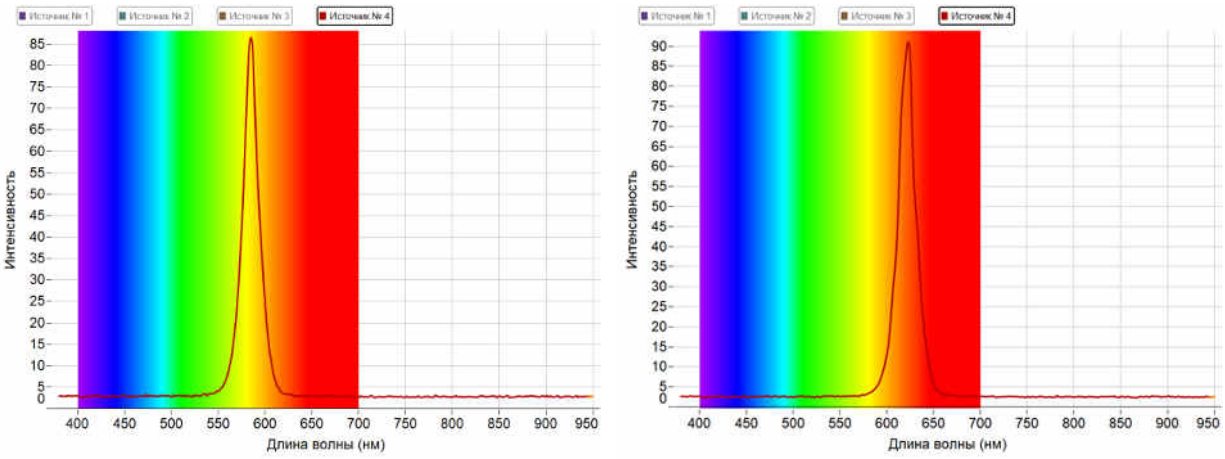


Рисунок 9. Спектры испускания желтого и красного светодиода

Индекс цветопередачи таких источников освещения колеблется от 60 R_a (самые бюджетные экземпляры) до 95 R_a (наиболее качественные источники света от ведущих производителей). Светодиодная лампа нейтрального света мощностью 10 Вт излучает световой поток примерно в 900-950 лм. Значит, её светоотдача будет равна 90-95 лм/Вт. Это примерно в 7,5 раз больше, чем у аналога со спиралью в 75 Вт с таким же световым потоком. Величина светового потока также зависит от цветовой температуры. В случае со светодиодами принято указывать световой поток для нейтрального света (4500°K).

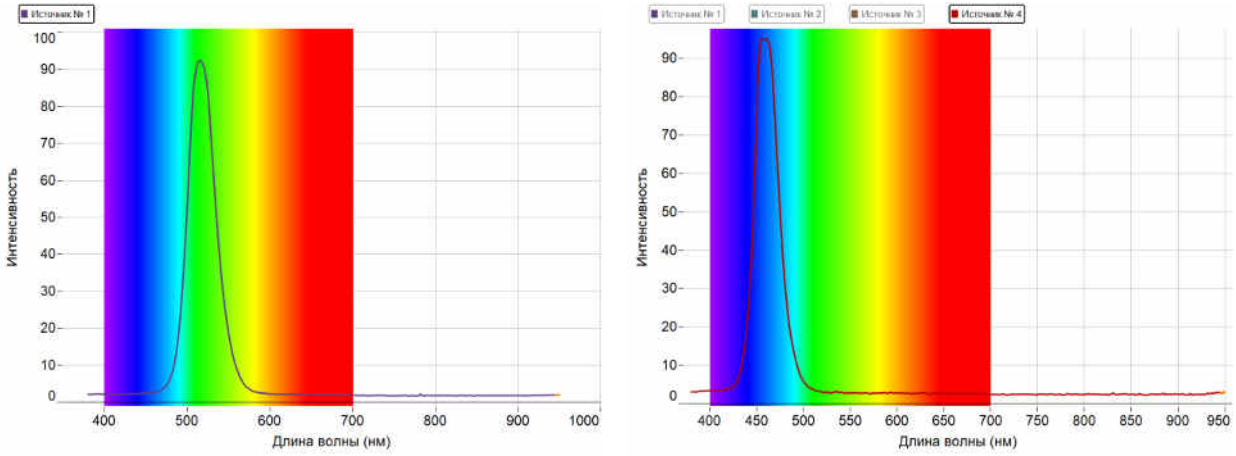


Рисунок 10. Спектры испускания зеленого и синего светодиода

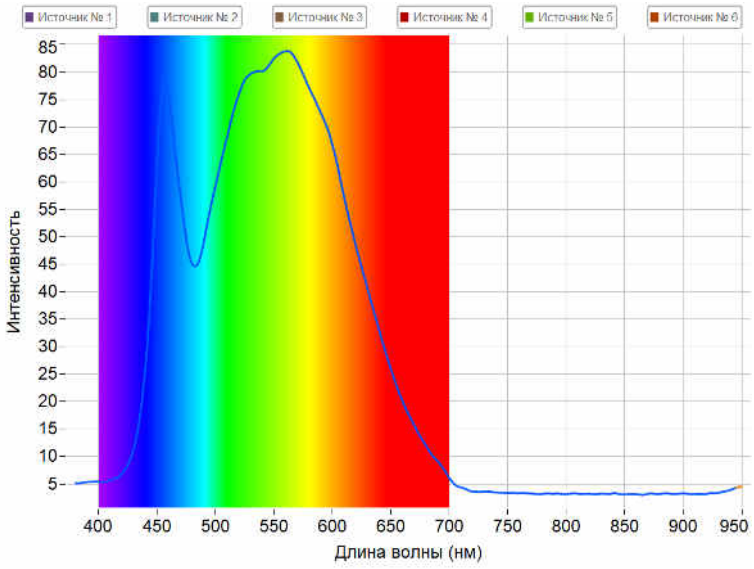


Рисунок 11. Спектр спускания LED ламы

Чем выше цветовая температура, тем больше световой поток и наоборот. Разница в светоотдаче между однотипными светодиодными лампами теплого (2700°K) и холодного (5300°K) свечения может достигать 20%.

Рисунок 12. Виды цветовых температур белого цвета

Сравнение спектров излучения различных источников света

При сравнении спектры испускания всех лам мы видим, что ни одна из ламп точно не воспроизводит естественный дневной свет, также видно, что светодиодная лампа является лучшим из возможных приближений. Спектр ограничен видимым диапазоном, что делает устройство очень эффективным.

На основе построенных спектров испускания для различных источников света, мы можем сделать вывод, что сочетание светодиодных ламп наиболее точно воспроизводят естественный дневной свет.

С другой стороны, зная величины $\mathbf{a_{cv}}$ - коэффициента **циркадной эффективности-биологического действия излучения** лампы, проектировщик может целенаправленно совмещать различные источники света и так управлять осветительной установкой, чтобы создать в помещении биологически действенную концепцию освещения, которая была бы ориентирована на динамику естественного (дневного) света. Например, люминесцентные лампы с цветовой температурой $T_ц$ = 8000 К имеют в своем спектре повышенную долю голубого излучения и по биологическому действию близки к дневному свету ($a_{cv} \approx 1.0$). В так называемых световых потолках такие лампы могут быть скомбинированы с лампами тепло-белого света ($T_ц$=3000 К, a_{cv} = 0,3) и с лампами холодного белого света ($T_ц$ = 6500 К, a_{cv} = 0,9). Тогда, при соответствующей системе управления освещением открывается возможность варьировать цветовой оттенок света – $T_ц$ в широких пределах: от тепло-белого до дневного и обеспечить биологическое воздействие.

При сравнимых уровнях освещенности люминесцентные и светодиодные лампы холодного дневного света также энергоэффективны, как и обычные лампы нейтрально-белого света, но их биологическая активность по меньшей мере в 2 раза больше. Такие лампы с увеличенной голубой компонентой повышают концентрацию внимания, действуют на организм активирующе и могут стабилизировать его внутренние часы.

В вечерние часы, напротив, желательны теплые оттенки освещения, которые способствуют расслаблению и отдыху. Такой теплый («домашний») свет как бы подготавливает организм к ночи, выброс мелатонина не подавляется, облегчается процесс засыпания.

Выводы

На основе построенных спектров испускания для различных источников света, мы можем сделать вывод, что сочетание светодиодных ламп наиболее точно воспроизводят естественный дневной свет.

Исследование проводилось в рамках проекта „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, 20.80009.0807.20.

Литература

1. https://www.k-to.ru/ru/interesting/svet/detail.php?ID=608 (Дата обращения 12.09.2022).
2. https://www.pasco.com/products/sensors/wireless/ps-2600 (Дата обращения 12.09.2022).

CZU: 37.016:53+004

COMPETENȚA DIGITALĂ-MISIUNE IMPORTANTĂ ÎN ABORDAREA INTERDISCIPLINARĂ STEAM

Irina IFTODI, profesor de fizică, grad. I
https://orcid.org/0000-0001-6323-8460
L.T. „Mihai Eminescu”, or. Leova

Rezumat. În lucrare sunt descrise căile de formare și dezvoltare a competenței digitale pentru elevii la lecțiile de fizică. Elevii inovativi utilizează instrumente TIC specifice vârstei: de la instrumente simple, cum ar fi Ozobot Bit 2.0 la instrumente de dezvoltare de aplicații informatice, regăsite în setul Arduino sau roboții LEGO MIHDSTORMS EV3.
Cuvinte cheie: competență digitală, TIC, Ozobot, Arduino.

DIGITAL COMPETENCE - IMPORTANT MISSION IN THE STEAM INTERDISCIPLINARY APPROACH

Abstract. The paper describes the ways of training and developing digital competence for students in physics lessons. Innovative students use age-specific ICT tools: from simple tools such as the Ozobot Bit 2.0 to computer application development tools found in the Arduino kit or LEGO MIHDSTORMS EV3 robots.
Keywords: digital competence, ICT, Ozobot, Arduino.

Moto: „Analfabetul secolului XXI nu va fi acela care nu poate citi şi scrie, ci acela care nu poate învăţa, care nu poate să uite ceea ce a învăţat în mod voit şi care nu poate reânvăţa."
Alvin Toffler, futurolog American

În ultimii ani s-au făcut numeroase schimbări în învăţământul pre-universitar. Esenţa acestei schimbări stă în faptul că există continua tendinţă de a se muta accentul de la transmiterea de informaţii către formarea de competenţe. Analiştii şi experţii în domeniu consideră că educaţiei îi revin două mari funcţii:

- de a produce competenţe necesare dezvoltării societăţii în întregul său;
- de a identifica şi cultiva abilităţile individuale pentru ca fiecare persoană „să-şi maximizeze potenţialul”, cum spunea Aristotel.

Figura 1. Activități în cadrul procesului educațional din sec XX!

Deşi iniţial cele două funcţii erau legate, cu timpul s-a produs o distanţare tot mai mare între ele, transformându-se în două paradigme educaţionale. Prima paradigmă, centrată pe transmiterea de informaţii, determină profesorii să se concentreze pe elevii foarte buni, celorlalţi acordându-li-se mai puţină atenţie. Această abordare are drept consecinţă practică generarea unei largi mase de indivizi mediocri. Cea de-a doua paradigmă urmăreşte dezvoltarea maximală a potenţialului fiecărui elev în parte, dar nu neapărat cu scopul de a satisface nevoile imediate de forţă de muncă ale societăţii. Şcoala vizează, în primul rând, dezvoltarea unor abilităţi generale pe baza cărora vor putea fi dezvoltate mai târziu competenţe speciale atât în învăţământul liceal vocaţional şi în cel universitar.

Competențele sunt de 4 mari tipuri, după cum urmează:

- abilităţi ce ţin de învăţare, analiză şi adaptabilitate;
- creativitatea, capacitatea de inovaţie şi abilităţile antreprenoriale;
- abilităţile ce ţin de activităţile desfăşurate la locul de muncă;
- abilităţile interpersonale (capacitatea de comunicare, abilităţile ce ţin de lucrul în echipă etc.).

Deşi în multe ţări se pune accentul pe primele două tipuri, există tendinţa să se ţină tot mai mult cont şi de celelalte două. Dezvoltarea ultimelor două tipuri de competențe susţine, sprijină şi optimizează funcţionarea diferitelor structuri sociale din care facem parte. Formarea, cu precădere, a ultimului tip de abilităţi depinde foarte mult de valorile şi atitudinile transmise elevilor. Societatea s-a schimbat profund în ultimele decenii. Apariţia tehnologiei informaţiei a generat modificări profunde atât în economie, cât şi în societate. În primul rând, s-au schimbat structura organizaţională şi practicile din zona economică. Prin urmare, au început să fie căutaţi angajaţi care să aibă alte tipuri de abilităţi. În economia actuală, globalizată şi foarte dinamică, memorarea sau utilizarea de proceduri simple au devenit secundare, fiind tot mai puţine joburi care implică o muncă de rutină.

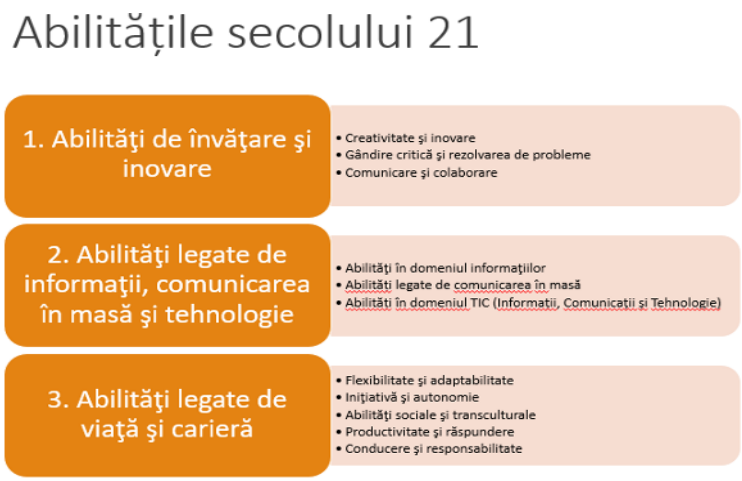


Figura 2. Abilitățile secolului 21

Angajaţii se confruntă acum cu multe situaţii noi, ne-standard, în care trebuie să răspundă rapid şi eficient la probleme complexe, să gestioneze informaţii, să genereze cunoştinţe noi sau

să comunice eficient. A crescut, totodată, şi gradul de dificultate al problemelor cu care ne confruntăm în viaţa personală. Desfășurate pe lag aceste abilități ar fi următoarele:

- Abilități de căutarea unei game largi de informații formulând întrebări;
- Formarea de abilități care se pot aplica pe scară largă;
- O mai bună înțelegere a informațiilor, la toate disciplinele de învățământ;
- Formarea de competențe care permit căutarea de rezolvări la întrebări și probleme în timp care duc la asimilarea temeinică a cunoștințelor;
- Dezvoltarea abilităților utile de rezolvare a problemelor;
- Formarea la elevi a abilităților de a formula observații, de a colecta, analiza și sintetiza informații și de atrage concluzii;
- Elaborarea unor strategii de învățare care pot dura o viață întreagă, dezvoltarea gândirii creative;
- Clarificarea conceptului de învățare prin investigare/cercetare, o metodă care vizează învățarea centrată pe elev,în care profesorul este doar facilitator;
- Înțelegerea faptului că învățarea devine mai atractivă atunci când ceva fascinează, elevii văd în ceea ce li se transmite că li se respectă interesele și obiectivele lor personale;
- Focalizarea pe formarea de competențe și mai puțin pe asimilarea informațiilor;
- Învățarea pebază de cercetare/investigare cu implicarea echipamentelor digitale reprezintă succesul în școală, dar și pregătirea pentru învățarea pe tot parcursul vieții;
- Încurajarea elevilor să caute și să facă uz de resursele pe care le întâlnesc și dincolo de sala de clasă;
- Utilizarea noilor tehnologii, care sunt surse bogate de materiale de învățare și pot genera idei și soluții la problemele cu care se confruntă;
- Abordarea bazată pe cercetare/investigare îi ajută pe elevi să se conecteze la știință; ei învață să aplice metoda în diverse domenii de studiu.

Iată câteva dintre problemele cu care se confruntă acum școala și societatea în general:

- ❖ La momentul acesta prea mulți tineri abandonează școala prematur, riscând astfel să devină șomeri și marginalizați social. Nivelul șomajului este în continuă creștere –mai ales în rândul tinerilor. Același risc îi amenință pe mulți dintre adulții slab calificați.
- ❖ Tehnologiile modifică modul de funcționare a societății, fiind astfel necesară utilizarea lor la capacitate maximă.
- ❖ Întreprinderile europene trebuie să devină mai competitive prin talent și inovare.
- ❖ Sistemele de educație și formare a politicilor pentru tineret performante pot contribui la abordarea acestor provocări, oferind cetățenilor aptitudinile necesare pe piața muncii și în economie astfel permițându-le totodată să joace un rol activ în societate și să se realizeze pe plan personal.

- ❖ Reformele în educație, formare și tineret pot consolida realizarea acestor obiective, pe baza unei viziuni partajate între factorii de decizie politică și părțile interesate, a unor dovezi solide și a cooperării între diferite domenii și niveluri.

Aceste argumente ne-au făcut și pe noi, cei din Liceul Teoretic „M. Eminescu" or. Leova să ne implicăm, să facem ca educația din țara noastră să purceadă pe o cale în care toate riscurile enumerate mai sus să-și diminueze efectul.

Pledoarie pentru utilizarea echipamentelor digitale în formarea competenţelor secolului XXI. Nu ştim sigur încotro va evolua lumea, nu ştim de ce fel de profesii va avea nevoie societatea viitoare. Aşa că, ce menire are şcoala? Să formeze oameni pentru meserii despre care încă nu ştim, care să lucreze cu maşini care nu s-au descoperit încă? Cum putem face noi dascălii asta? Răspunsul este cât se poate de simplu: să le formăm doar competenţele necesare secolului XXI şi în rest e doar implicare personală, de fapt e ceea ce ne diferenţiază unii de alţii [1]. Apariţia tehnologiei informaţiei a generat modificări profunde. Astăzi omul modern se confruntă acum cu multe situaţii noi, ne-standard, în care trebuie să răspundă rapid şi eficient la probleme complexe, să gestioneze informaţii, să genereze cunoştinţe noi sau să comunice eficient. Fiecare om are de oferit ceva diferit de alt om. Se pare că metoda investigării / cercetării cu ajutorul echipamentelor digitale este agreată de elevi chiar din acest motiv, pentru că astfel, li se oferă posibilitatea unei abordări personalizate a temelor de studiu. Profesorul este astfel doar facilitatorul, elevul este cel care caută, descoperă, aplică folosind informaţia, se autoevaluează, evaluează şi pe ceilalţi, selectează ceea ce este important pentru el, ia decizia cea mai corectă. Se pare că aceasta este metoda cea mai generoasă în acest sens. Aplicând învăţarea prin cercetare/investigare, reuşim să creăm acele „linkuri" între elevi şi elevi, elevi şi profesorii lor şi implicit elevi şi comunitate; şi să nu uităm faptul că în acest context părintele îşi recapătă rolul de supervizor al devenirii propriilor copii. Această metodă presupune implicarea activă şi interesată a elevului în atingerea obiectivelor propuse pentru o anumită temă, este principala metodă prin care elevii pot să atingă standardele de performanţă cerute de societatea în care trăim, prin care aceştia pot învăţa să fie responsabili, adaptabili, comunicativi, creativi, investigativi, critici în mod constructiv, pozitivi în gândire şi acţiune, colaborativi. Informaţia e la dispoziția tuturor, mijloacele de informare sunt multiple; omul pe care-l formăm trebuie să ştie s-o găsească, s-o selecteze în mod critic, s-o ofere şi altora. Numai astfel, aflat în centrul actului de învăţare, elevul va învăţa să fie responsabil, să respecte şi alte puncte de vedere, să fie creativ, să-şi formeze o gândire critică. Prin metoda investigării/cercetării cu ajutorul echipamentelor digitale se formează elevi inovativi susţinuţi de profesori inovativi. S-ar părea că oamenii inovativi sunt aceia care, indiferent de vârstă, utilizează tehnologia informației și comunicațiilor pentru a studia şi pentru a-și desăvârși potențialul pentru cunoaștere . Elevii inovativi utilizează instrumente TIC specifice vârstei: de la instrumente simple, cum ar fi Ozobot Bit 2.0 la instrumente de dezvoltare de aplicații informatice, regăsite în setul Arduino sau roboții LEGO MIHDSTORMS EV3. Folosirea internetului, a resurselor on-line, a bibliotecilor virtuale, a comunicării on-line, are implicaţii pe care societatea în care

trăim le solicită: stimulează şi dezvoltă potenţialul cognitiv multiplu al elevilor (Teoria Inteligenţelor Multiple, H. Gardner), dezvoltă abilităţile necesare în secolul XXI, contribuie la dezvoltarea abilităţilor de gândire de nivel superior (Taxonomia lui Bloom), orientează procesul de instruire către interesele elevilor (predare centrată pe elev). În acest context, şcoala ajută elevul să treacă dincolo de limitele sălii de clasă. Elevul nu stochează informaţia el o foloseşte, pentru că unui cap bine umplut e de preferat un cap bine format; profesorul stârneşte curiozitatea, deci pune scânteia, care zi de zi, alimentată de vântul schimbării devine flacără vie. Reforma învăţământului din Republica Moldova subliniază importanţa accentului de pe latura informativă a procesului educativ spre cea formativă, atât de deficitară până nu demult. Învăţământul de tip tradiţional se focalizează pe aspectele cognitive ale elevului, urmărind preponderent pregătirea lui secvenţială, pe discipline şcolare. Se ignoră astfel armonizarea laturii cognitive a persoanei cu cea atitudinală şi comportamentală. Într-un astfel de cadru educaţional elevul este tratat ca un „recipient" pentru informaţii şi mai puţin ca o persoană reală, cu individualitate. În acest context şcoala riscă să devină un mediu artificial, rupt de exigenţele şi presiunile vieţii reale. Conservatorismul, depersonalizarea, intelectualismul, autoritarismul şi obedienţa, inegalitatea de şanse, segregarea şcolii de persoană, familie, comunitate şi societate sunt doar câteva dintre tarele învăţământului din Republica Moldova care trebuiesc eliminate în cel mai scurt timp. Învăţământul modern trebuie să aibă ca scop nu doar absolvenţii bine informaţi, ci formarea de persoane cu resurse adaptative la solicitările sociale şi psihologice ale vieţii, cu un sistem axiologic bine conturat.

Consideraţii despre învăţarea prin investigare/cercetare cu ajutorul echipamentelor digitale şi formarea competenţelor secolului XXI. Experimentând învăţarea prin cercetare/investigare atât din perspectiva elevului cât şi dintr-a profesorului am trăit un fel de „paradox", în sensul că rigoarea şi libertatea stau pe aceeaşi linie; e nevoie de rigoare în proiectarea activităţilor şi de libertate în modalitatea de implementare a acestora, de fapt vorbim despre acea libertate în exprimare a propriilor idei, despre creativitate, inedit, originalitate. M-am convins că aşa, şcoala îşi urmează scopul primordial: de proces formativ centrat pe elev, capabilă să valorizeze tipuri diverse de elevi şi abilităţi, să răspundă nevoilor comunităţii şi să infuzeze societatea cu persoane competente pentru viaţa privată, profesională, publică. Deoarece metoda învățării cu ajutorul implicării echipamentelor digitale este o metodă de predare–învăţare-evaluare, ce presupune valorificarea noilor tehnologii; este vorba de bloguri sau reţele de comunicare, motoare de căutare specializate etc., toate sunt extrem de utile în derularea proiectelor. Introducerea învăţării centrate pe competenţe transformă informaţia din scop în sine în mijloc, instrument prin care se reorganizează, se transformă structurile intelectuale, morale, estetice, afective ale personalităţii umane. Utilizând această metoda, copiii sunt mult mai informaţi, află despre problemele cu care se confruntă cei din jurul lor, despre modul cum aceştia au reuşit să şi le rezolve, oferă la rândul lor sfaturi. Învăţând prin metoda cercetare/investigare cu implicarea echipamentelor digitale, elevii sunt provocaţi să cerceteze mai în profunzime problema lansată; întrebările cheie fac conexiunile dintre conţinuturile

disciplinelor şi propria lor viaţă; învăţarea dobândeşte astfel semnificaţie. Odată lansate, acestea generează idei , căutări de îmbunătăţire ale aplicării lor. Elevii discută, fiindcă provocarea este şi-i frământă să facă în aşa fel încât să fie cei mai buni. Munca se continuă şi-n pauze, şi-n drum spre casă, şi pe email, şi pe blogul profesorului, şi-n discuţiile cu părinţii, fie ca solicitare a unei confirmări de ,,e bine sau nu?" fie ca şi soluţie apărută într-o ,,ultimă clipă". Iată prin urmare, cum e activată creativitatea, comunicarea, îmbunătăţirea relaţiilor dintre membrii echipei şi nu numai. Elevul caută, are mobilul acela care nu-i dă pace -gândul de a gusta succesul, senzaţia pe care ţi-o dă un lucru bine făcut de tine atunci când priveşti în ochii celorlalţi. Astfel pot spune că reuşim să formăm acum acel om de care vorbeam la început, pentru a fi eficient mult mai târziu, peste zece–cincisprezece ani. Creşterea numărului de eşecuri şi abandonuri şcolare, de comportamente delincvente sau nesănătoase, de tulburări emoţionale în rândul elevilor, reprezintă indicatori ai faptului că şcoala trebuie să facă mai mult. Profesorul trebuie să vadă în elev şi altceva decât recipientul informaţiilor pe care le transmite. Una dintre soluţii o reprezintă acest tip de învăţare, prin metoda cercetare/investigare cu ajutorul echipamentelor digitale. Se ştie că în ultimii ani, părinţii au dovedit că gestionează tot mai greu relaţia cu copiii lor. Aceştia din urmă găsesc tot mai adesea preocupări care în loc să le favorizeze dezvoltarea, mai curând creează bariere, frânează progresul–fac referire la agresivitate şi implicarea copiilor în comportamente de risc: fumat, consum de alcool, de droguri. De aceea părinţii se adresează şcolii şi implicit cadrelor didactice fie rugători, fie revoltaţi deoarece cred că şcoala, doar ea se ocupă de educaţia copiilor lor chiar din clipa când au păşit pragul acesteia. Prin urmare, experimentând în şcoala mea învăţarea prin, implicarea echipamentelor digitale m-am convins că acestea creează un cadru de dezvoltare optimă şi constituie un factor de succes personal. Iată că învăţarea prin implicarea echipamentelor digitale realizează acea nişă spre monitorizarea/rezolvarea acestor situaţii. Copiii sunt preocupaţi de învăţare şi dincolo de spaţiul şcolii, ceea ce este minunat; reuşim să le insuflăm acea dorinţă de învăţare continuă, de căutare, de documentare. După ce este aruncată provocarea elevii pornesc să caute; profesorul le canalizează căutările oferindu-le minimul de informaţii. În etapa de documentare exista o colaborare continuă între copiii. Cei care găsesc o informaţie la temă o oferă ca pe o victorie a celorlalţi. Astfel, uşor, neforţat în cel mai scurt timp se parcurge informaţia. Aceasta metoda oferă posibilitatea fiecărui elev să aibă succes: ei înșiși caută informaţii, discută, argumentează critic,cautăsă identifice ceea ce pot ei face cu eficienţă maximă învăţând prin cooperare; discută între ei,dar şi cu profesorul cerând feedbeck-uri ori certificări privind calitatea realizărilor şi bineînţeles calea de comunicare, pe e-mail, ori la poşta electronică. La final, li se oferă elevilor posibilitatea să se exprime şi să încerce sentimentul de proprietate asupra propriei învăţări.

Învăţarea bazată pe cercetare/investigare cu ajutorul echipamentelor digitale este un model de instruire centrat pe elev. Acest tip de învăţare dezvoltă cunoştinţe şi capacităţi într-un domeniu prin sarcini de lucru extensive, care promovează investigaţia şi demonstraţiile autentice ale învăţării prin rezultate şi performanţe. Elevii îşi formează abilităţi de a lucra bine

cu ceilalţi, de a lua decizii bine gândite, de a avea ei înşişi iniţiativă, de a rezolva probleme complexe, de a comunica eficient, de a deveni autonomi în propria formare. Profesorul acceptă că elevii de astăzi au alte aşteptări, conştientizează nevoia de (auto)formare. Acceptând ideea că ştiinţa învăţării eficiente înseamnă trecerea progresivă de la educaţia prin şi pentru învăţarea dirijată la cea bazată pe auto-dirijare, pe autoformare, că înseamnă unitate de sens şi semnificaţii a competiţiei cu noi înşine şi cu alţii, mă voi raporta reflexiv la tendinţele majore ale reformelor curriculum-ului în plan european, care constau în:

- ✓ educaţia pentru toţi, relevanţa curriculum-ului pentru individ şi pentru societate;
- ✓ dezvoltarea unor atitudini şi valori dezirabile;
- ✓ dezvoltarea abilităţilor, a gândirii critice;
- ✓ preocuparea pentru adecvarea instruirii la nevoile fiecărui individ, maximizarea potenţialului fiecărui copil;
- ✓ predarea şi învăţareacentrate pe elev prin raportare la idealul educaţional orientat spre formarea şi dezvoltarea personalităţii creatoare a elevului. Prin metoda învățării prin cercetare/investigare cu implicarea echipamentelor digitale, i se oferă copilului un cadru generos de formare diferenţiată.

Munca, capacitatea de inserţie profesională, educaţia, timpul liber, incluziunea şi participarea la societate, toate acestea şi multe alte domenii ale societăţii noastre sunt tot mai „digitizate”: informaţia şi serviciile sunt mai des oferite prin intermediul Internetului. Ca urmare, competenţa digitală este esenţială pentru participarea la economia şi societatea actuală. Fiind o competenţă transversală, competenţa digitală ne ajută să stăpânim şi alte competenţe-cheie, cum ar fi comunicarea, competenţele lingvistice sau cele de bază în matematică şi ştiinţe.

A fi competent digital în lumea de astăzi nu presupune doar accesul şi utilizarea tehnologiilor informaţiei şi comunicării, ci şi cunoştinţe, abilităţi şi atitudini adecvate faţă de acestea.

Concluzii

Una dintre soluţii o reprezintă învăţarea prin metoda cercetare/investigare cu ajutorul echipamentelor digitale. Elevii inovativi utilizează instrumente TIC specifice vârstei: de la instrumente simple, cum ar fi Ozobot Bit 2.0 la instrumente de dezvoltare de aplicaţii informatice, regăsite în setul Arduino sau roboţii LEGO MIHDSTORMS EV3.

Bibliografie

1. https://www.schooleducationgateway.eu/ro/pub/resources/tutorials/digital-competence-the-vital-.htm
2. https://dc.dcantemir.ro/2018/simpozionul-click-pe-informatie-2017/utilizarea-tic-mediul-scolar/
3. https://fdocumente.com/document/2015scoalagi-economia-actualf-globalizatf-i-foarte-dinamicf-memorarea-sau?page=1

CZU: 53:37.02

PROIECTE STEM: METODĂ DE ALIMENTARE A BLOCURILOR ADMINISTRATIVE, PANOUL PUBLICITAR INTELIGENT

Alexei MIHĂLACHE, doctor în științe fizice
https://orcid.org/0000-0002-7037-4089
Instituția Publică Liceul Teoretic „Ștefan cel Mare”, Chișinău

Rezumat. În lucrarea dată se analizează proiectele : Metodă de alimentare a blocurilor administrative, Panou publicitar inteligent.
Cuvinte cheie: transformator, senzor, IoT.

STEM PROJECTS: METHOD OF POWERING ADMINISTRATIVE BLOCKS, SMART BILLBOARD

Abstract. In given paper we analyse the next projects: Charging method of administrative blocks, Smart billboard.
Keywords: transformer, sensors, IoT.

Metodă de alimentare a blocurilor administrative

În lucrarea dată se reprezintă pentru discuție schema de comandă cu două transformatoare de putere diferită, comutate cu ajutorul blocului de comandă în dependentă de puterea consumată de utilizatori. Astfel are loc reducerea pierderilor de energie în transformatoare.

Instalația constă din următoarele blocuri: Transformatoare de putere, blocul de comandă, releele de comutare, blocul de alimentare

Blocul de comandă este destinat pentru măsurarea puterii de consum în sarcină (bloc locativ) şi formarea tensiunii de comandă cu transformatoare în dependență de puterea de consum.

Pentru măsurarea puterii de consum se utilizează un transformator de curent (Tr3), bobina primară este conectată în serie cu sarcina. De pe bobina secundară se ridică tensiunea, care este amplificată şi redresată de amplificatorul DA 1.1 şi dioda VD 1. Rezistoarele R-1, R-2 si R-3 sunt destinate pentru a determina coeficientul de amplificare a DA 1.1 şi respectiv pentru a regla pragul de comutare a transformatoarelor. Elementele R-5, R-6, C-1 sunt destinate pentru a nivela tensiunea măsurată. Tensiunea de referință este formată cu ajutorul circuitului. Tensiunea măsurată este aplicată la un comparator realizat în baza amplificatorului DA 1.2. ieșirea comparatorului comandă cu un tranzistor de putere la care sunt conectate bobinele releelor. Pentru a exclude conectările conectările multiple la frontiera pragului de comutare este necesar de a forma o histereză de comutare. Histereza asigură reacția pozitivă a amplificatorului DA 1.2. R-9, R-8. Transformatorul Tr2 se va conecta la o putere ce va depăși W2. Transformatorul Tr1 se va deconecta la o putere mai mică de W1. Blocul de

alimentare este realizat în baza transformatorului Tr4, redresorului VDS-1, condensatoarelor de nivelare C4-C7 și a stabilizatorului ST-12V [1].

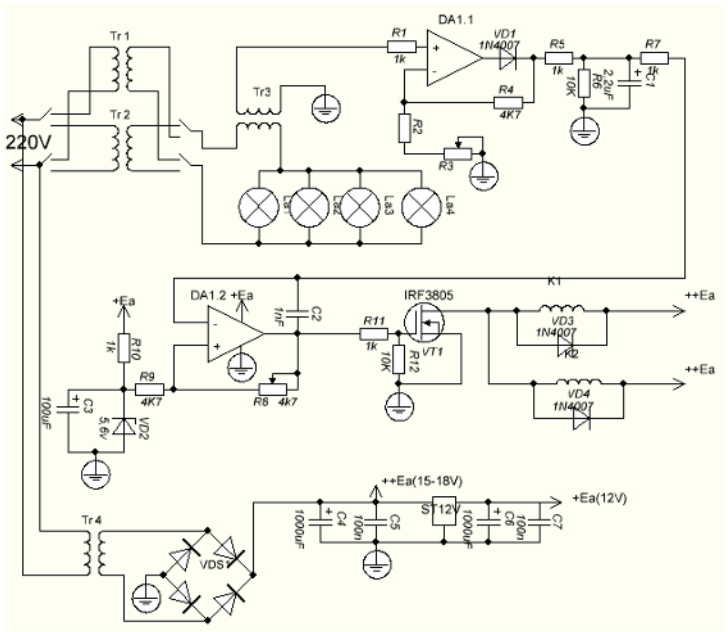


Figura 1. Schema principală de lucru

Figura 2. Mostră de laborator

Invenția se referă în domeniul energeticii şi poate fi folosită pentru furnizarea energiei electrice blocurilor administrative (consumatorilor), la care puterea de consum a energiei electrice variază în limite largi în timpul unei zile.

Scopul invenției este micșorarea pierderilor de energie electrică la alimentarea blocurilor administrative. Este necesar de a cerceta posibilitatea implementării acestei metode pentru transformatoarele de putere mare (utilizare în practică).

Panou publicitar inteligent

Panoul publicitar inteligent comunică cu serverul căruia îi transmite date: temperatura mediului, precipitațiile, incendiile și accidentele ce au loc la momentul actual; de asemenea creează statistica formată pe bază numărului de persoane care circulă pe lingă panou, pe ecran apare publicitatea selectată de utilizator.

Aceste opțiuni creează un "oraș inteligent". Spre exemplu: a avut loc un accident pe strada X, panoul transmite date despre accident pe server, serverul transmite datele agenților ce patrulează strada X, astfel conducătorii auto sunt anunțați să ocolească strada X. Folosind sistema IoT (internetul obiectelor) îmbunătățim orașul și securizăm viețile oamenilor.

Versiunea curentă a proiectului conține: senzor de temperatura, senzor de sunet, modul de precipitații (raindrop module), senzor de mișcare (PIR senzor), Raspberry Pi, ecran, USB, Wifi adaptor (sau cablu Internet) [2].

Senzorul de temperatură

Senzorul de temperatură (modelul DS18B20) este conectat la pinii 1 [cu VDD] (3.3V), 6 [cu GND] (GND) și 7 [cu DQ] (GPIO 4). Colectează date despre temperatură măsurată în grade Celsius, iar RPi le transmite în fiecare secundă la server.

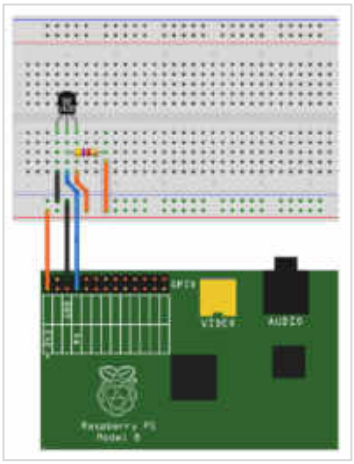


Figura 3. Senzor de temperatură

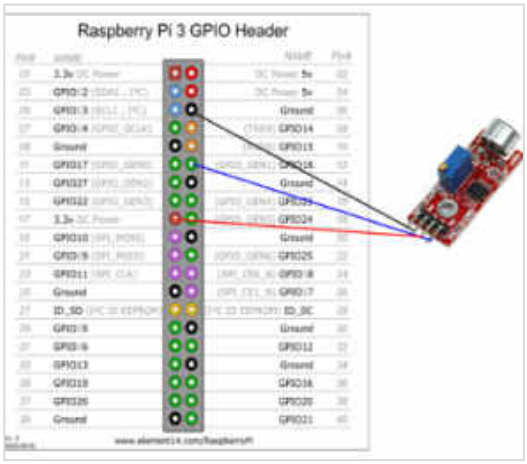


Figura 4. Senzorul de sunet

Senzorul de sunet

Senzorul de sunet este conectat la pinii 17 [cu VDD(+)] (3.3 V), 6 [cu GND] (GND), 12 [cu DO] (GPIO_18). Este setat să depisteze sunete puternice. Când înregistrează astfel de sunet, RPi transmite mesajul (accident) la server.

Modulul de precipitații (raindrop module)

Modulul este conectat la pinii 4 [cu VCC] (5V), 20 [cu GND] (Ground), 16 [cu DO] (GPIO23). Odată ce placa determină precipitațiile (orice lichid) RPI trimite date la server cu mesajul: ***precipitații***.

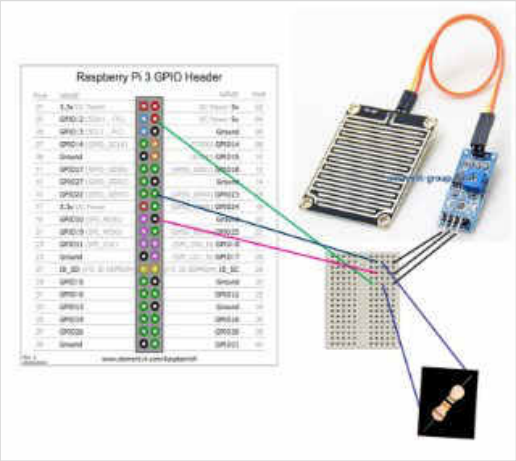


Figura 5. Senzor de precipitații

Senzorul de mișcare (PIR)

Senzorul PIR este conectat la pinii 2 (5V), 26 (GPIO_7), 9 (Ground). RPi este programat să numere câte persoane trec pe lângă senzor în decurs de 24 de ore. În baza datelor înregistrate în decursul mai multor zile, RPi elaborează statistica, care o afișează pe un display .

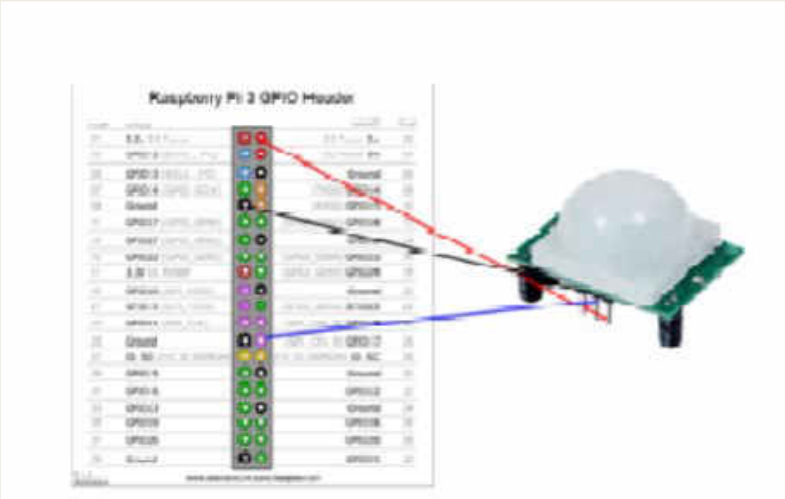


Figura 6. Senzorul de mișcare (PIR)

Bibliografie

1. MIHĂLACHE, A. Proiecte STEM la lecțiile de fizică cu participare la concursurile naționale. In: *Conferința republicană a cadrelor didactice*. Universitatea de Stat din Tiraspol. Republica Moldova Chișinău, 26-27 februarie, 2022, Volumul 1, pag. 226.
2. MIHĂLACHE, N.; MIHĂLACHE, L.; MIHĂLACHE, A. Panou Publicitar Inteligent. In: *Materialele Colocviului International "Evrica!- Cygnus – Fizica și Tehnologii*", 25 -27 august 2016, pag. 257-260.

CZU: 51+53

STUDIUL CONEXIUNILOR INTERDISCIPLINARE ÎNTRE MIȘCAREA UNIFORMĂ RECTILINIE ȘI FUNCȚIA LINIARĂ

Valeriu PLEȘCA, doctorand
https://orcid.org/0000-0001-8474-4565
Ș.D. „Științe ale Educației”

Rezumat. Schimbările produse în dezvoltarea umană implică și perfecționarea sistemului de învățământ. În prezent, o cale optimă este aplicarea interdisciplinarității, deoarece o singură disciplină nu poate rezolva o problemă complexă întâlnită în viața cotidiană. În lucrare propusă se studiază analogia dintre mișcarea rectilinie uniformă, funcția liniară și modul cum sunt percepute de elevi.
Cuvinte cheie: interdisciplinaritate; fizică; matematică; funcții; mișcare.

THE STUDY OF INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS BETWEEN UNIFORM RECTILINEAR MOTION AND LINEAR FUNCTION

Abstract. The changes produced in human development also involve the improvement of the education system. Currently, an optimal way is to apply interdisciplinarity, because a single discipline cannot solve a complex problem encountered in everyday life. In the proposed work, the analogy between uniform rectilinear motion, linear function and how they are perceived by students is studied.
Keywords: interdisciplinarity; physics; mathematics; functions; motion.

Dezvoltarea societății, implicit industria și știința, are loc într-un ritm rapid, accelerat, necunoscut până acum în istoria umanității. Noile cunoștințe, cu greu acumulate în trecut, devin prea voluminoase pentru a fi mânuite și aplicate eficient de către elevi. Astfel multe cunoștințe sunt depășite de timp, sau pot fi irelevante, dificile de înțeles sau consumatoare de timp [1]. Este dificil de prezis ce abilități vor fi necesare sau optime într-un viitor mai mult sau mai puțin îndepărtat. Apare necesitate de schimbare, posibil și de resetare, a întregului sistem de învățământ.

Până în prezent, programa școlară era axată pe discipline. Astfel de model a fost considerat mult timp eficient, deoarece se considera că se dezvoltă raționamentul și un volum suficient de cunoștințe care îi permiteau unui absolvent să se realizeze. Dar, pe măsura creșterii volumului de cunoștințe, se observă dificultăți la rezolvarea unor probleme din viața reală. Apare necesitatea de reducere a programei școlare, ca să fie selectate conținuturile în funcție de importanță sau de relevanță [2].

În ultimii 20 de ani, mai multe țări au elaborat planuri de schimbare a programei școlare sau a sistemului de învățământ. Cerința principală este universală: puneți elevii în situații de investigație, ce le vor permite să rezolve problemele ce pot apărea în viață. Dar există o rezistență din partea elevilor la schimbările ce apar în procesul de predare – învățare. Se explică prin confortul existent și grija pentru notele viitoare. Însă există dovezi că prin interdisciplinaritate elevul mai ușor pot să se realizeze în cadrul viitorului loc de muncă sau în viața de toate zilele. O singură disciplină nu poate rezolva probleme

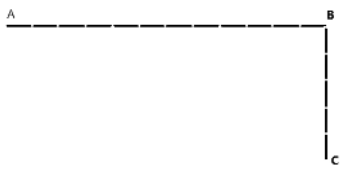
complexe, ce apar în viață. Aplicarea interdisciplinarității duce la o dezvoltare a gândirii integrativă, mobilă, ce să permită de a observa schimbările ce au loc în mediul înconjurător. Astfel se poate de simplificat programele școlare ca elevii să memorizeze mai puțin. Dar cele mai multe șocuri și pierderi au loc la trecerea unor trepte școlare, cum sunt cele de învățământ primar sau gimnazial [3].

Matematica și fizica, contrar co-evoluției, se dezvoltă separat. Fizicianul urmărește legitățile din lumea înconjurătoare. La necesitate, poate să ghicească rezultatul. De aceea poate avansa mai repede. Matematicianul este mai strict în raționamentele sale. Ambii au dreptate. Dar ruptura dintre discipline duce la sărăcirea lor. Există cercetări ce demonstrează că elevii în clasa a X-a au dificultăți de creare a unui model matematic benefic pentru o situație reală sau interpretarea unei soluții matematice. [4] Pentru soluționarea acestor inconveniențe, este necesar ca granițele dintre aceste discipline să fie suficient de elastice.

În prezent există mai multă teorie despre interdisciplinaritate, dar mai puține cercetări cum de aplicat interdisciplinaritatea în procesul de predare-învățare, de exemplu, cum pot contribui cunoștințele matematice existente la asimilarea conținuturilor la lecțiile de fizică. În mod particular, cum pot funcțiile liniare să faciliteze rezolvarea unor probleme ce descriu unele mișcări ale corpurilor înconjurătoare.

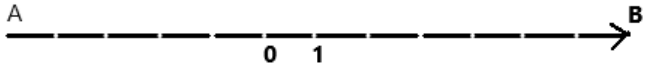
Grupele din anul I din cadrul Centrului de Excelență în Transport din Chișinău studiază fizica după curriculum de fizică cl a X-a, profil real, având două ore săptămânal. În clasa a X-a studiul fizicii se începe cu modulul „Cinematica”, studiat anterior în clasa a VII-a, programă națională. În grupa ET222 (ET – exploatare tehnică), la prima lecție (2 ore) s-a reamintit și consolidat noțiunile cheie și terminologia aferentă cinematicii. În cadrul celei de-a doua lecție, prin deviere de la modul obișnuit de predare, s-a apelat la modelul și caracteristicele funcției liniare pentru descrierea unei mișcări rectilinii uniforme și deducerea ecuației de mișcare. La următoarea lecție, grupei i s-a propus un test cu trei itemi timp de 21 minute, în două variante:

Evaluare curentă V1



1. Un mobil se mișcă pe traiectoria ABC. Determinăm distanța parcursă și deplasarea, dacă considerăm un segment este egal cu 1 km.

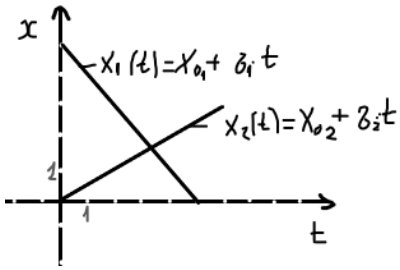
2. Pe axa AB fixam poziția mobilelor C, D, E, dacă se știe că mobilul C mai are 3 m până la corpul de referință, mobilul D este cu 2 m după corpul de referință, iar mobilul E este la corpul de referință, dacă un segment are 1 metru.



3. Numerotăm axele. Din graficele $x_1(t)$ și $x_2(t)$:

a) Aflați coordonatele inițiale x_{01} și x_{02}.

b) Aflați vitezele mobilelor v_1 și v_2.



c) Dacă graficele date reprezintă funcții liniare, notați axele x și t, ca să descrie funcția f(x).

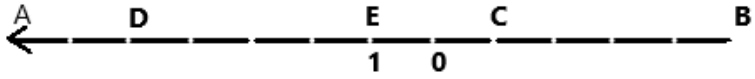
d) În graficul funcției f(x)= ax +b, ce reprezintă din graficul mișcării x(t) coeficienții a și b?

e) Scrieți ecuațiile funcțiilor $f_1(x)$ și $f_2(x)$.

Evaluare curentă V2

1. Un mobil se deplasează 4 m spre stânga și după aceasta 3 m în jos. Reprezentați grafic traiectoria și aflați distanța parcursă și deplasarea.

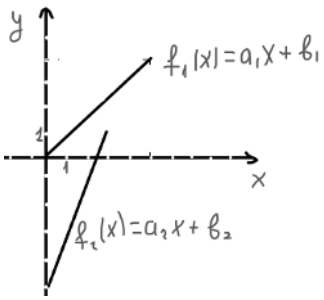
2. Aflați poziția mobilelor C, D, E dacă un segment are 1 metru.



3. Numerotăm axele. Din graficele $f_1(x)$ și $f_2(x)$:

a) Aflați coeficienții b_1 și b_2

b) Aflați pantele a_1 și a_2.



c) Dacă graficele date reprezintă mișcările mobilului 1 și mobilului 2, notați axele x și y, ca să putem determina poziția mobilelor în momentul de timp dat.

d) În ecuații mișcării $x(t) = x_0 + v*t$, ce reprezintă din graficul y(x) x_0 și v?

e) Scrieți ecuația mișcării la primul mobil și al doilea.

La primul item, (maxim-3 p), elevii au obținut rezultate destul de bune (Fig.1). Majoritatea (24 elevi) au indicat corect traiectoria de mișcare a mobilului și au aplicat Teorema lui Pitagora pentru aflarea deplasării.

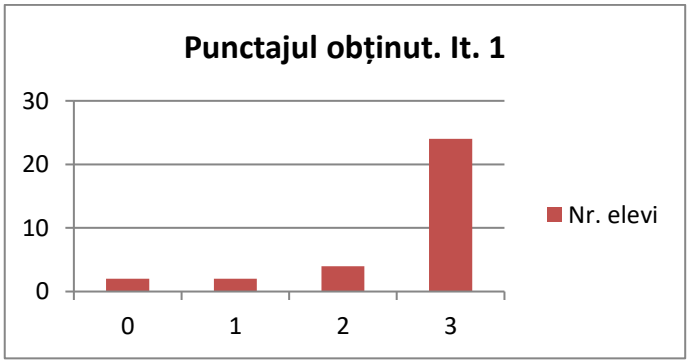


Figura 1. Rezultatele la itemul 1

Elevii au îndeplinit bine și sarcina itemului 2 (maxim -2 p.), în care au plasat sau au aflat coordonatelor unor mobile pe o axă (Fig.2).

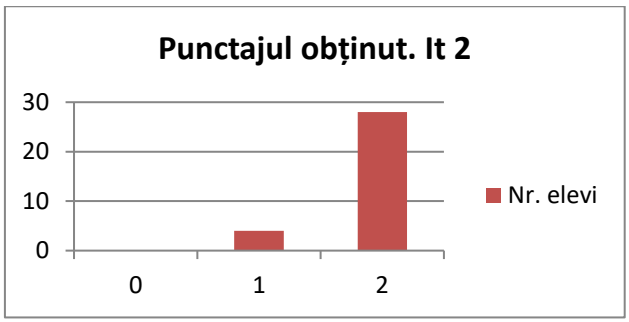


Figura 2. Rezultatele la itemul 2

Rezultatele obținute la itemul 3 sunt prezente în fig. 3.

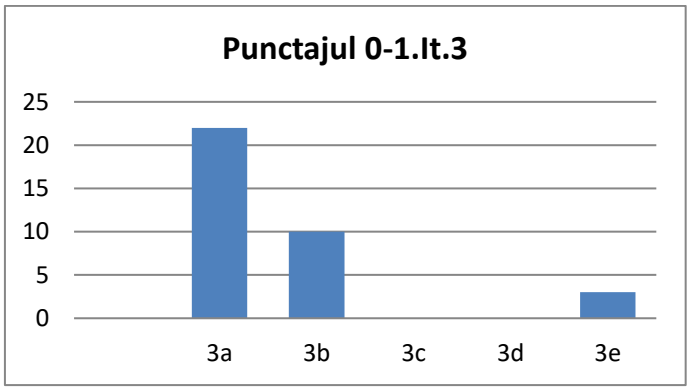


Figura 3. Rezultatele la itemul 3

Din figura 3 se observă că majoritatea (22 elevi) pot determina coordonatele inițiale ale graficelor unei mișcări rectilinii uniforme sau mișcări liniare, dar mai puțini elevi (10 elevi), pot determina viteza unui mobil sau panta unei funcții. Subitemii 3c și 3b demonstrează lipsa transferului cunoștințelor din cadrul matematicii la fizică. Rezultatele modeste (3 elevi) de la subitemul 3e, atestă mai degrabă o imaginație destul de bună la acești elevi, dar nu o competență de transfer a cunoștințelor de la matematică la fizică.

După finalizarea testului propriu zis s-a cerut răspunderea la trei itemi comuni (3-5 minute):

4. Note de la 0 la 5 disconfortul la asocierea terminilor funcției liniare f(x) = ax+b și ecuația mișcării unui mobil $x(t) = x_0 + vt$ (0 – nu simt disconfort; 5 – nu văd asocieri)

0 1 2 3 4 5

5. Note de la 0 la 5 cum a contribuit studiul funcției liniare înțelegerea ecuației mișcării a unui mobil ce se mișcă rectiliniu uniform (0 – nu a contribuit, 5 – a contribuit foarte mult)

0 1 2 3 4 5

6. Note de la 0 la 5 cât de apropiate percepeți conținuturile materiilor la matematică și fizică (0 – sunt complet diferite, 5 – sunt foarte apropiate) 0 1 2 3 4 5

Astfel, rezultatele la Itemul 4 sunt reprezentate în fig.4.

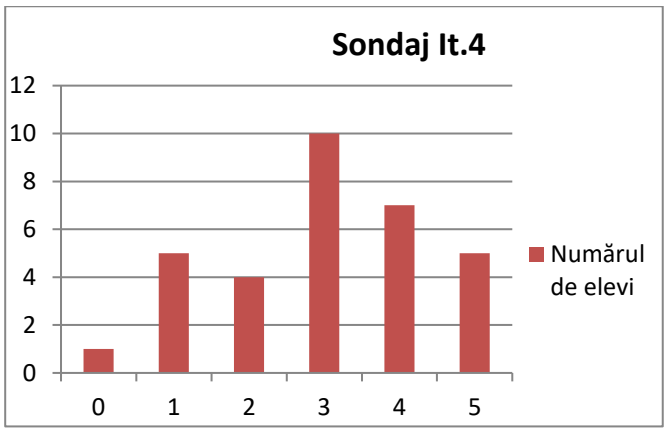


Figura 4. Rezultatele la itemul 4

Analiza acestor date indică că majoritatea elevilor depun un efort de a stabili o legătură între terminologia matematică și fizică, dar cu puține succese.

Rezultatele la itemul 5 sunt prezentate în fig. 5.

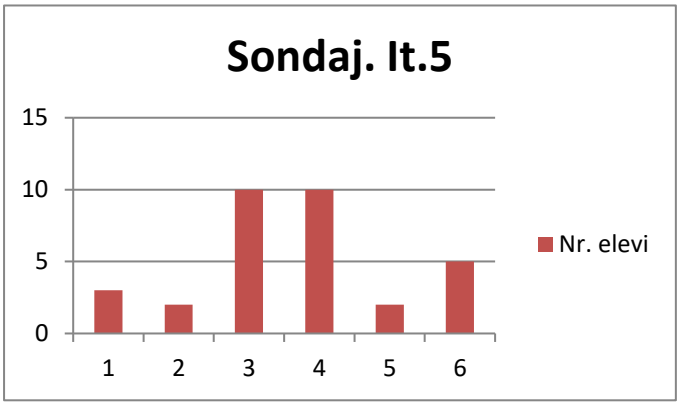


Figura 5. Rezultatele la itemul 5

Rezultatele modeste indică o speranță că aplicarea interdisciplinarității poate contribui la creșterea interesului față de matematică și fizică.

Rezultatele la itemul 6 sunt prezentate în fig. 6.

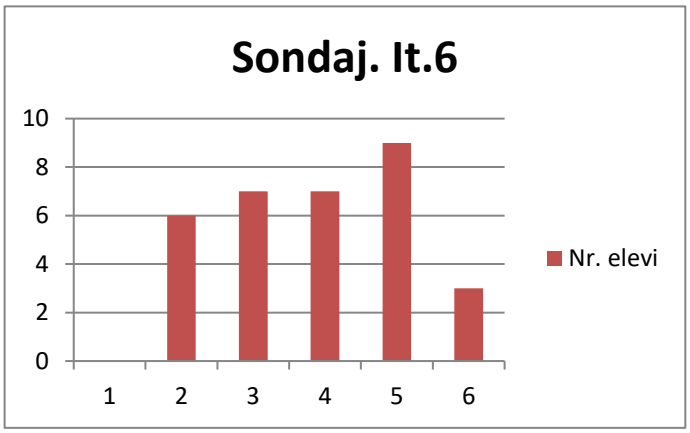


Figura 6. Rezultatele la itemul 6

Rezultatele itemului 6 indică că majoritatea elevilor au percepția că matematica și fizică sunt apropiate și au multe puncte comune.

Concluzii

Din cele expuse mai sus, putem conchide:

1. Mulți elevi percep terminologia de la matematică și de la fizică în mod diferit.
2. Lipsa deprinderilor de transfer a cunoștințelor matematice în cadrul fizicii indică și dificultăți de transfer și aplicare a cunoștințelor în viața reală.
3. Rezultatele modeste la itemul 5 indică că sunt necesare noi abordări și cercetarea unor metode sau procedee mai eficiente.
4. Rezultatele obținute pot reprezenta un punct de pornire pentru aplicarea și dezvoltarea interdisciplinară dintre matematică și fizică.

Bibliografie

1. LEVRINI, O. Degree in Physics Highlighting Interdisciplinarity between Physics and Mathematics in Historical Papers on Special Relativity. 2021. [citat 25 septembrie 2022] https://amslaurea.unibo.it/23544/1/Master_Thesis_Lorenzo_Miani.pdf
2. HATHOUT, H. An Interdisciplinary Math and Science Curriculum for Middle School. 2016. [citat 25 septembrie 2022] http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:33797309
3. STAICU, I. Interdisciplinaritatea fizicii cu matematica. Teză de doctorat. Bucureşti, 2010. [citat 25 septembrie 2022] https://pdfslide.net/documents/interdisciplinaritatea-fizicii-cu-matematica.html
5. FEYNMAN, R. Despre caracterul legilor fizicii. București: Pergament; 2006. ISBN (10) 973-85481-1-X; ISBN(13) 978-973-85481-1-4.

CZU: 621.382

TEHNOLOGII MODERNE DE PREPARARE A CELULELOR SOLARE CU PEROVSKIT ȘI CALCOGENURI

Mihail POPA, dr., conf. univ.
Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălţi
https://orcid.org/0000-0001-8282-8490

Rezumat. În lucrarea sunt demonstrate utilizarea în diferite structuri a straturilor subțiri de ZnS, ZnSe și ZnTe în celulele solare. Avantajele celulelor respective ar fi prepararea acestora la temperaturi mici prin două metode relativ ieftine: prin spin-coating și evaporarea termică. Deplasarea benzii de conducție la interfața dintre perovskite și straturile de ETL s-au dovedit a fi reușite pentru reducerea pierderilor de energie pentru transportul și colectarea sarcinilor și pentru reducerea recombinării purtătorilor de sarcină.
Cuvinte cheie: celulele solare, perovskite, ZnS, ZnSe, ZnTe, spin-coating, evaporarea termică.

MODERN TECHNOLOGIES FOR THE PREPARATION OF PEROVSKITES AND CHALCOGEN SOLAR CELLS

Abstract. The use of thin layers of ZnS, ZnSe and ZnTe in solar cells is demonstrated in the paper. The advantages of those cells would be their preparation at low temperatures by two relatively cheap methods: by spin-coating and thermal evaporation. Displacement of the conduction band at the interface between perovskites and ETL layers has been shown to be successful in reducing energy losses for charge transport and collection and in reducing charge carrier recombination.
Keywords: solar cells, perovskites, ZnS, ZnSe, ZnTe, spin-coating, thermal evaporation.

Cele mai importante precăutări ale științei și tehnologiei contemporane sunt determinate de deficitul contemporan de energie electrică și criza ecologică globală (efectul de seră, poluarea mediului etc.). De aceea, una dintre cele mai importante sarcini științifice ale omenirii este dezvoltarea surselor alternative de energie. Aceste convertoare trebuie să aibă o eficiență și o stabilitate ridicată, costuri reduse, ecologice etc. [1].

În ultimele decenii s-au descoperit perovskitele hibride care sunt absorbante solide promițătoare pentru aplicații în diferite structuri de celule solare. Perovskitul cu halogenură de plumb cu metilamoniu prezintă multe proprietăți dorite, cum ar fi banda interzisă îngustă, lungimi de difuzie lungi, durate mari de viață excitonică și modul de detectare a luminii vizibile cu fotoni mari [2, 3].

La ziua de azi materialele perovskite hibride organice/ anorganice de tipul $\mathbf{ABX_3}$ (unde **A** = CH_3NH_3 sau $HC(NH_2)_2$, **B** = Pb sau Sn, **X** = I, Br sau Cl) au fost de mare interes datorită aplicațiilor lor promițătoare în celulele solare ca element de recoltare ușoară a luminii și element de absorbție a luminii cu spectru larg de absorbție și lungime mare a difuziei excitonice. Celulele solare perovskit pot reduce costurile de producție și pot obține o eficiență de conversie a puterii semnificativ mai mare comparativ cu celulele standard de siliciu și alte celule cu straturi subțiri [4-13].

Pe de altă parte, compușii semiconductori de tip $A^{II}B^{VI}$ posedă o gamă largă de proprietăți optice și electrice, ceea ce determină să reprezinte o clasă importantă de materiale concurente pentru siliciu în conversia fotovoltaică și aplicațiile optoelectronice. Este bine cunoscut faptul, că structura și proprietățile fizice ale straturilor subțiri depind puternic de metoda de depunere și temperatura substratului, de metoda de evaporare și rata de depunere.

Lucrarea respectivă are obiectivele de a prezenta rezultatele obținute la utilizarea straturilor subțiri de ZnSe, ZnS și ZnTe în celulele solare pe bază de perovskit și rezultatele obținute la utilizarea pulberilor de ZnSe, ZnS și ZnTe în calitate de dopanți în celulele solare pe bază de perovskit.

I. Aplicare straturilor subțiri de compuși calcogeni în celule solare excitonice

Pornind de la celulele solare excitonice cu înalt randament de conversie (de tip ITO/ PEDOT: PSS/ $CH_3NH_3PbI_3$/ PCBM/ Ag), confirmată prin mai multe articole deja publicate [5-13], au fost preparate celule solare noi, înlocuind stratul transportator de electroni (ETL = electrons transport layer) de PCBM (fullerene derivate [6,6]-phenyl-C_{61}-butyric acid methyl ester), cu un strat subțire de ZnS, apoi cu un strat de ZnSe [14].

Într-o altă variantă de celulele solare, stratul transportator de goluri (HTL = holes transporting layer) de PEDOT: PSS (poly (3,4-ethylenedioxythiophene): poly(styrene sulfonate)) a fost înlocuit cu stratul subțire de ZnTe [4].

Varianta a IV-a și a V-a de celule solare excitonice au fost preparate prin doparea cu pulberi de ZnS, apoi cu ZnSe, a stratului subțire de fullerene PCBM, iar în a VI-a variantă s-au preparat celule solare cu stratul de PEDOT-PSS dopat cu ZnTe. Celelalte componente ale celulelor solare excitonice rămâneau de fiecare dată nemodificate.

Celulele excitonice de tip VII și VIII au fost preparate cu două straturi de tip ETL, iar cele de tip IX – cu două straturi subțiri de tip HTL. În variantele X - XII ale celulelor solare preparate stratul de heterojoncțiune a fost obtinut prin doparea soluției de perovskite $CH_3NH_3PbI_3$ cu pulberea de ZnS, apoi cu ZnSe și în final, cu ZnTe. Toate variantele de celule solare obținute sunt ilustrate în tabelul de mai jos.

Tabelul 1. Tipurile de celule solare preparate

Tip	Structura celulei solare
I	ITO/ PEDOT: PSS/ $CH_3NH_3PbI_3$/ **ZnS**/ Ag
II	ITO/ PEDOT: PSS/ $CH_3NH_3PbI_3$/ **ZnSe**/ Ag
III	ITO/ **ZnTe** / $CH_3NH_3PbI_3$/ PCBM/ Ag
IV	ITO/ PEDOT: PSS/ $CH_3NH_3PbI_3$/ **PCBM: ZnS**/ Ag
V	ITO/ PEDOT: PSS/ $CH_3NH_3PbI_3$/ **PCBM: ZnSe**/ Ag
VI	ITO/ **PEDOT: PSS: ZnTe**/ $CH_3NH_3PbI_3$/ PCBM/ Ag
VII	ITO/ PEDOT: PSS/ $CH_3NH_3PbI_3$/ **ZnS/ PCBM**/ Ag
VIII	ITO/ PEDOT: PSS/ $CH_3NH_3PbI_3$/ **ZnSe/ PCBM**/ Ag
IX	ITO/ **ZnTe/ PEDOT: PSS**/ $CH_3NH_3PbI_3$/ PCBM/ Ag

X	ITO/ PEDOT: PSS/ **$CH_3NH_3PbI_3$: ZnS**/ PCBM/ Ag
XI	ITO/ PEDOT: PSS/ **$CH_3NH_3PbI_3$: ZnSe** / PCBM/ Ag
XII	ITO/ PEDOT: PSS/ **$CH_3NH_3PbI_3$: ZnTe** / PCBM/ Ag

II. Detalii experimentale

Electrozii de ITO (oxidul de indiu-staniu) au îndeplinit funcția de electrod de colectare a golurilor (catod) și au fost depuși prin gravare pe sticla de tip Corning 7059. Această structură sticlă – ITO a fost curățită cu ultrasunete în detergent, apă deionizată, acetonă, metanol și apoi în izopropanol.

Straturile pure de PEDOT-PSS, cât și cele dopate (PEDOT: PSS: ZnTe), au fost preparate direct pe electrozii de ITO și sticlă. Acestea a fost depuse din 60 µl de soluție prin metoda "speen coating" (acoperire prin centrifugare) la o viteză de rotație de 3000 rpm timp de 60 de secunde, urmată de un tratament termic în aer timp de 10 minute la 150°C. Timpul de tratament a fost măsurat cu ajutorul timerului de la telefon.

Pentru prepararea stratului de heterojuncțiune voluminoasă (bulk heterojonction) s-a utilizat soluția de iodură de plumb de metilamoniu ($CH_3NH_3PbI_3$). Straturile pure de perovskit, cât și cele sau dopate, au fost depuse din 80 µl de soluție prin metoda de acoperire prin centrifugare în două etape: după prima depunere timp de 23 de secunde stratul este rotit la o viteză de 1000 rpm, urmată de o a doua depunere timp de 30 de secunde la o viteză de 4000 rpm. În timpul secundei a 13-a a celei de-a doua depuneri se picură 150 µl de toluen. Pentru creșterea grosimii stratului de perovskite se repetă mai multe etape de depunere.

Fullerenul de tip $PC_{61}BM$ a fost utilizat în calitate de strat de transport a electronilor (ETL). Fullerenul pur sau dopat a fost depus din soluție prin metoda de acoperire prin centrifugare (speen coating) în camera cu argon, la o viteză de rotație de 1000 rpm timp de 40s. Electrozii de Ag au fost depuși prin evaporare termică în volum cvasi-închis.

Stratule de calcogenuri (ZnS, ZnSe și ZnTe) au fost depuse prin evaporare termică in vid în volum cvasi-închis. Masa de evaporare poate varia între 10-50 mg de pulberi. Temperatura substratului de sticlă pentru fiecare depunere a fost T_{sub} = 300K. Presiunea vidului în evaporator la fiecare depunere a fost de circa 72×10^{-4} torr, iar intensitatea curentului electric prin evaporator a fost de aproximativ 50 A. Electrozii de Ag se depun în mod analog prin evaporare termică în volum cvasi-închis.

Dependențele experimentale densitate de curent – tensiune ale celulelor solare au fost măsurate într-o cutie, folosind o lumină simulată a soarelui de tip AM1.5G, care a fost calibrată la 100 mW/cm^2, folosind o fotodiodă de tip Si trasabil NREL (PV Measurements Inc.) și un dispozitiv de măsurare de tip Keithley 2400, controlată cu un PC. Parametrii fotovoltaici ai celulelor solare multijoncțiune au fost investigați la 300K.

III. Curbele curent – tensiune și parametri fotovoltaici ale celulelor solare

Caracteristica principală a oricărei celule solare este dependența experimentală curent –tensiune.

Curentul de ieșire al celulei fotovoltaice este dat de relația [15]

$$I = I_s\left[exp\left(\frac{q(V-IR_s)}{kT}\right)-1\right]-I_L, (1)$$

unde I_s reprezintă curentul de saturație a diodei, iar R_s este rezistența serie a celulei respective. *Factorul de umplere* care măsoară calitatea celulelor solare este determinat de relația [15]

$$FF = \frac{I_m V_m}{I_{sc} V_{oc}}, (2)$$

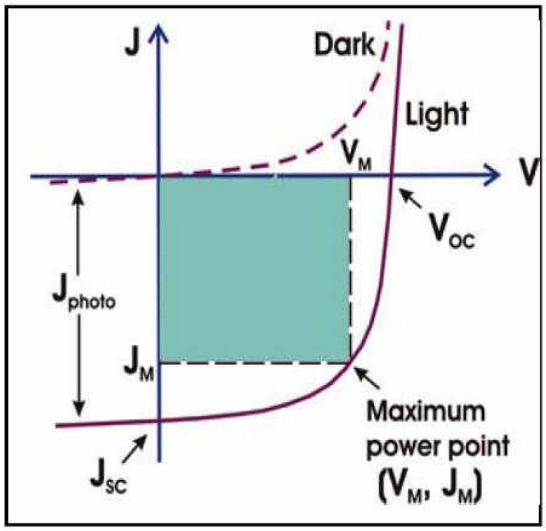


Figura 1. Mostra unei celule solare la iluminare și la întuneric [16]

unde I_m și V_m sunt curentul și tensiunea corespunzătoare punctului de putere maximă P_m, iar I_{sc} și V_{oc} reprezintă *curentul de scurtcircuit* și *tensiunea de circuit deschis*. Un parametru important este *eficiența puterii de conversie* (*PCE*) a celulei solare, care este definită ca raportul dintre puterea de ieșire (electricitate) și puterea de intrare (lumina) și poate fi calculată prin intermediul ecuației [15]:

$$PCE = \eta = \frac{P_{ieşire}}{P_{intrare}} = FF\,\frac{I_{sc}V_{oc}}{P_{intrare}}. (3)$$

În mod obișnuit, structura plană "inversată" are un V_{oc} și un *FF* înalt, care sunt indicatori că această structură are contacte electrice favorabile și că în cadrul acestei structuri sarcinile sunt colectate eficient pe electrozi.

În Tabelul 2 sunt prezentate valorile maxime ale parametrilor fotovoltaici ale tuturor celor doisprezece celule solare preparate prezentate în Tabelul 1. Observăm că histerezisul curbelor crește odată cu creșterea eficienței puterii de conversie.

Tabelul 2. Parametri fotovoltaici ale celulelor solare preparate

Tip	U_{oc} (V)	J_{sc} (mA/cm^2)	FF (%)	PCE (%)
I	0.57	– 6.35	44.79	1.64
II	**0.68**	**– 9.27**	**40.76**	**2.57**
III	0.39	– 9.98	54.19	2.14
IV	0.94	– 7.39	57.46	3.98
V	**0.73**	**– 10.05**	**52.21**	**3.81**
VI	0.69	– 9.27	40.31	2.56
VII	0.82	– 13.51	52.17	5.76
VIII	**0.93**	**– 13.21**	**54.16**	**6.62**
IX	0.78	– 19.16	49.71	7.40

X	0.94	–14.29	65.88	8.92
XI	**0.95**	**– 15.52**	**61.56**	**9.05**
XII	0.95	– 24.97	58.53	13.84

Având în vedere coeficientul mare de extincție a perovskitelor, dispozitivele cu arhitectură plană inversată propuse aici reprezintă un nou proiect pentru dispozitivele fotovoltaice excitonice fără o structură mezoscopică. Celulele solare bazate pe semiconductorii II-VI se numără printre cei mai importanți candidați pentru conversia fotovoltaică cu costuri reduse a energiei solare datorită coeficienților lor de absorbție ridicată și, prin urmare, consumului redus de material pentru producția lor [16-17].

Concluzii

1. În lucrarea au fost demonstrate utilizarea în diferite structuri a straturilor subțiri de ZnS, ZnSe și ZnTe în calitate de ETL sau HTL sau ca dopant în celulele solare de perovskite cu arhitectură planar inversată. Avantajele celulelor respective ar fi prepararea acestora la temperaturi mici prin două metode relativ ieftine: prin spin-coating și evaporarea termică.
2. Deplasarea benzii de conducție la interfața dintre perovskite și straturile de ETL s-au dovedit a fi reușite pentru reducerea pierderilor de energie pentru transportul și colectarea sarcinilor și pentru reducerea recombinării purtătorilor de sarcină.

Bibliografie

1. PATEL, P. Perovskites in spotlight. In: *MRS Bulletin*, 2014. vol. 39, pp. 768–769. ISSN: 0883-7694.
2. MIYASAKA, T. Perovskite Photovoltaics: Rare Functions of Organo Lead Halide in Solar Cells and Optoelectronic Devices. In: *Chem. Lett*., 2015, vol. 44 (6), pp. 720–729. ISSN: 6749-1838.
3. PATHAK, S.; ABATE, A. et al. Performance and Stability Enhancement of Dye-Sensitized and Perovskite Solar Cells by Al Doping of TiO_2. In: *Adv. Funct. Mater.,* 2014, vol. 22, pp. 1–10. ISSN: 1388-4967.
4. IM, J.H.; LEE, Ch. R. et al. 6.5% efficient perovskite quantum dot-sensitized solar cell. In: *Nanoscale*, 2011, vol. 3, p. 4088. ISSN 2040-3372.
5. LEE, M.M.; TEUSCHER, J.; MIYASAKA, T.; MURAKAMI, T.N.; SNAITH, H.J. Efficient Hybrid Solar Cells Based on Meso-Superstructured Organometal Halide Perovskites. In: *Science*, 2012, vol. 338, pp. 643-647. [on-line], 2018.
6. JENG, J.Y.; CHIANG, Y.F.; LEE, M.H.; PENG ,S.R.; GUO, T.F.; CHEN, P.; Wen, T.C. $CH_3NH_3PbI_3$ perovskite / fullerene planar-heterojunction hybrid solar cells. In: *Advanced Materials*, 2013. [on-line], 2018.

7. CONINGS, B.; BAETEN, L.; DE DOBBELAERE, C.; D'HAEN, J.; MANCA, J.; BOYEN, H.G. Perovskite Based Hybrid Solar Cells Exceeding 10% Efficiency with High Reproducibility Using a Thin Film Sandwich Approach. In: Advanced Materials, 2013 [on-line], 2018.
8. STRANKS, S.D.; EPERON, G.E.; GRANCINI, G.; MENELAOU, C.; ALCOCER, M.J.P.; LEIJTENS, T.; HERZ, L.M.; PETROZZA, A.; SNAITH, H. J. Electron-Hole Diffusion Lengths Exceeding 1 Micrometer in an Organometal Trihalide Perovskite Absorber. In: *Science*, 2013, vol. 341, p. 342. ISSN 0272-4634.
9. YIN, W.J.; SHI, T.; YAN, Y. Unique properties of halide perovskites as possible origins of the superior solar cell performance. In: *Advanced Materials*, 2014. [on-line], 2018.
10. LIN, Q.; ARMIN A.; CHANDRA, R.; NAGIRI, R.; BURN, P.L.; MEREDITH, P., Electro-optics of perovskite solar cells, Nature Photonics, 2014. [on-line], 2018.
11. JEON, N.J.; NOH, J.H.; KIM, Y.Ch.; YANG, W.S.; RYU, S.; SEOK, S.I. Solvent engineering for high-performance inorganic–organic hybrid perovskite solar cells. In: *Nature Materials*, 2014.
12. YIN, W.J.; SHI, T.; Yan, Y. Superior Photovoltaic Properties of Lead Halide Perovskites: Insights from First-Principles Theory. In: *J. Phys. Chem*. C, 2015.
13. MILICHKO, V.A.; SHALIN, A.S.; MUKHIN, I.S.; KOVROV, A.E.; KRASILIN, A.A.; VINOGRADOV, A.V.; BELOV, P.A.; SIMOVSKII, C.R. Solar photovoltaics: current state and trends, 59 (2016) 727–772. ISSN: 0042-1294.
14. FRENCKEN, A. Towards lanthanide doped quantum dots: attachment and incorporation of trivalent lanthanide ions into InP and CdSe semiconductor nanocrystals. Master Thesis at Utrecht University, [on-line], 2018.
15. SZE, S.M. *Physics of Semiconductor Devices* (Second Edition). New York: John Wiley & Sons, Inc., Publication, 1999. p.793. ISBN-I 3: 978-0-47 1-1 4323-9.
16. XU, T.; YU, L. How to design low bandgap polymers for highly efficient organic solar cells. In: *Materials Today*, vol.17, nr.1, p.11-15. ISSN 1369-7021.
17. KE, W.; STOUMPOS, C.C.; LOGSDON, J.L.; WASIELEWSKI, M.R.; YAN, Y.; FANG, G.; KANATZIDIS, M.G.; TiO_2−ZnS Cascade Electron Transport Layer for Efficient Formamidinium Tin Iodide Perovskite Solar Cells. In: *Journal of the American Chemical Society*, 2016. vol. 138. pp. 14998−15003, ISSN: 0002-7863.
18. LIU, J.; GAO, C.; LUO, L.; YE, Q.; HE, X.; OUYANG, L.; GUO, X.; ZHUANG, D.; LIAO, C.; MEI, J.; LAU, W. Low-temperature, solution processed metal sulfide as an electron transport layer for efficient planar perovskite solar cells. In: *Journal of Materials Chemistry* A, 2015. vol. 3, pp. 11750-11755. ISSN 2050-7488.

CZU: 518.17:53

APLICAREA TEORIEI GRAFURILOR ÎN FIZICĂ

Igor POSTOLACHI, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-1752-5386
Nicolae BALMUȘ, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-0491-2918
Marina BOSTAN, lector asistent
https://orcid.org/0000-0002-1191-9501
Universitatea de Stat din Tiraspol, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. În această lucrare este descrisă utilizarea teoriei grafurilor pentru rezolvarea problemelor de fizică referitor la circuite electrice ramificate. În rezultatul modelării matematice a fost creată o aplicație de simulare asistată de calculator a circuitelor electrice ramificate de curent continuu. Aplicația a fost elaborată o în mediul de programare Delphi 10. Avantajul acestui soft este posibilitatea de a genera și a găsi soluții pentru o mulțime de variante (de probleme) cu circuite electrice ramificate.
Cuvinte cheie: teoriei grafurilor, circuite electrice, Delphi 10, legile lui Kirchhoff.

APPLICATION OF GRAPH THEORY IN PHYSICS

Abstract. This paper describes the use of graph theory to solve physics problems related to branched electric circuits. As a result of the mathematical modeling, a computer-aided simulation application of direct current branched electrical circuits was created. The application was developed in the Delphi 10 programming environment. The advantage of this software is the possibility to generate and find solutions for a lot of variants (of problems) with branched electric circuits.
Key words: graph theory, electrical circuits, Delphi 10, Kirchhoff's laws.

Introducere

Teoria grafurilor servește ca model matematic pentru orice sistem care conține o relație binară. Un număr mare de probleme legate de obiectele discrete sunt formulate în termeni a teoriei grafurilor. Aceste probleme reprezintă un model structural universal al diferitelor sisteme fizice, în studiul căruia structura componentelor iese în prim-plan, adică legăturile și relațiile dintre componente (electrice, mecanice, pneumatice, chimice, biologice, biofizice, sociologice etc.). Teoria grafurilor se folosește în rezolvarea diferitor sarcini de proiectare și construcție, analiza fiabilității rețelelor de comunicații, circuitelor electronice, rețelelor de comunicații, în rezolvarea problemelor de transport legate de transport, planificare și management, în alcătuirea rutelor optime pentru livrarea mărfurilor, în modelarea proceselor tehnologice complexe, genetică, psihologie, sociologie, economie etc. Avantajul utilizării teoriei grafurilor rezultă din faptul că ele descriu fără ambiguitate structura sistemului, ecuațiile canonice, proprietățile fizice și dependența cauză-efect dintre variabile. Caracteristica principală a utilizării teoriei grafurilor este o abordare geometrică a studiului obiectelor, de exemplu. prezentare sub formă de diagrame. Modelarea matematică și simulările asistate de calculator au devenit o parte uzuală a cercetării științifice pentru studiul

unei multitudini de sisteme naturale din fizică, astrofizică, biologie, tehnică, etc. Aceste instrumente științifice permit studiul direcțiilor de evoluție ale sistemelor în diferite condiții inițiale și de mediu, reducând costurile experimentelor de laborator sau a altor tehnologii de investigare [3].

În problemele care apar în fizică, inginerie, programare, matematică și în alte domenii, apare adeseori necesitatea reprezentării unor relații arbitrare între diferite obiecte, respectiv a interconexiunilor dintre acestea. Unele exemple evidente sunt circuitele electrice în care interconexiunile dintre elementele de circuit joacă un rol central. Pentru funcționare elementele circuitelor electrice (rezistențe, tranzistoare, surse de energie, condensatoare, etc.) sunt interconectate prin fire electrice. Astfel de circuite pot fi reprezentate și prelucrate de către un sistem de calcul în scopul rezolvării unor probleme simple sau complicate.

Prin circuit electric se înțelege un ansamblu de elemente multipolare de circuit, interconectate prin intermediul bornelor lor de acces, într-un anumit mod, în vederea realizării unui anumit scop.

Circuit electric de curent continuu

Definiție: Se numește nod o bornă comună a cel puțin trei elemente multipolare de circuit.

Definiție: Se numește latură o cale conductoare între două noduri.

Definiție: Se numește buclă o mulțime de laturi împreună cu nodurile aferente lor în care mulțimea laturilor alcătuiește un contur închis și în care fiecare latură și fiecare nod sunt conținute o singură dată în conturul respectiv.[7]

Structurile de date care pot modela natura unui circuit electric de curent continuu sunt cele derivate din conceptul matematic cunoscut sub denumirea de graf. Teoria grafurilor este o ramură majoră a matematicii discrete care în timp a fost și este încă intens studiată.

Prin graf al unui circuit electric se înțelege reprezentarea geometrică a configurației acestuia, obținută prin asocierea câte un punct (numit nod al grafului) pentru fiecare nod al circuitului și câte unui arc de curbă (numit latură a grafului) pentru fiecare latură de circuit. Modul în care laturile sunt legate la noduri este identic pentru circuit și pentru graf asociat. Dacă pentru laturile grafului nu sunt precizate sensuri de parcurs, acesta se numește graf neorientat. Dacă se aleg sensuri arbitrare de parcurs pentru laturi, se obține un graf orientat sau digraf [6].

Pentru exemplificare se prezintă un circuit electric și digraful asociat (Figura 1).

Problema fundamentală a calculului unui circuit electric constă în determinarea intensităților curenților ale acestuia. Un sistem de ***n*** ecuații independente, dedicat acestui scop, se poate obține cu ajutorul celor două legi ale lui Kirchoff, considerate ca esențiale în teoria circuitelor electrice. Grafurile orientate pot fi utilizate pentru scrierea sistematică a ecuațiilor lui Kirchhoff, eventual în formă matriceală, având ca scop calculul curenților laturilor unui circuit electric.[4]

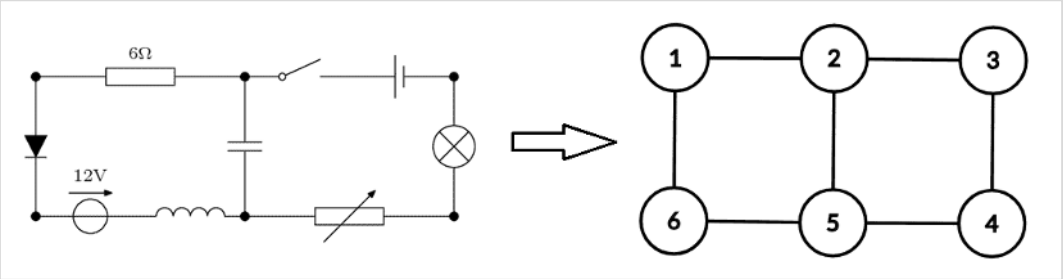


Figura 1. Circuit electric și digraful asociat

Prima lege a lui Kirchhoff (teorema nodurilor):

În orice nod al circuitului electric suma algebrică a curenților ai laturilor care concură în acel nod este nulă.

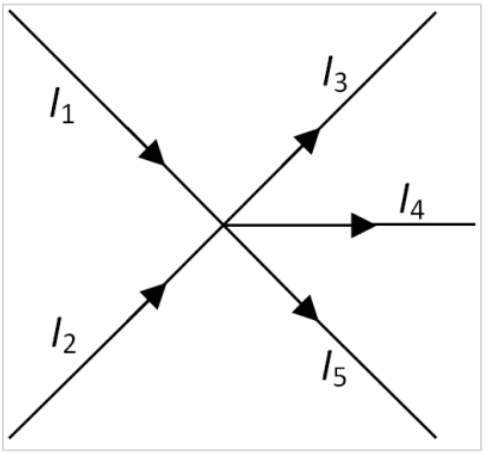


Figura 2. Schema legii întâi a lui Kirchhoff pentru un nod

Vom considera, curenții care intră în nod cu semn pozitiv și cu semn contrar curenții care ies din nod [5]: $\boldsymbol{I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5}$.

Sensurile curenților laturilor fiind identice cu sensurile laturilor corespondente din digraf.

A doua lege a lui Kirchhoff:

Suma algebrică a căderilor de tensiune într-un contur închis de circuit este egală cu suma algebrică a surselor de curent.

Vom utiliza metoda de calcul a circuitului bazată pe legea a doua a lui Kirchhoff, care se reduce la rezolvarea unui sistem de ecuații independente.

$$I_1R_1 - I_2R_2 = E_1 - E_2$$
$$I_3R_3 + I_2R_2 = E_2 - E_3$$
$$I_1R_1 + I_3R_3 = E_1 - E_{32}$$

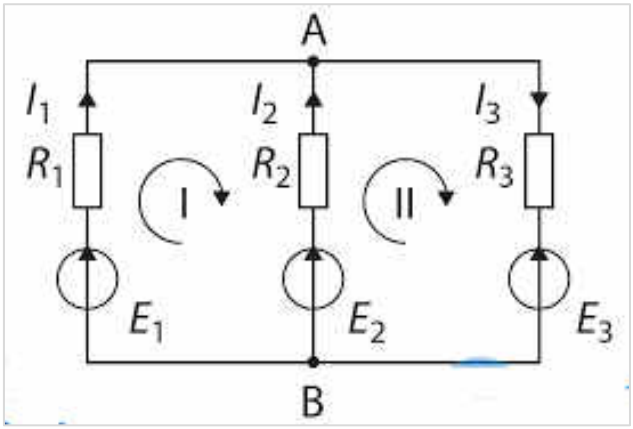


Figura 3. Exemplu de circuit electric ramificat

Pentru a aplica cele redate mai sus, vom examina următoarea problemă:

Problema: Pentru circuitul electric a cărui schemă este reprezentată în figura alăturată se cunosc: E_0=2V, E_1=1V, E_2=7V, E_3=5V, E_4=6V, E_5=3V, E_6=6V, E_7=5V, R_0=5Ω, R_1=5Ω, R_2=3Ω, R_3=7Ω, R_4=8Ω, R_5=2Ω, R_6=4Ω, R_7=5Ω. Determinați intensitățile curenților în ramurile circuitului.

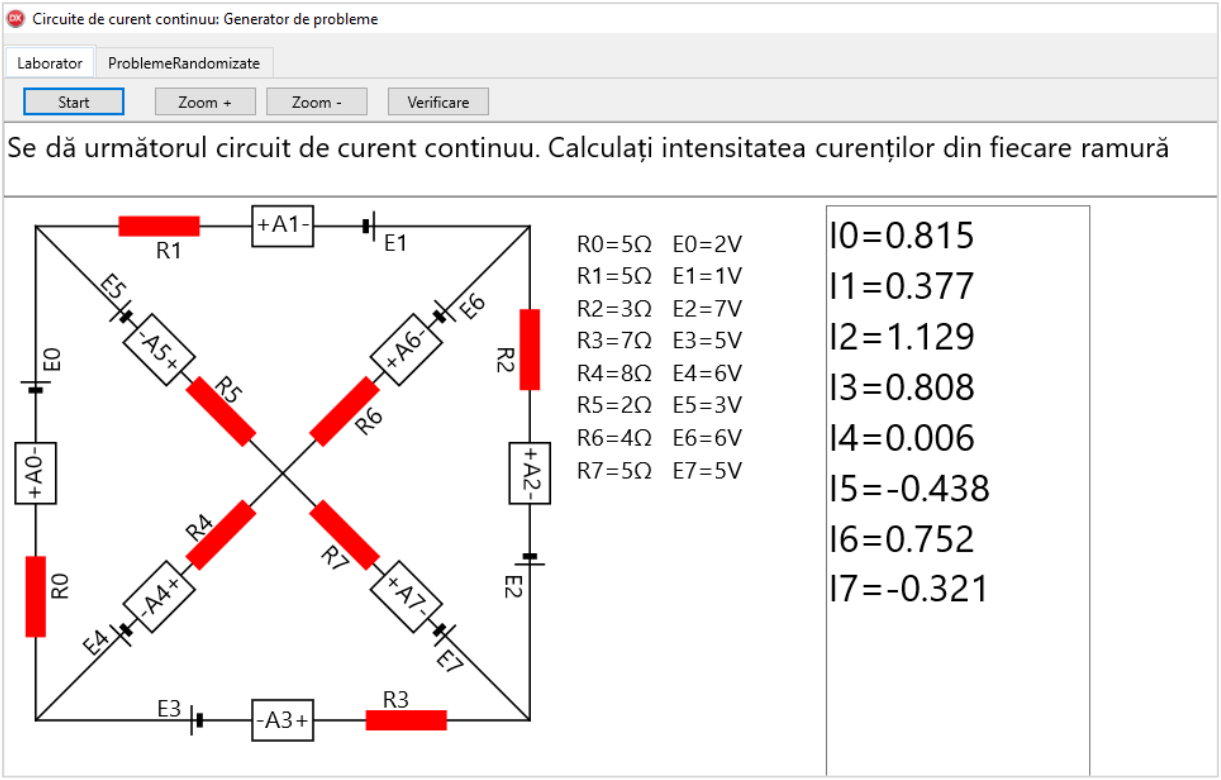


Figura 4. Exemplu de circuit electric continuu

Prin căderea de tensiune se înțelege produsul dintre intensitatea curentului și rezistența dată [5]. În fiecare buclă fundamentală, sensul tensiunilor la bornele laturilor circuitului fiind considerat identic cu sensul laturilor corespondente din digraf.

Ținând seama de sensurile marcate pe circuit, aplicarea teoremelor lui Kirchhoff conduce la sistemul de ecuații liniare cu coeficienți constanți (numere reale). În consecință, soluția acestui sistem va fi unică, deci se obțin valori unice pentru curenții laturilor.

Pentru circuitul examinat avem 5 noduri și 4 conture (bucle) închise de circuit.

În rezultat vom avea (5-1)+4=8 ecuații liniare cu 8 necunoscute:

$$\begin{cases} -I_1 - I_4 + I_5 = 0 \\ I_1 - I_2 - I_6 = 0 \\ I_2 + I_3 - I_7 = 0 \\ -I_3 + I_4 + I_8 = 0 \\ R_1 I_1 + R_5 I_5 + R_6 I_6 = -E_1 + E_5 - E_6 \\ R_2 I_2 - R_6 I_6 + R_7 I_7 = -E_2 + E_6 + E_7 \\ -R_3 I_3 - R_7 I_7 - R_8 I_8 = E_3 - E_7 + E_8 \\ -R_4 I_4 - R_5 I_5 - R_8 I_8 = E_4 - E_5 - E_8 \end{cases}$$

Pentru valori cunoscute ale tensiunilor și rezistențelor, rezolvând acest sistem de 8 ecuații se obțin soluții pentru curenții din rezistențele respective:

I_0=0,815A; I_1=0,377A; I_2=1,129A; I_3==0,808A;

I_4=0,006A; I_5=-0,438A; I_6=0,752A; I_7=-0,321A.

De multe ori rezolvarea sistemului de 8 ecuații este anevoioasă și cere mult timp. Acest moment este potrivit pentru aplicarea tehnologiilor informaționale. În acest scop a fost elaborată o aplicația-soft în mediul de programare Delphi10, care realizează următoarele sarcini (funcții):

- generează schema unui circuit electric;
- generează o problemă (variante de probleme) cu date inițiale (sursele de curent (E_0,…, E_7) și rezistențe (R_0,…, R_7)) și necunoscutele (intensitățile curenților care trec prin acest circuit (I_0, …, I_7);
- calculează și afișează valorile intensităților necunoscute;
- verifică rezultatele introduse de către utilizator;
- salvează în fișierele separate problemele generate, rezultatele obținute și combinația acestora.

În aceasta ordine de idei, aceasta aplicația poate fi utilizată cât de către profesori, atât și de către studenți.

La baza acestei aplicației este un sistem de 8 ecuații liniare cu 8 necunoscute, elaborate conform legilor lui Kirchhoff , descrise mai sus. Acest sistem se calculează cu ajutorul algoritmul lui Gauss. Pentru prezentarea grafică a circuitului au fost elaborate 2 proceduri:

Procedure RZOb(cs:TCanvas; x0, y0, h, l, alfag:Integer; r, e:Extended; i:integer); care construiește o singură ramură conform parametrilor formali și o procedură

Procedure Schema(cs:TCanvas; xi, yi, d, h, l:Integer; var r, e:IRE); care construiește un circuit complet, în dependență de numărul de ramuri generate.

(Aici trebuie să vedem codul.... aceste sunt proceduri vechi)

Prin intermediul aplicației se generează următoarele variante de probleme a circuitului electric:

Descrierea aplicației

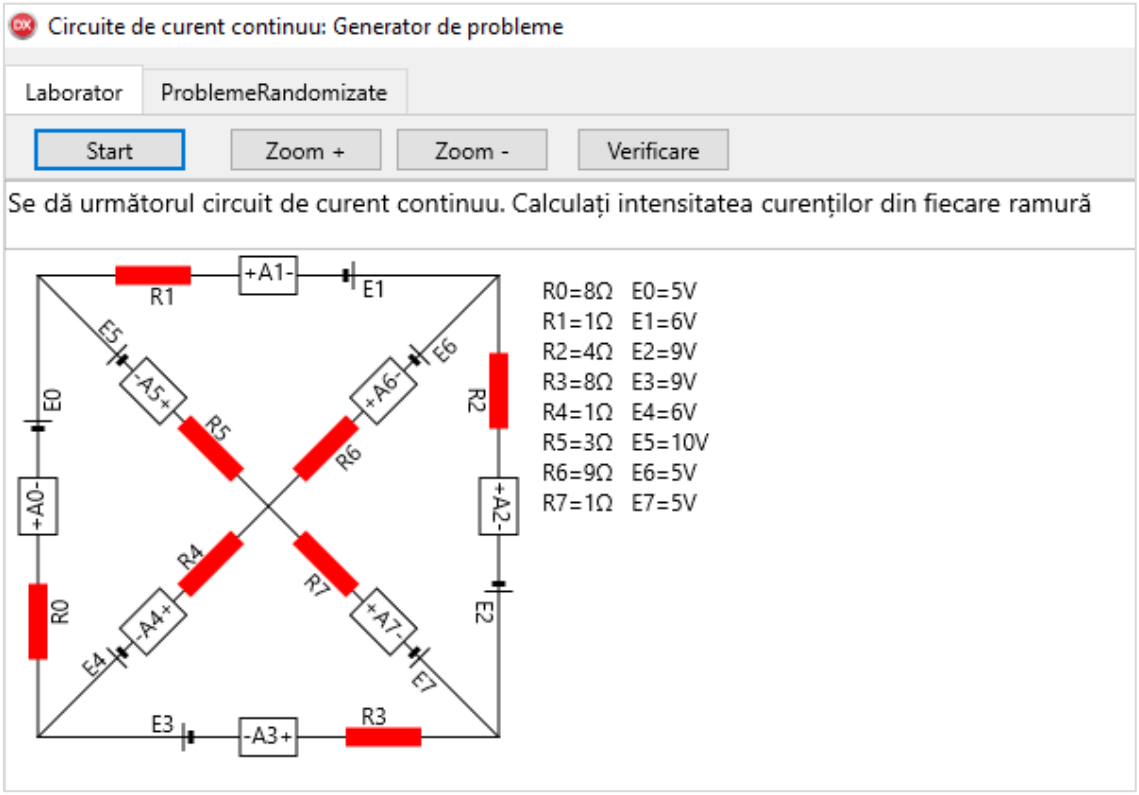


Figura 5. Interfața aplicației
Generator de circuite de curent continuu* – fila *Laborator

Aplicația conține 2 file(pagini): *Laborator* și *Probleme Randomizate*. În fila *Laborator* avem butonul *Start* prin apăsarea la care se generează un circuit cu un număr aleatoriu de ramuri până la 8. Butoanele *Zoom+* și *Zoom-* ne oferă posibilitatea de a mări respectiv a micșora desenul circuitului. La apăsarea butonului *Verificare* pe fereastră apare componenta de tip Memo în care sunt afișate rezultatele(răspunsurile) problemei generate.

În fila *Probleme Randomizate* avem posibilitatea de a seta numărul de variante de probleme care dori să generăm și numărul de ramuri în circuit. La apăsarea butonului *Generare* se generează problemele și răspunsurile, care ulterior pot fi salvate în documentul cu extensia *.pdf.

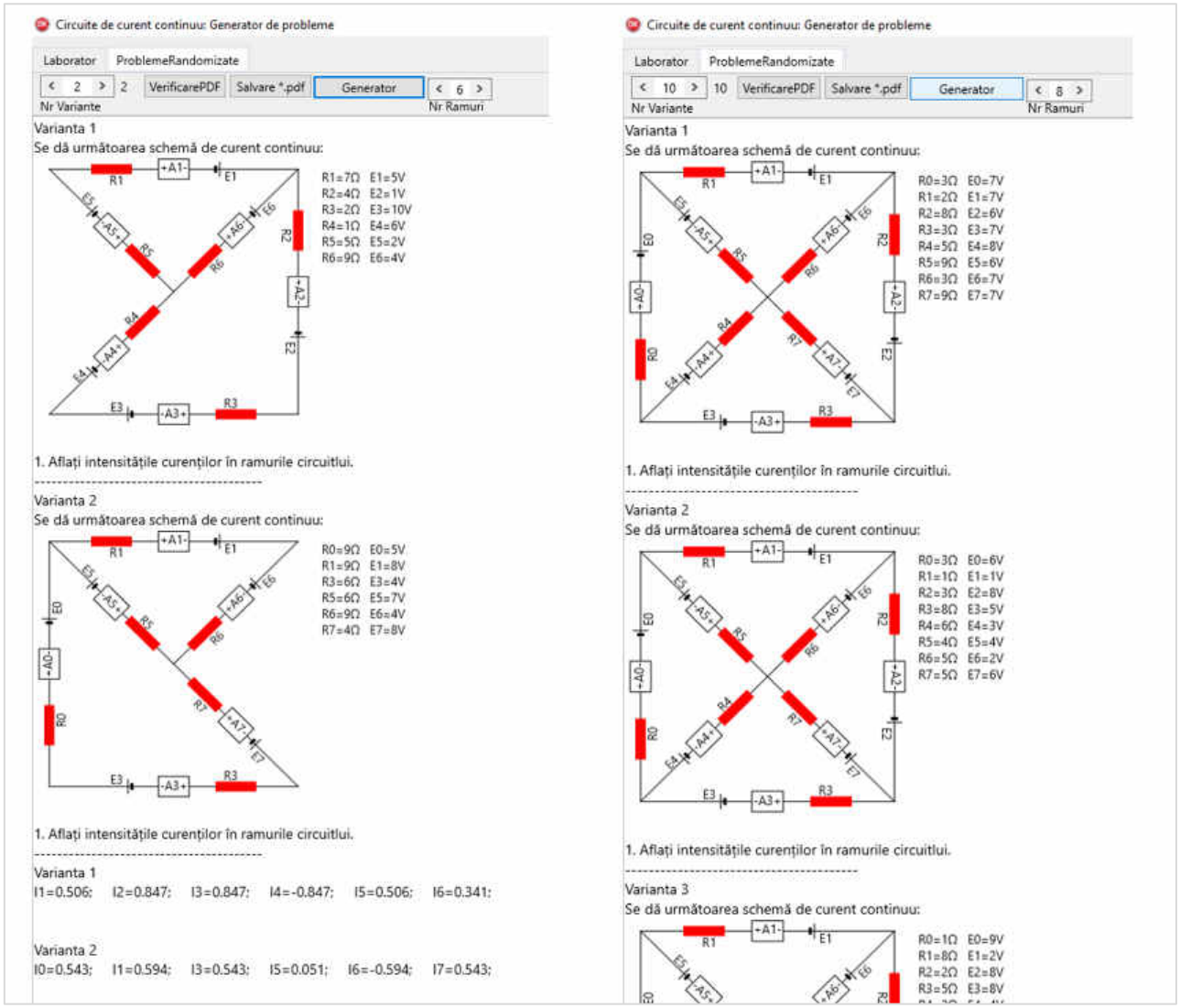


Figura 6. Generarea problemelor în *Probleme Ranomizate*

Implementarea aplicației în procesul educațional

Varianta 1

Pentru circuitul electric a cărui schemă este reprezentată în figura alăturată se cunosc: E_1=1V, E_3=7V, E_4=4V, E_5=2V, E_6=3V, E_7=1V, R_1=1Ω, R_3=1Ω, R_4=9Ω, R_5=7Ω, R_6=2Ω, R_7=3Ω. Determinați intensitățile curenților în ramurile circuitului.

Soluții:

Varianta:1

I_1=0A; I_3==0,308A; I_4=-0,308A; I_5=0A; I_6=0A; I_7=0,308A.

Varianta: 2

I_0=0,64A; I_1=0,163A; I_3==0A; I_4=0,64A; I_5=-0,478A; I_6=-0,163A.

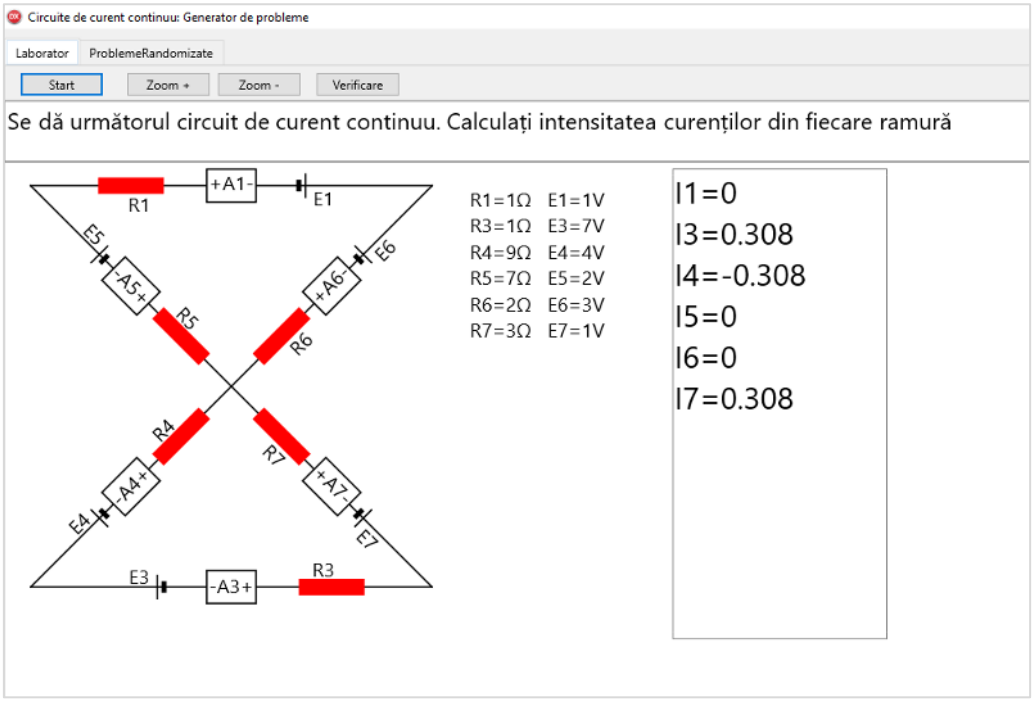


Figura 7. Schema circuitului din variant I și soluția

Tranzistor bipolar

Denumirea de **tranzistor** provine de la: TRANsfer și reSISTOR și se referă la transferarea curentului dintr-un circuit cu rezistență mică – circuitul B-E, unde joncțiunea B-E este polarizată direct, într-un circuit cu rezistență mare – circuitul B-C, unde joncțiunea B-C este polarizată invers. TB poate fi conectat in circuit in trei moduri posibile, în dependență de terminalul comun intre intrare si iesire conform figurii 7(a,b,c).

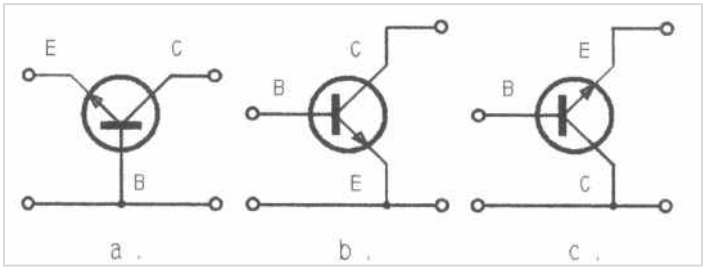


Figura 8. Modurile de conectare în circuit ale tranzistorului bipolar: a-Bază comună (BC) , b-Emitor comun (EC) , c-Colector comun (CC)

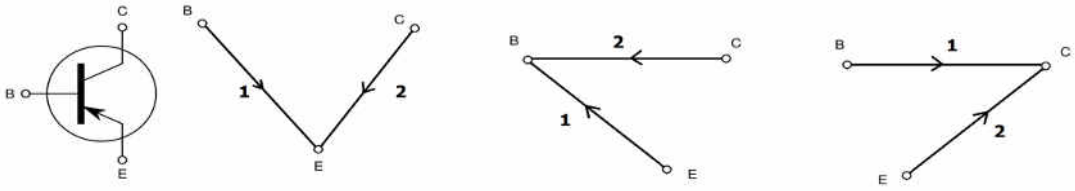


Figura 9. Grafurile pentru cele trei moduri de conectare în circuit ale tranzistorului bipolar

Tipul grafului unui circuit cu tranzistori depinde de alegerea polilor de bază ai tranzistorilor. De exemplu pentru circuitul din figura 10(a), obținem graful prezentat în figura 10(b) (arcurile grafurilor polilor tranzistoarelor sunt evidențiate cu linii aldine).

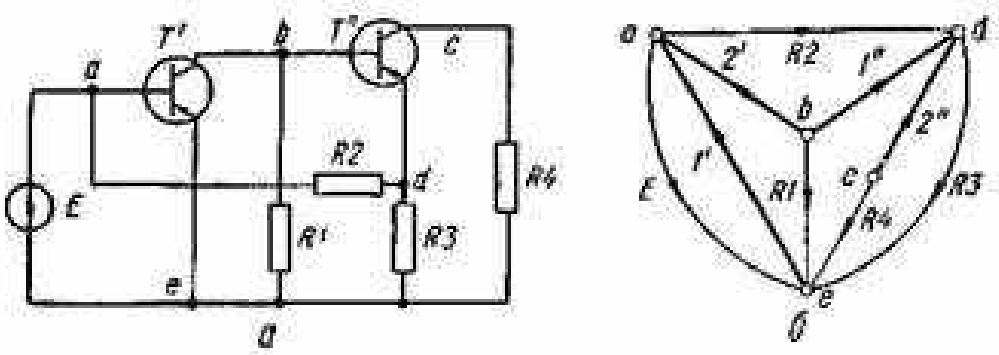


Figura 10. Schema circuitului electric cu tranzistori bipolari și graful ei

Concluzii

1. Ca rezultat al modelării matematice a fost creată o aplicație de simulare asistată de calculator a circuitelor electrice ramificate de curent continuu.
2. Aplicația a fost elaborată o în mediul de programare Delphi 10.
3. Cel mai important avantajul acestui soft este posibilitatea de a genera o mulțime de variante (de probleme) cu circuite electrice ramificate.
4. Schema variantei împreună cu rezultatele, pot fi salvate și imprimate pe un suport de hârtie.

Bibliografie

1. MALINOVSCHI, V. *Didactica Fizicii.* Bucureşti: E.D.P., R.A., 2003.
2. OLTEAN, M. Delphi 7.0 în 200 de aplicații. Albastră, 2004. 458 p.
3. DABU, C-M. Istoria utilizării modelării și simulării asistate de calculator în ştiinţă. 2012. http://noema.crifst.ro/doc/2012_3_14.pdf, [accesat 10.04.2015].
4. http://www.automation.ucv.ro/Romana/cursuri/beAB12/0%20Circuite%20electrice%20liniare.pdf, [accesat 02.02.2015].
5. http://www.elth.pub.ro/~nemo/Bazele_Electrotehnicii_1/Note%20de%20curs/Introducere.Circuite%20de%20curent%20continuu.pdf, [accesat 10.02.2015].
6. http://bigfoot.cs.upt.ro/~chirila/teaching/upt/id21-aa/lectures/AA-ID-Cap10-1.pdf, [accesat 10.02.2015].
7. Bazele elctrotehnicii. http://www.elth.pub.ro/~nemo/Bazele_Electrotehnicii_1/Note%20de%20curs/Introducere.Circuite%20de%20curent%20continuu.pdf, [accesat 03.02.2015].
8. GHEORGHE A.-G. Culegere de probleme de teoria circuitelor. București, 2012. p. 139. http://www.academia.edu/8320015/Culegere_de_probleme_de_teoria_circuitelor

CZU: 53:37.016

STUDIUL UNDELOR SONORE ÎN CURSUL ȘCOLAR DE FIZICĂ

Igor POSTOLACHI, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-1752-5386
Valentina POSTOLAKI, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-1977-647X
Catedra Teoretică și Fizica Experimentală

Rezumat. În lucrare se prezintă o activitate practică pentru studiul conceptului unde sonore. Fenomenul de interferență a undelor sonore se cercetează cu ajutorul senzorului digital de sunet NUL-212.
Cuvinte cheie: unde sonore, interferența undelor sonore, bătăi, senzorului digital de sunet.

THE STUDY OF SOUND WAVES IN THE SCHOOL PHYSICS COURSE

Abstract. The paper presents a practical activity for studying the concept of sound waves. The phenomenon of interference of sound waves is investigated using the digital sound sensor NUL-212.
Keywords: sound waves, sound wave interference, beats, digital sound sensor.

Introducere

Sunetul reprezintă o undă mecanică care apare în rezultatul vibrațiilor particulelor dintr-un mediu. În general, undele sonore sunt unde longitudinale, astfel încât mișcarea de oscilație a particulelor este paralelă cu direcția de propagare a undei sonore.

Definiție. Undele mecanice longitudinale care se propaga in medii elastice si produc senzatii auditive se numesc *unde sonore* sau *sunete*, iar sursele unor astfel de unde reprezintă *vibrații sonore* [1].

Particulele mediului vibrează cu o anumită frecvență (ν).

Definiție. Mărimea fizică ν, egala numeric cu numărul de oscilații complete efectuate într-o unitate de timp, se numește *frecvență* (a oscilației):

$$\boldsymbol{\nu = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}} \qquad (1)$$

Unde T - Timpul necesar pentru efectuarea unei oscilații complete se numește *perioadă*. În SI unitatea perioadei este secunda, $[T]$ = 1 s.

In SI unitatea frecvenței este Hertz, $[\nu]$ = 1Hz=1/s.

Lungimea de undă (λ) a unei unde sonore este distanța pe care sunetul o parcurge pentru a finaliza un ciclu. Unitățile comune pentru lungimea de undă sunt m sau mm.

Definiție. Distanta minima λ dintre doua suprafețe de unda, ale căror puncte oscilează in concordanta de faza, se numește *lungime de unda*. $\lambda = v/T$. (2)

Daca se exprima perioada prin frecventa, atunci pentru lungimea de unda obținem

$$\boldsymbol{\lambda = v\nu}. \qquad (3)$$

Notă: Rețineți că fiecare diapazon la excitare produce o notă muzicală de o anumită frecvența în Hz.

Așadar, lungimea de unda depinde de sursa de oscilații prin perioada sau frecvență.

Viteza undei sonore (v) se referă la distanța pe care o parcurge unda sonoră într-o unitatea de timp. Viteza undelor sonore este adesea exprimată în m/s.

Undele mecanice longitudinale care se propaga in medii elastice și produc senzații auditive se numesc *unde sonore* sau *sunete*, iar sursele unor astfel de unde reprezintă *vibrații sonore*.

Astfel, în funcție de frecvența vibrațiilor elastice, acestea se clasifică în modul următor:

– vibrații cu frecvențe $\nu < 16$ Hz, numite infrasunete;
– cu frecvențe $16 \text{ Hz} \leq \nu \leq 20$ kHz – numite sunete;
– cu frecvențe $\nu > 20$ kHz, numite ultrasunete.

Undele sonore ajung la urechea noastră, propagându-se de obicei prin aer, însă ele se pot propaga atât in lichide, cit și in solide. Cercetările experimentale și teoretice au arătat ca viteza de propagare a undelor sonore prin lichide și solide este mult mai mare decât in gaze. De exemplu, viteza sunetului in aer la condiții normale este de 330 m/s, in apa – de 1500 m/s, iar in otel – de 5 500 m/s. Însă nu orice vibrație poate produce senzația de sunet. S-a constatat ca urechea unui om este sensibila la undele mecanice caracterizate cu frecvente situate in diapazonul de aproximativ 16–20 000 Hz.

Undele sonore iau naștere în urma vibrațiilor de natură mecanică. De obicei sunetul are la bază un obiect care vibrează și transmite acest fenomen și mediului înconjurător. *Diapazonul (Fig.1)* este un exemplu de sursă de vibrații care generează unde sonore.

Figura 1. Diapazon și ciocan pentru excitarea diapazonului

Dacă lovim diapazonul cu un ciocan special, se poate observa cum acesta este antrenat într-o mișcare de du-te vino cu o anumită frecvență. Vibrațiile respective antrenează moleculele de aer din preajma diapazonului, creând *zone de compresie* în care moleculele se aglomerează și *zone de rarefiere* unde, dimpotrivă, moleculele de aer se depărtează unele de altele. *Undele sonore se propagă așadar sub forma unor variații continue ale presiunii aerului.*

Diapazonul (Fig.1) constă dintr-o furcă de oțel care, atunci când este lovită, produce un sunet pur, lipsit de frecvențe armonice. Acest sunet poate fi amplificat dacă la baza furcii este așezată pe o cutie sonoră.

Frecvența la care oscilează diapazonul depinde de proprietățile elastice ale materialului din care este confecționat, de lungimea și distanța dintre ramurile furcii: este posibil să găsim diapozitive calibrate pentru a emite diferite note pe piață. Cea mai comună este diapozitivul din ***La*** , care oscilează la o frecvență de 440Hz, și este folosit pentru a regla instrumentele.

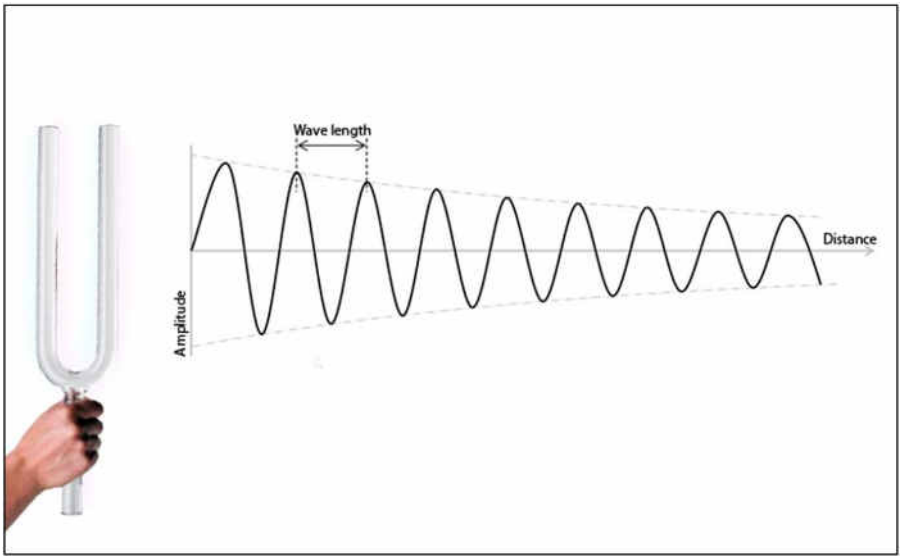


Figura 2. Schema propagării undelor sonore excitate de un diapazon

Imaginea din Fig.2 descrie modul în care undele sonore se propagă de la un diapazon.

Diapazoanele sunt folosite în special de muzicieni, fizicieni și medici. Diapazoanele au doi dinți dreptunghiulari. Lungimea dinților afectează frecvența furcii. Cele două dinți sunt unite pe o tulpină.

Dacă diapazonul este montat pe o cutie de rezonanta (din lemn), atunci când vibrează face sa vibreze si aerul din interiorul cutiei la aceeași frecventa. Acest proces crește intensitatea sunetului diapazonului.

Să analizăm acum particularitățile propagării concomitente a mai multor unde prin unul și același mediu. Este evident că în asemenea situații vor exista regiuni ale mediului în care undele se suprapun.

Un interes practic deosebit reprezintă cazul suprapunerii undelor de aceeași pulsație și caracterizate de o diferența de faza constanta in timp.

Sursele de unde, ale căror oscilații se produc cu aceeași pulsație si mențin pe durata întregului proces oscilatoriu o diferența de faza constanta, se numesc *surse coerente*, iar undele produse de aceste surse – *unde coerente*.

La suprapunerea undelor coerente se obține o configurație stabila a punctelor mediului, unele din ele oscilând cu amplitudine mare, iar altele – cu amplitudine mica.

Fenomenul de aplicare sau de atenuare reciproca a amplitudinii oscilații lor rezultante in diferite puncte ale mediului in urma suprapunerii undelor coerente se numește *interferenta*. Regiunea mediului unde se produce interferență este numita *câmp de interferenta*, iar aspectul acestuia – *tablou de interferenta*.

Două unde sonore aproape de aceeași frecvență vor crea o variație a amplitudinii sunetului numită bătăi. Bătăi sunt un exemplu de suprapunere a undelor cu frecvențe apropiate. În figura 3, este prezentat fenomenul de interferență a două unde sonore cu frecvențe apropiate. Tabloul de interferență undele verzi și roșii sunt suprapuse (așezate unul deasupra celuilalt), creând interferențe constructive și distructive.

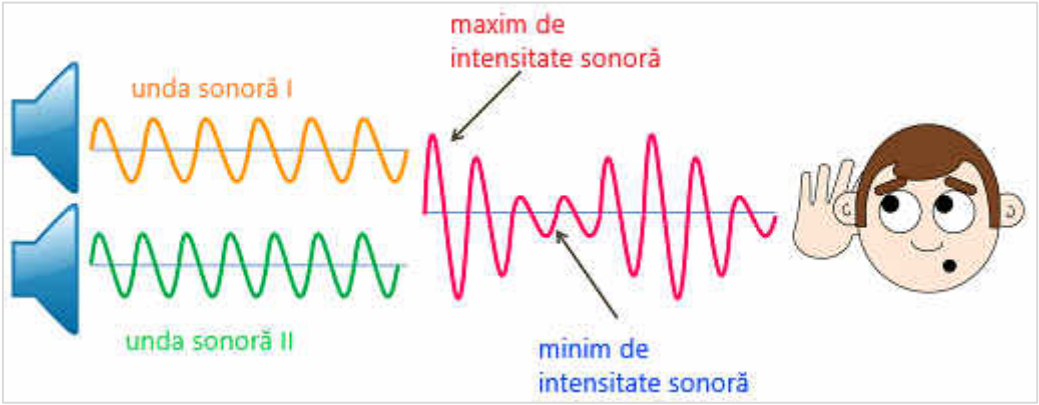


Figura 3. Fenomenul de interferență a două unde sonore cu frecvențe apropiate [4]

În această activitate, pentru a studia fenomenul de interferență și bătăile undelor sonore sonore vom folosi un senzor digital de model Nul-212. În calitate de sursă a undelor sonore vom folosi două diapazoane.

Scopul lucrării:

- Să observe bătăile undelor sonore produse de două diapazoane de pe cutiile de rezonanță.
- Să înțeleagă conceptul de interferență a undelor.

Echipamente și accesorii:

- PC + aplicație NeuLog
- Modul USB-200
- Senzor digital de sunet NUL-212
- Diapazon B-480 Hz
- Diapazon C-512 Hz
- Ciocan

Mersul lucrării:

1. Configurați experimentul cu cele două diapazoane (480 Hz și 512 Hz) așa cum se arată în imaginea din fig.4.

2. Așezați cele două cutii pe masă creând un unghi de aproximativ 120º așa cum se vede în imagine. Deschiderile cutiilor trebuie îndreptate spre aceeași parte.
3. Așezați senzorul de sunet în fața deschiderilor mari ale cutiilor de rezonanță cu diapazon, așa cum se arată în imagine. Orificiul de detectare al senzorului ar trebui să fie îndreptat către deschiderile cutiilor diapazoanelor.

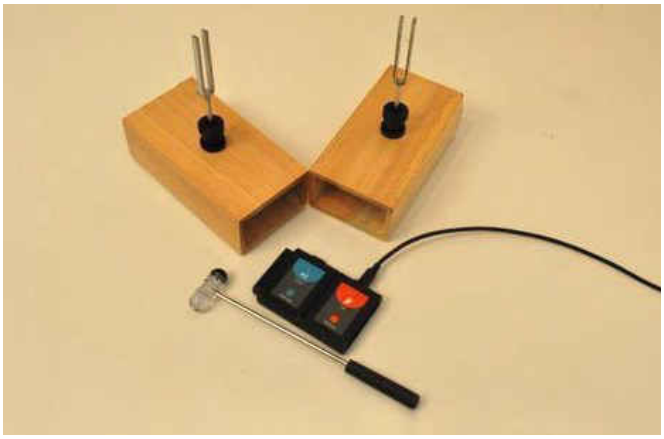


Figura 4. Schema experimentală pentru observarea bătăilor sonore

4. Exersați să produceți sunete lovind ambele diapazon cu ciocanul, unul după altul, cât mai repede posibil.

Configurarea senzorului de subet

5. Conectați modulul USB-200 la computer.
6. Verificați dacă senzorul de sunet este conectat la modulul USB-200.
7. Rulați aplicația NeuLog și verificați dacă senzorul de sunet este identificat.
8. Faceți clic pe caseta **„sensor's module"**.
9. Selectați butonul **„Wave"** pentru a seta modul senzorului.

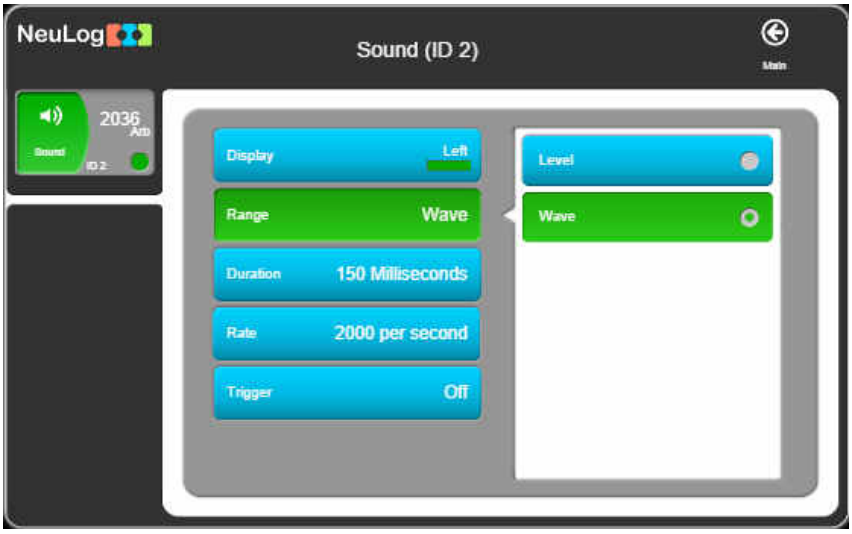


Figura 5. Configurarea senzorului de sunet pentru a seta modul senzorului

10. Faceți clic pe pictogramă pentru a reveni la grafic.
11. Faceți clic pe pictograma Run Experiment și setați:
    - Durata experimentului la 150 de milisecunde;
    - Rata de eșantionare la 2000 pe secundă;

Notă: În această activitate, este mai bine să lucrați în perechi. Un elev ar trebui să lovească diapazonul, iar al doilea elev ar trebui să înceapă imediat măsurarea.

12. Lovind furca diapazonului vom produce unde sonore. Ne străduim să lovim diapazoanele pe rând cu aceiași putere, cât mai repede posibil.
13. Imediat, facem clic pe pictograma „Record” pentru a lansa înregistrarea experimentului.
14. Colectați date în timp ce puteți auzi cele două tonuri. Ar trebui să vedeți o schimbare a amplitudinii undei în timp.
15. Repetați măsurarea de câteva ori până când obțineți două unde periodice care alternează cu frecvența între 480 Hz și 512 H.)
16. Faceți clic pe pictograma Zoom fit .
17. Graficul Dvs. ar trebui să fie similar cu dependența din fig. 6.

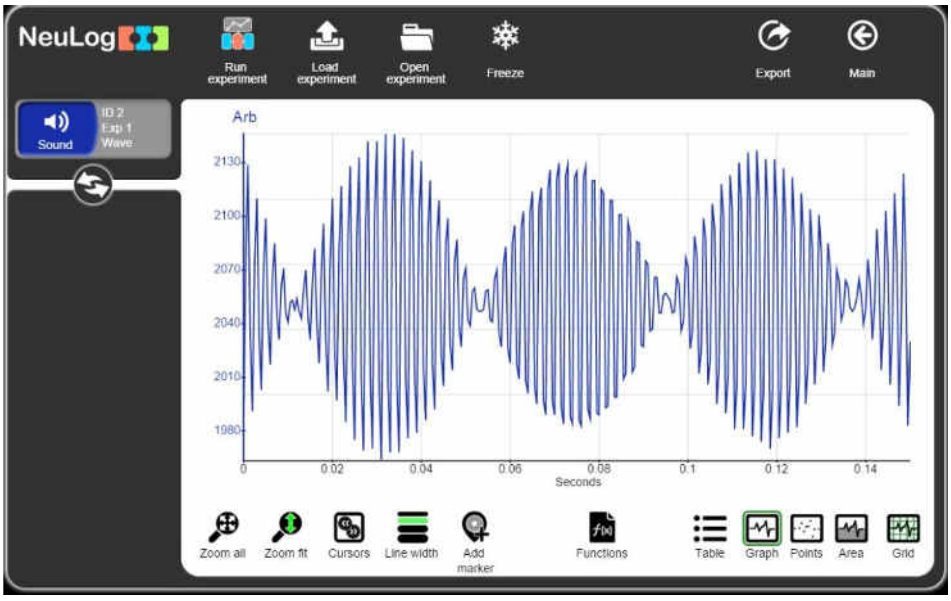


Figura 6. Graficul bătăilor sonore la interferența undelor de 480 și 512 Hz

18. Salvați graficul.
19. Putem vedea cum undele alternează între interferența constructivă și cea distructivă, creând un model de bătăi.
20. Faceți clic pe pictograma „**Cursors**” și alegeți o parte care include un grup de undă complet.

21. Priviți partea ΔX din tabel. Împărțiți 1 la acest număr și veți obține frecvența grupului de undă. Introduceți această frecvență în tabelul de mai jos.

Frecvența undei [Hz]	Frecvența undei [Hz]	Frecvența diapazonului de 480Hz	Frecvența diapazonului de 512Hz	Frecvența calculată (f1-f2)/2 [Hz]	Frecvența înaltă calculată în (f1+f2)/2 [Hz]

22. Faceți clic pe pictograma cursorului și alegeți partea din interiorul grupului de undă.

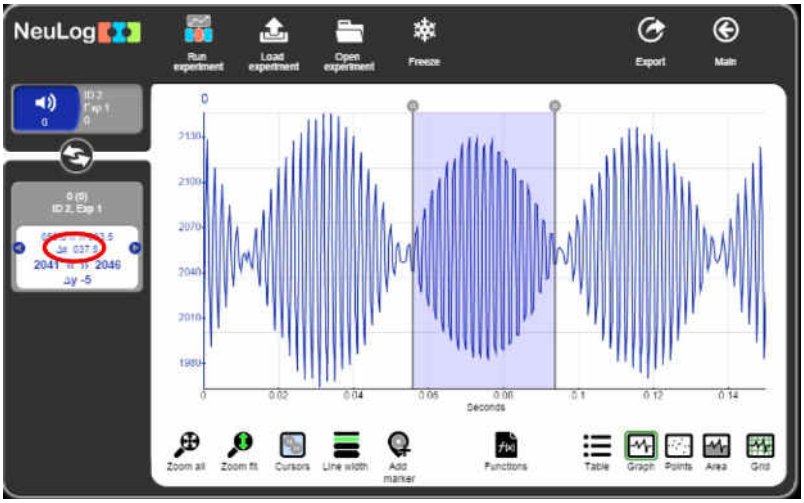


Figura 7. Graficul bătăilor la interferența undelor sonore de 480 Hz și 512 Hz

23. Numărați numărul de unde și împărțiți-l la diferența de timp dintre cursoare. Introduceți această valoare în partea „Frecvență înaltă măsurată în interiorul unei bătăi [Hz]” din tabel.

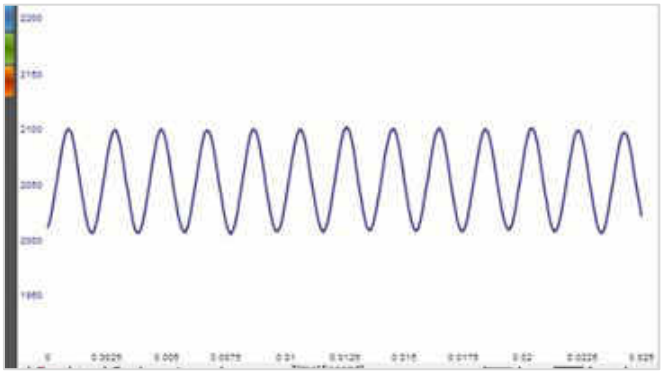


Figura 8. Graficul undei sonore de la primul diapazon

24. Schimbați durata experimentului la 25 de milisecunde și rata la 10.000 măsurări pe secundă făcând clic pe pictograma „**Run experiment”** (Executare experiment).
25. Loviți unul dintre diapazoane.

26. Imediat, faceți clic pe pictograma „**Record”** (Înregistrare măsurare). pentru a începe înregistrarea experimentului.
27. Determinați frecvența ca în secțiunea anterioară.
28. Introduceți valoarea frecvenței în tabelul anterior.

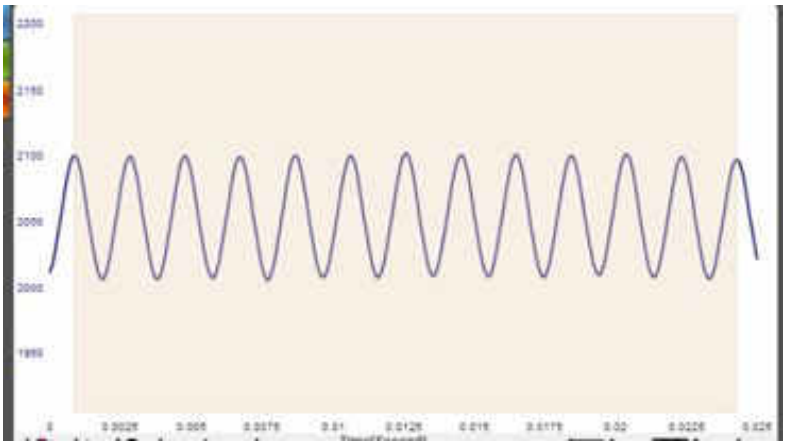


Figura 9. Graficul undei sonore de la al doilea diapazon

29. Repetați această procedură cu celălalt diapazon și scrieți frecvența măsurată în tabel.

Întrebări de consolidare

1. Explicați semnificația interferenței constructive și distructive.
2. Frecvența bătăilor trebuie să fie egală cu $(f_1-f_2)/2$; unde f_1 și f_2 sunt frecvențele originale ale diapazonului pe care le-ați măsurat. Calculați frecvența grupului de unde și introduceți valoarea în tabel. Cele două valori ale frecvenței calculate și determinate experimental sunt similare între ele?
3. Frecvența înaltă din interiorul grupului de unde ar trebui să fie media celor două frecvențe originale $(f_1+f_2)/2$. Calculați frecvența înaltă și introduceți valoarea în tabelul din secțiunea 23. Cele două valori de înaltă frecvență sunt similare între ele?

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), *Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul* 20.80009.0807.20*, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare*.

Bibliografie

1. Fizică. Astronomie. Cl. X-XII. Ghid de implementare a curriculumului. Chișinău, 2019.
2. MARINCIUC, M.; RUSU, S. Fizică. Manual pentru clasa 10-a. Știința, 2012. 180 p.
3. Neuron Logger. Sensor Network Technology. User Guide. https://neulog.com/Downloads/NeuLog_User_Guide_Ver_6_21_EN.pdf
4. https://www.physics-and-radio-electronics.com/physics/beats-waves-physics.html

CZU: 37.02:535.31

PROIECT STE(A)M „STUDIUL NATURII LUMINII- AMESTECUL DE CULORI PRIMARE”

Tatiana TIRON, profesor de fizică
https://orcid.org/0000-0002-4717-2200
IP Liceul Teoretic Ștefan cel Mare

Rezumat. În lucrarea dată este descrisă metoda de prezentare a unui proiect STE(A)M, care a fost realizată de către eleviii clasei a IX-a și ghidată de profesor de fizică. Este un studiu mai deosebit al instrumentului optic natural- ochiul, ce se studiază în clasa a IX-a la capitolul Optica geometrică. Tot în capitolul dat este prezentată tema maladiile și lentile pentru reglarea vederii. În cadrul lecțiilor de robotică la acest domeniu se studiază culorile primare și amestecul culorilor primare cu ajutorul ledurilor și a ledului multicolor RGB. Unul din cele mai principal studiu în cadrul acestui proiect este vizibilitatea pe timp de noapte și deslușirea culorilor de șoferii autovehiculelor pentru evitarea accidentelor. În cadrul acestui proiect este studiată nu doar disciplina fizica, ci și biologia (studiul ochiului), informatica (programarea pieselor Arduino, amestecul de culori la rezoluția monitorului), engleza (comanda în programare), chimia (culorile, amestecul de culori, culori fluorescente), matematica (calculele, distanțe), inginerie (construcția machetului amestecul de culori și ledul RGB), artă (prezentarea creativă a produsului).
Cuvinte cheie: proiect, STE(A)M, fizica, robotica, cercetare, modelare.

STE(A)M PROJECT: "STUDY OF THE NATURE OF LIGHT – THE MIXTURE OF PRIMARY COLORS"

Abstract. The given paper describes the method of presenting a STE(A)M project, which was carried out by the students of the 9th grade and guided by teacher Tiron Tatiana. It is a more special study of the natural optical instrument - the eye, which is studied in the 9th grade in the Geometric Optics chapter. Also in the given chapter is presented the topic of diseases and lenses for adjusting vision. In the robotics lessons in this field, primary colors and the mixture of primary colors are studied with the help of LEDs and RGB multicolor LED. One of the most important studies in this project is the visibility at night and the recognition of colors by motor vehicle drivers to avoid accidents. Within this project, not only physics is studied, but also biology (the study of the eye), informatics (programming of Arduino parts, color mixing at the monitor resolution), English (command in programming), chemistry (colors, color mixing, fluorescent colors), math (calculations, distances), engineering (model construction, color mixing and RGB LED), art (creative presentation of the product).
Keywords: project, STE(A)M, physics, robotics, research, modeling.

Identificarea problemei- Lumina reprezintă sursa principală a vieții. Din primele clipe ale vieții noi ne bucurăm de aspectele ce ne înconjoară, doar datorită luminii și organelor de simț care ne permit culegerea informațiilor din mediul înconjurător. Unul din cele mai misterioase procese este cela de a vedea. În momentul când undele luminoase se propagă ochiul nostru se bucură de minunatele aspecte ale lumii deslușind diferite culori. Pe timp de noapte însă vizibilitatea este redusă și în dependență de tipul luminii artificiale permite a observa obstacolul la diferite distanțe în dependență de culoarea obstacolului. Pentru a înțelege asfel de informație vom studia:

- Natura luminii, culorile primare și amestecul de culori.
- Structura ochiului-sistem optic natural și maladiile acestuia
- Deslușire culorilor și vizibilitatea pe timp de noapte.

Studiul naturii luminii -Se ştie că ochiul uman absoarbe unde electromagnetice, adică „vede”, în intervalul 400–760 nanometri şi „desluşeşte” culorile galben, portocaliu, roşu, albastru, verde, violet şi indigo. Culoarea albă prezintă lipsă de absorbţie a undelor „vizibile”. Culoarea neagră semnalează că sunt absorbite toate radiaţiile „vizibile”. În afară de aceasta, unele culori se obţin prin amestecarea aşa–numitor culori primare.

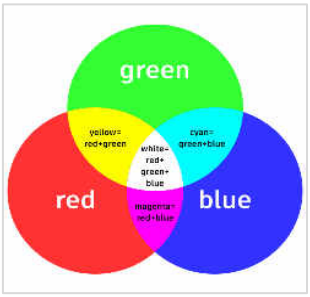


Figura 1. Amestecul culorilor primare

Cercetarea în cadrul proiectului amestecului de culori primare și ledul multicolor RGB cu ajutorul pieselor Arduino. Astfel este explicată și rezoluția monitoarelor. Așa sunt amestecate culorile primare pe monitoare și noi vedem imaginea în diferite culori.

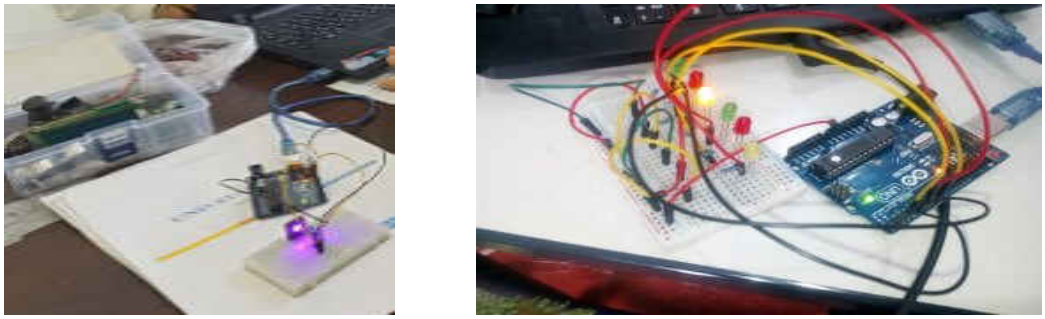


Figura 2. Arduino Ledul multicolor RGB

Studiul structurii și maladiilor ochilor, metodele de prevenire. Structura ochiului-sistemului optic natural se studiază în clasa a VIII-a la biologie, apoi la fizică în clasa a IX-a elevii studiază cum se transmite proiecția imaginii pe retină, funcția cristalinului și disfuncția acestuia.

Ceea ce numim „culoare” este ceva subiectiv, datorită structurii ochiului nostru. Unii oameni cu defecte de vedere (daltoniştii) „văd” – descifrează mai puţine nuanţe cromatice. Este cazul să semnalăm că ochiul unor animale şi păsări „desluşeşte” mai puţine culori faţă de cel uman, uneori numai o singură culoare. Sindromul vizual al computerului este o afecțiune a vederii cauzată de o muncă prelungită la un computer (telefon, tabletă). Proiecția

imaginii în fața retinei provoacă miopia, maladia care se reglează cu ajutorul lentilei divergente, dar proiecția imaginei după retină provoacă hipermetropia ce se reglează cu lentilele convergente. Cauzele apariţiilor acestor maladii elevii cunosc și cu mare plăcere aduc informații necesare pentru a studia aceste teme.

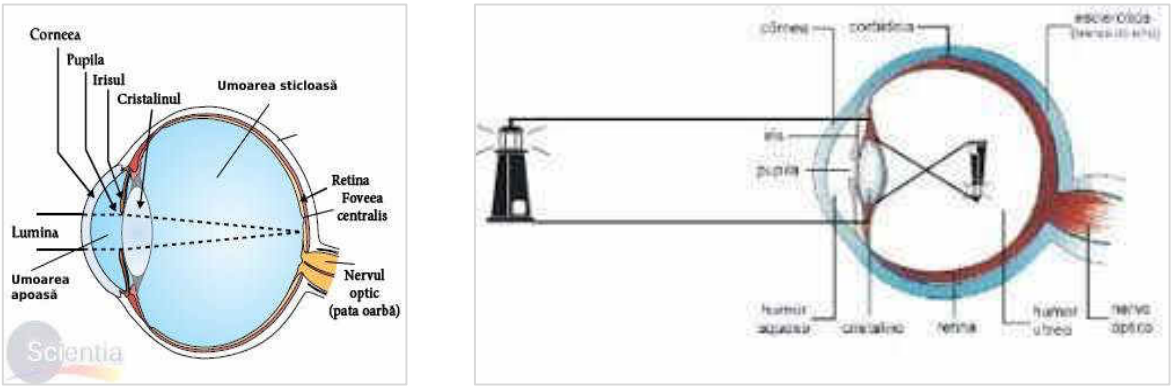


Figura 3. Structura ochiului, proiecția imaginei pe retină

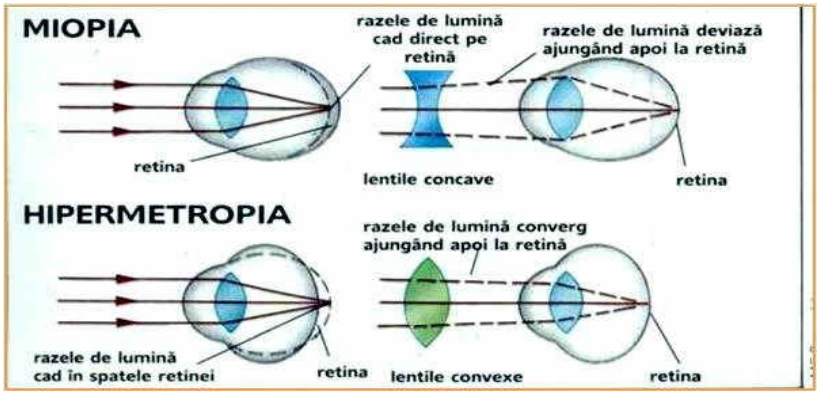


Figura 4. Maladiile ochilor

Deslușirea culorilor și vizibilitatea pe timp de noapte. Pe timp de noapte este foarte necesar ca elevii să cunoască tot despre culoare hainelor selectate, pentru a ajuta șoferii autovehiculelor observarea lor de la distanță cât mai mare, pentru a minimiza accidentele rutiere din cauza vizibilității proaste. Vizibilitatea depinde de sursa de lumină artificială, puterea și tipul becului, de uloarea hainelor pietonilor, de impuritățile prezente în meiu (ceață, fum...). Distanța de frânare a automobilului este cunoscută, dar și culoarea îmbrăcămintei are mare importanță întunecată este percepută de șofer foarte târziu, albastru la 17m, roșu la 24m, galben la 37m, alb 55m, doar cele reflectorizante la 130m.

În figura 5 se observă distanța de vizibilitate a diferitor culori pe timp de noapte, datorită imaginii date copii cunosc ce vestimentație să selecteze pentru plimbarea de seară. În final a fost realizat un machet cu căruciorul Arduino și distanța până la pieton îmbrăcat în diferite culori. Copii au încercat reacția proprie de a frâna chiar cu vizibilitatea perfectă, dar au observat dificultățile. Reacția trebuie să fie bine dezvoltată și până elevul observă pietonul apasă pe butonul oprire trece 3-5 secunde. Acest timp la diferite viteze a adus la

diferite rezultate. Elevii au înțeles prioritatea vieții și că nu doar șoferul este vinovat, dar în unele cazuri este chiar pietonul cauza accidentelor.

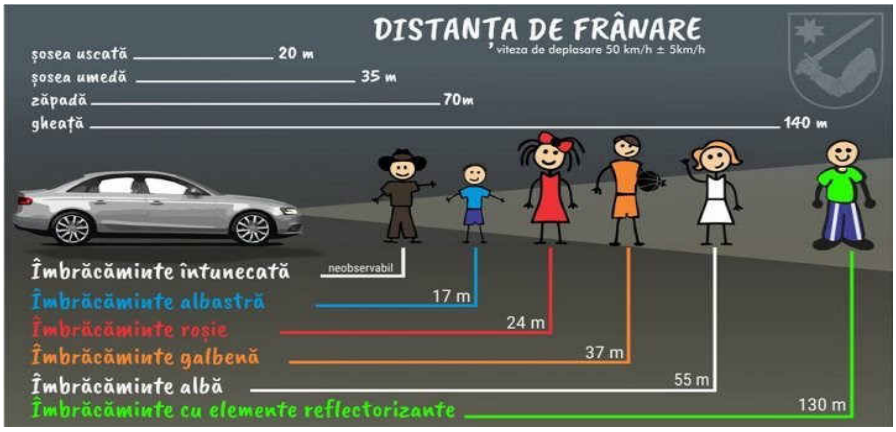


Figura 5. Vizibilitatea pet imp de noapte

Astfel studiind lumina și culorile elevii au implementat cunoștințele direct în experiență de viață, au observat cât de important este să păstrăm vederea și să nu defectăm cu petrecerea timpului la monitoare ci mai bine în sânul naturii, admirând culorile care sunt dăruite de natură ochiului uman.

Figura 6. Machetul proiectului

În figura 6 observăm cum se mișcă o mașină lângă casă, pietonul sare gardul și apare pe drum nereglamentar, nu pe trecere de pietoni, brusc. Un elev manipulează cu roboțelul alb-care reprezintă pietonul. Funcția altui elev este de a fi șofer și a opri brusc vehicolu-căruciorul fără a permite accident.

Concluzie

În acest machet, creat de elevi, ei observă cât timp este necesar pentru a transmite la creier informația văzută și a reacționa la cele văzute.Cât timp are nevoie un șofer pentru a reacționa la obstacol reieșind din sistemul vizual și nervos. În final ei cunosc nu doar sensul luminii și culorilor în viața omului, dar și pe propria experiență că datorită respectării unor

norme se poate de a evita accidente. Proiectul dat a cercetat mai multe domenii ca biologie, fizică, matematică, inginerie etc... Au fost studiate, cercete, analizate și explicate toate elementele necesare acestui proiect domeniului atins.

Bibliografie

1. ALTIN, H.; DUVIN, T.; HENDRIKSON, S.; JÕE, I..; PIKNER, H.; RANTSUS, R.; SARAPUU, R.; SELL, R.; VILLEMS, A.; VÄLJAOTS, E. Manual teoretic de robotică și mecatronică, 2017. p. 42.
2. Ghid Uno Starter Kit. Manual, 2017. p. 23.
3. ALTIN, H.; RANTSUS, R.; SPAAL, G.; DUVIN, T. Manual pentru kitul LEGO, 2017. p.20.
4. POTOLEA, D. Profesorul și strategiile conducerii învățării. Bucuresti: Editura Academiei, 1989. p.144.
5. CRISTEA, S. Dicționar de termeni pedagogici. București: Editura didactică și pedagogică, 1998. p. 422.
6. M.E.C. Curriculum Naţional. Programe şcolare pentru aria curriculară: Matematică şi Ştiinţe ale Naturii, Bucureşti, 2001.
7. GHERBANOVSCHI, C., GHERBANOVSCHI, N. Manual pentru clasa a IX-a. Bucureşti: Editura Niculescu, 2005.

CZU: 37.02:53

ИДЕИ STEM-ПРОЕКТОВ, ВОЗНИКАЮЩИЕ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ

Андрей Андреевич ДАВИДЕНКО, доктор (хабилитат), профессор
https://orcid.org/0000-0003-1542-8475
Национальный университет «Черниговский коллегиум» имени Т. Г. Шевченко

Резюме. В статье показано, как идеи STEM-проектов могут возникать непосредственно в процессе обучения физике. Это может происходить во время рассмотрения нового материала, в ходе решения задач и, тем более, в ходе выполнения лабораторных или же практических работ. Здесь же рассматриваются конкретные примеры из опыта работы автора учителем физики в школе, преподавателем физики и ее дидактики в университете, а также на курсах повышения квалификации учителей физики.
Ключевые слова: обучение, развитие, исследование, творчество, изобретательство, ученические проекты, STEM-проекты.

STEM PROJECT IDEAS THAT APPEAR IN PHYSICS CLASSES

Abstract. The article shows how the ideas of STEM projects can arise directly in the process of teaching physics. This can happen during the consideration of new material, in the course of solving problems, and, moreover, in the course of performing laboratory or practical work. It also discusses specific examples from the author's experience as a physics teacher at school, as a teacher of physics and its didactics at the university, as well as in advanced training courses for physics teachers.
Key words: learning, development, research, creativity, invention, student projects, STEM projects.

Во время работы с учителями физики и других естественных предметов мне всегда приходится слышать от них вопросы: «Если отказаться от рефератов, а предлагать учащимся выполнять проекты исследовательского и творческого характера, то где можно взять их тематику?». Это текст, который отражает содержание моего выступления на международной конференции, проводимой на базе педагогического университета Республики Молдова, то ее участникам осмелюсь ответить шуткой: «Тематика проектов и их идеи (более сотни) можно найти в книге «*STEM/STEAM*-проекты по физике», которую мы написали в соавторстве с Виорелом Боканча» (30 сентября состоялась ее презентация). И это действительно так. Однако, откуда же они появились в этой книге? И нельзя же ограничиться представленной в книге тематикой и, даже, идеями! Данную проблему необходимо видеть шире. Попытаюсь ее раскрыть хотя бы частично, насколько позволяют пределы, ограничивающие данный текст.

Процесс обучения физике обладает значительным потенциалом для развития человека. Однако, реализовать его можно лишь в случае отказа от репродуктивных методов обучения, которые позволяют передавать учащимся готовые знания (знания в готовом виде). Ребенка необходимо воспринимать не как биологический накопитель данных, подобно известным техническим устройствам: жесткому диску,

оптическому диску, флэшке и др., а как разумное существо, которое способно самостоятельно добывать знания, а потом еще и использовать их для создания чего-либо нового. Я не говорю, что это просто. Но к этому надо переходить.

Интересно, что даже в программах по физике, о роли ученических проектов, среди которых ожидаются и *STEM*-проекты, или же не говорится ничего, или же им отводится обросшая бородой роль инструмента для активизации познавательной деятельности. Так и хочется сказать, что же мы всё активизируем познавательную деятельность, а кто-то же создает и новые устройства и технологии. У нас примерно так:

1. Активизация познавательной деятельности.
2. Активизация активизированной познавательной деятельности.
3. Активизация активизированной активизации познавательной деятельности и т.д.

После одной из своих поездок в Москву в 60-е годы известный французский физик Анатоль Абрагам в своей автобиографической книге поделился воспоминанием о посещении Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Он рассказал, как один из профессоров И. названного университета «расхваливал советскую систему высшего образования, при этом отметил высокий уровень студенческих стипендий и преподавательских окладов. «Верующие» восхищались. Я нашел, что он жонглировал цифрами уж очень ловко, но смолчал. Но когда И. объявил, что студенты выслушивают тридцать пять часов лекций в неделю, что вызвало восторг «верующих», я не вытерпел и спросил: «Когда же они думают?» Мой вопрос был встречен неодобрительным молчанием» [1, с. 157]. Почти так и в нашем случае. Мы передаем школьникам и студентам готовые знания, а они их запоминают. У кого из них память (технивеская модель – запоминающее устройство) получше, тот и учится лучше. Правда, при этом надо еще уметь воспроизвести то, что запомнил, но это уже дело второстепенное. Мы знаем многих людей, которые запомнят «чужое» и так его преподнесут, что далеко до них Ому, Ньютону, Эйнштейну…

А как же с развитием человека? С развитием его способностей, в частности исследовательских и творческих? Ведь учеными и изобретателями становятся не те, у кото получше пам'ять, а те, которые умеют исследовать и потому делают научные открытия, те, которые умеют творить, то есть, создавать оригинальный продукт: технические устройства и технологии! Но проблема в том, что у взрослого человека эти способности развить очень тяжело да и, вообще, возможно ли. Понятие сенситивного периода развития человека – категория психологическая, но действует она применительно ко всему человечеству…

Однако, возвратимся к процессу обучения физике, к нашей теме. По известным причинам рассмотрим лишь несколько примеров.

Сразу хочется обратить внимание на то, что, провозглашая физику наукой экспериментальной, после проведения первого её урока с демонстрацией интересных опытов, мы продолжаем ее преподавать так, как и другие предметы: математику, историю, географию и др. Я уже говорил об этом выше. Это на уроках подачи нового материала. А что же на лабораторных работах, где, как и должно казаться непосвященному в наше дело человеку, все должно сводиться к эксперименту? Оказывается, нет. Здесь также инструкция. Элементарные действия ученика с нашим ожиданием не всегда понятных выводов типа: «Сегодня на уроке я научился определять жесткость пружины». Зачем такой вывод? Кому он нужен? *Где здесь физика, ведь научился-то человек?!*

Однако, хочется обратить внимание на то, как предлагается выполнять лабораторные работы в учебниках для учащихся таких авторов, как Виорел Боканча, Николай Константинов и ныне покойный Ион Ботгрос. Здесь в списке использованных источников лишь один из таких учебников (для 8-го класса) [2]. Открыв этот учебник впервые, я удивился, что в нем предлагаются исследовательские лабораторные работы. Этим давно занимаюсь и я. Это отражено в нескольких моих публикациях. В прилагаемом списке лишь одна из них [4]. Отличие лишь в названиях. У меня, например, название такbx работ начинаются со слова «Исследование…», а у молдавских коллег со слова «Изучение…». Следует отметить, что исследовательская деятельность в ходе обучения физики имела место давно, и не только в ходе выполнения лабораторных или же практических работ [3]. Но, как бы там ни было, это все отражает то, что заложено в *STEM*. Осуществляя учебный процесс по физике, мы обязаны знакомить учащихся с методами данной науки.

А сейчас хочется затронуть еще один важный аспект *STEM*. Это, конечно творчество, что в этом акрониме обозначено буквой *E*. В нем ее называют инженерией. Однако, как бы мы это не называли, мы все равно должны вовлекать учащихся в творческую деятельность, то есть, предлагать им выполнять проекты творческого содержания. Это, конечно, сложно, но я покажу, что с ним можно справиться. Для этого предлагаю к рассмотрению нескольких примеров из собственного учительского опыта.

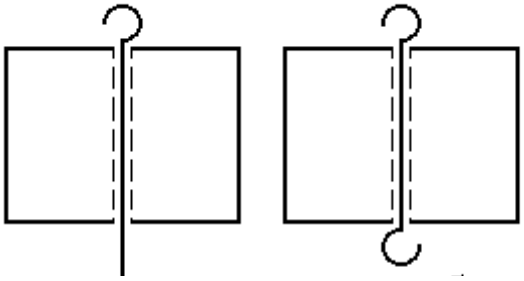


Рисунок 1. К способу восстановления грузиков

Пример 1. Учитель выполняет демонстрацию физического явления с использованием грузиков из набора НГМ-100. Это литые стограммовые грузики. Беда в том, что они отливались вместе с крючками и при случайных падениях на массивные подставки, например, основания штативов, эти крючки отламываются, что делает их непригодными для использования в дальнейшем.

Вот здесь и надо подвести учащихся к необходимости и возможности их восстановления. Чем не творческий, хотя и простой, ученический проект для учащегося 7-9 класса? Способ восстановления грузиков понятен из приведенного ниже рисунка (рис. 1). Хотите тему проекта? Можно сформулировать вместе с детьми. Точно не помню, но у одного из моих учеников она звучала приблизительно так: «Способ восстановления грузиков из набора НГМ-100 для физического эксперимента». Ученик предложил срезать остатки крючков, просверлить в грузике сквозное отверстие и вставить в него проволоку. Я не считаю, что все технологические операции здесь необходимо описывать детально.

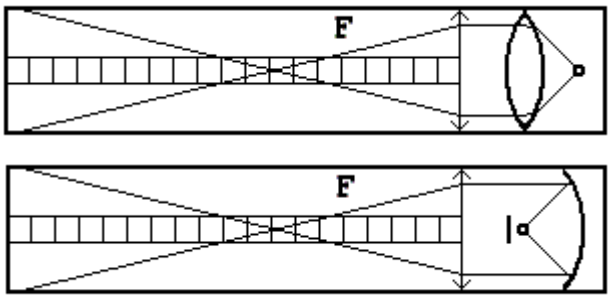


Рисунок 2. Схема прибора для определения фокусного расстояния выпуклых линз

Пример 2. В нем рассматривается создание прибора, который позволяет определять фокусное расстояние выпуклых линз. Все также видно на рисунке (рис. 2). Если расположить такую линзу в пучке параллельных лучей света, то они соберутся в одной точке. Шкала предлагаемого прибора в виде линейки и выдаст нам необходимый результат. Легко понять, что в размещенных (одна над другой) схемах одного и того же прибора использованы различные способы создания пучка параллельных лучей света. В приборе, выполненном по верхней схеме, этот эффект достигается за счет линзы, а во втором случае – за счет зеркала. Данный творческий проект ученика выпускного класса имел следующее название: «Прибор для определения фокусного расстояния выпуклых линз». Идея возникла во время выполнения известной в те годы лабораторной работы: «Определение главного фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы».

Мной составлено несколько сотен изобретательских задач для проведения Всеукраинского турниров юных изобретателей и рационализаторов. Вот несколько из них.

«Ключи в замке». После запирания или отпирания двери, люди достаточно часто оставляют ключи в щели замка, что может привести к негативным последствиям. Предложите устройство, которое бы уведомляло хозяина помещения о том, что он оставил ключ в щели замка.

«Незапертая дверь». Бывают случаи, когда, выходя из дома, человек забывает запереть на замок входную дверь. Предложите устройство или же способ, которые бы обеспечивали уведомление человека о том, что дверь осталась незапертой.

«Замена электроламп». Замена электроламп, которые находятся высоко под потолком, операция несложная, но требует использования раскладной стремянки, стола, стула и т.д., что связано с определенными неудобствами. Предложите простое и безопасное устройство, которое бы позволяло заменять цокольные электролампы, стоя непосредственно на полу.

Очевидно, что решения таких изобретательских задач требуют знаний по физике и их можно представлять на защиту в качестве творческих *STEM*-проектов.

Список использованных источников

1. АБРАГАМ, А. Время вспять, или Физик, физик, где ты был. Москва: "Наука". Физматлит. 1991.
2. BOTGROS, I.; BOCANCEA, V.; CONSTANTINOV, N. *Fizica. Manual pentru clasa a* VIII-a; trad: Galina Ivanova, Evelina Bocancea, Evgenii Gabunia. Ed.1. Cartier, 2003, 128 pag. (colectia Cartier educational).
3. АБДУРАХМАНОВ, С. Д. *Исследовательские работы по физике в 7-8 классах сельских школ. Кн. для учителя: Из опыта работы*. М.: Просвещение, 1990. 110 с.
4. ДАВИДЕНКО, А. А. Лабораторные работы в процессе обучения физике. In: *Фізіка: праблемы выкладання*, 1997. Выпуск 6. с. 26-29. (Мінськ); *Физика в школе* – 2000. №5. с. 46-47.

CZU: 614.2:004

STEM ПРОЕКТ - УМНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ САЛОН

PROIECT STEM -SMART SALON MEDICAL

Валентина ПОСТОЛАКИ, к.т.н., доцент
https://orcid.org/0000-0002-1977-647X
Кафедра теоретической и экспериментальной физики
Ольга РУСНАК, средняя школа «Д. Кантемир», город Единец

Rezumat. În legătură cu situația epidemiologică din țară, în vederea păstrării sănătății oamenilor, în această lucrare se prezintă proiectul „SMART HOSPITAL” pentru secția COVID, care funcționează din sisteme hidraulice. Salonul este dotat cu un senzor de temperatură, un robot care poate transfera medicamente. Proiectul a fost realizat de elevii Liceului „D. Cantemir”, orașul Edineț.
Cuvinte cheie: educație STEM, spital inteligent, presă hidraulică, robot, cabinet medical hidraulic.

STEM PROJECT - SMART MEDICAL SALON

Summary. In connection with the epidemiological situation in the country, in order to preserve people's health, this work presents the project «SMART HOSPITAL» for the COVID ward, which works on hydraulic systems. The salon is equipped with a temperature sensor, a robot machine that can carry medicines. The project was completed by students of the Lyceum «D. Kantemir», city of Edinetz.
Key words: STEM-education, smart hospital, robot machine, hydraulic press, hydraulic medical cabinet.

Введение

Умные больницы или „smart hospitals”, как их принято называть, построены на технологиях, которые автоматизируют множество «ручных» задач, коммуникации и взаимодействие с пациентами. В идеале, конечно, «умная» больница — это сочетание «умных» компонентов, как, например, в госпитале Бундан, Сеульского национального университета, которая использует новейшие технологии и методики лечения серьезных болезней [1]. Пациенту в этой больнице как минимум комфортно находиться. Он осознает, какие манипуляции с ним проводят, как его лечат, даже если доктор не находится поблизости. Есть и разные приятные мелочи, дополняющие систему и делающие пребывание в клинике более приятным. Например, смарт-кровать может поддерживать индивидуальный уровень света и температуры.

В связи с эпидемиологической ситуацией в стране, чтобы сохранить здоровье людей. Мы предложили проект гидравлическая больница (ковид отделение), которая работает от гидравлических систем. В настоящее время потребность в использовании гидравлических систем постоянна. Это объясняется тем, что гидравлические системы достаточно простые конструкции, представляют собой компактные, динамичные установки, работающие на воде и в то же время эффективен в передаче энергии.

Для улучшения здоровья мы разработали этот проект, который помогает с помощью простых механизмов поднимать отдельные части кровати. Для сохранения здоровья медперсонала разработали робот-машину, которая без труда делает уборку

помещения. Управление таким помещением не требует дополнительного медицинского персонала, которого в настоящее время не хватает. Разработанная нами установка оснащена специальным устройством, реагирующим температуру тела и не пропускающим человека в помещение, если его температура не соответствует нормальной температуре тела. Созданные такие гидравлические отделения в больницах снизят риск заражения. Пациентов можно поднимать с помощью такой системы, независимо от физической нагрузки человека. Энергозатраты отсутствуют. Вентиляция отделения также работает на основе гидравлического механизма. Вся установка находится за пределами помещения. Этим блоком можно управлять из соседнего кабинета.

Любая система, приспособленная к нашим повседневным потребностям, позволяет создавать определенные условиях без вмешательства человека или с минимальным участием человека. Экологические свойства помещения зависят от используемых материалов. Больница, спроектированная с помощью этой системы гидравлическая будет адаптирована под бытовые нужды.

Задачи исследования:

1. Изучение основ работы гидравлической больницы, и робот-машину и деталей, которые помогу усовершенствовать;
2. Изучение преимуществ использования данной больницы и выявление недостатков;
3. Построение функционального макета больницы для проверки полученных знаний;
4. Изучение концепции с последующим применением данной больницы и робот машины

Достигнув вышеупомянутых целей, мы продемонстрируем возможности, преимущества и недостатки современной гидравлической больницы и выявим любые недостатки и проблемы.

Оборудование, использованное при создании гидравлической комнаты

- Медицинские шприцы
- Картон
- Медицинские капельницы
- Клеевой пистолет
- Металлический шарик
- Фанера

Робот машина

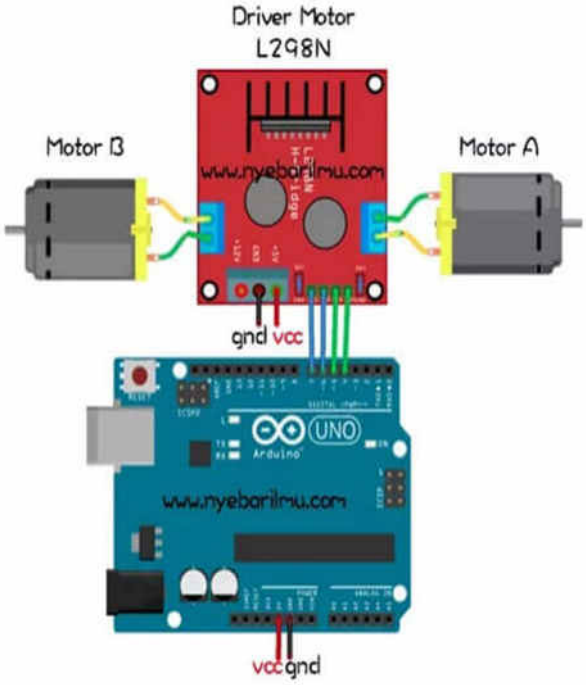
- Ультразвуковой датчик расстояния
- Ардуино UNO
- Кабеля с коннекторами папа-папа

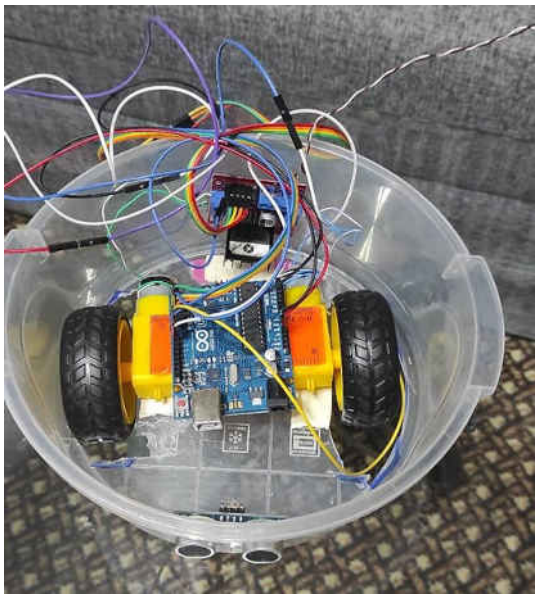
- Кабеля с коннекторами мама-папа
- Драйвер 2 DC моторов или шагового двигателя L298N
- DC двигатель с редуктором -2 шт.
- Колесо - 2 шт.
- Источник питания (на плату и на ультразвуковой датчик расстояния)

Основы работы комнаты

Функционирование больницы основано на работе поршня; для модели достаточно 8 поршней.

Поршень состоит из цилиндра с основанием, которое можно свободно перемещать. Все поршни, заполненные жидкостью и соединенные с помощью пластиковых трубок, позволяют гидравлической больнице работать. Когда воздействуем на поршень в жидкости создается давление.

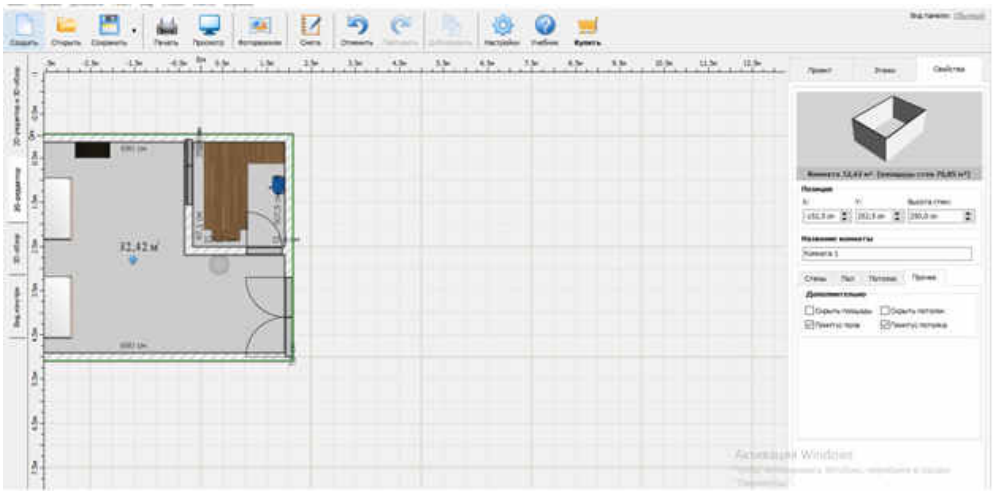




Согласно закону Паскаля, давление, производимое жидкостью одинаково. Таким образом, жидкость поступает в, а затем в другой поршень, где сила будет оказывать свое воздействие на основание, так что расстояние, на которое перемещается первый поршень, всегда будет равно расстоянию, на которое переместился второй поршень, если поршни имеют одинаковый размер и пластиковые трубки настолько тонкий, что его внутренним объемом можно пренебречь. Если поршень отличается по длине и толщине от другого, он функционирует как гидравлический пресс, что дает нам значительный выигрыш в силе. Пластиковые трубки, соединяющие поршни, играют довольно важную роль. Если стенки пластиковой трубки слишком тонкие или имеют изъяны, огромное давление, создаваемое поршнями, может ее разорвать.

Структура изготовления комнаты (модели) и робота машины

Изначально моделируем эскиз помещения в плане (2D) и в пространстве (3D) с помощью программы для дизайна интерьера-3D [2].



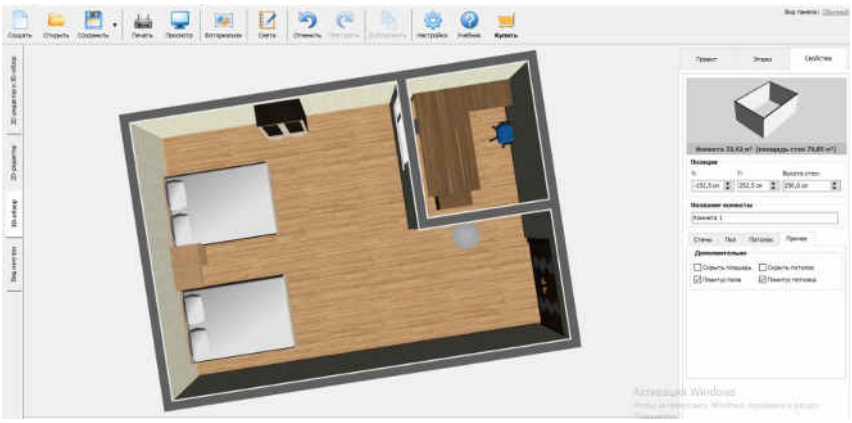
Задача первого поршня состоит в открытие двери для входа в комнату

Второй, третий, четвертый, пятый поршень предназначен для подъема отдельных частей кровати. Они отвечает за подъем части кровати по вертикали. Шестой и седьмой поршень предназначены для открытия дверей шкафа. Второй, третий, четвертый, пятый поршни отличаются своими размерами, в связи с тем, что шкаф тяжелый эти поршни действуют с большей силой. Восьмой поршень предназначен для открытия окна. Робот машина работает на основе платы “ардуино Uno”, соединённая соединительными проводами с драйверомом 2*DC моторов и с ультразвуковым датчиком расстояния, робот машина может двигаться вперед, назад, выполнять повороты измерять расстояние до препятствий умеет автоматически объезжать препятствия, находящиеся впереди [3]. Встречая препятствие робот-машина двигается назад с помощью драйвера двигателей и колесного шасси робота соединённых с батареей для двигателей. К нижней части робота прикреплена щетка, которая позволит очистить помещение. В гидравлической больнице установлена датчик температур, если у пациента температура загорается красная кнопка и к нему не за медлительно приходит медсестра.

Результаты исследований:

1) Создание функциональной модели гидравлической больницы и робот машины.
2) Формирование мнения об актуальности и важности экологических зданий в нашей жизни.
3) Составление списка возможного использования больницы и робот машины; наблюдение за использованием в других областях.
4) Определение проблем или рисков, связанных с созданием такого типа больниц;

5) Создание эскиза конструкции больницы и робот машины, который затем используется в качестве основы функциональной модели.



Выводы

1. Создание комнаты с такой гидравлической системой обеспечит эффективность и надежность.
2. Использование данного механизма гидравлики позволит лёгкое управление предметов в больнице.
3. Использование робот машины облегчит работу технического персонала.
4. В то же время есть небольшие недостатки использования такой системы, возможность протечек гидравлической жидкости. Необходимо регулярно наблюдать за работой данной системы, контролировать давление в системе.
5. Постоянное наблюдение за питанием робота машины, так как аккумулятор имеет возможность потери электроэнергии, а плата Ардуино при нехватки определенной силы тока не может выполнить соответствующие действия.

Литература

1. https://www.snubh.org/
2. https://interior3d.su/download.php
3. https://arduino.ru

Section IV.

Integration of STEAM in the process of studying biology, chemistry and geography

Secția IV.

Integrarea STEAM în procesul de studiere a biologiei, chimiei și geografiei

CZU: 37.02:54

ASPECTE ALE IMPLEMENTĂRII CONCEPTULUI EDUCAȚIONAL STEAM ÎN CADRUL PROIECTULUI ETWINNING „EXPLORATORI XXI”

Nadejda CAZACIOC, doctorand, profesor de Chimie
https://orcid.org/0000-0002-1086-633X
UPSC, IPLT „Ștefan cel Mare și Sfânt”, Căușeni, Taraclia

Rezumat. Educația STEAM este o parte componentă a învățământului modern, care se extinde în aria formală a câmpului educațional cât și în aria non-formală. Ca parte a educației non-formale platforma Etwininng își propune să dezvolte generației secolului XXI competențe, atitudi și aptitudini prin implementarea proiectelor inter/trans și pluridisciplinare. Articolul include exemplificarea elementelor conceptului educațional STEAM în realizarea proiectului eTwinning „Exploratori XXI”.
Cuvinte cheie: educație STEAM, comptențe, educabili, chimie, eTwinning.

ASPECTS OF THE IMPLEMENTATION OF THE STEAM EDUCATIONAL CONCEPT WITHIN THE ETWINNING PROJECT "EXPLORATORS XXI"

Abstract. STEAM education is a component of modern education, which extends in the formal area of the educational field as well as in the non-formal area. As part of non-formal education, the Etwininng platform aims to develop skills, attitudes and skills of the 21st century generation by implementing inter/trans and multidisciplinary projects. The article includes the exemplification of the elements of the STEAM educational concept in the realization of the eTwinning project "Exploratori XXI".
Keywords: STEAM education, skills, educables, chemistry, eTwinning.

Introducere

Sistemele educaționale din întreaga lume recunosc necesitatea schimbărilor majore necesare la nivel de paradigme ale învățării iar preocupările cu privire la modul de educare a unui cetățean productiv sunt din ce în ce mai mari, concentrate pe reformele educației în știință, tehnologie, inginerie, matematică și în special pe natura transdisciplinară modernă a domeniilor individuale, denumit concept STEM. Termenul STEM a fost inventat pentru prima dată în Statele Unite de către Fundația Națională de Știință în anii 1990 și a reprezentat o decizie strategică a oamenilor de știință, tehnologi, ingineri și matematicieni în a construi o bază interconectată între discipline.

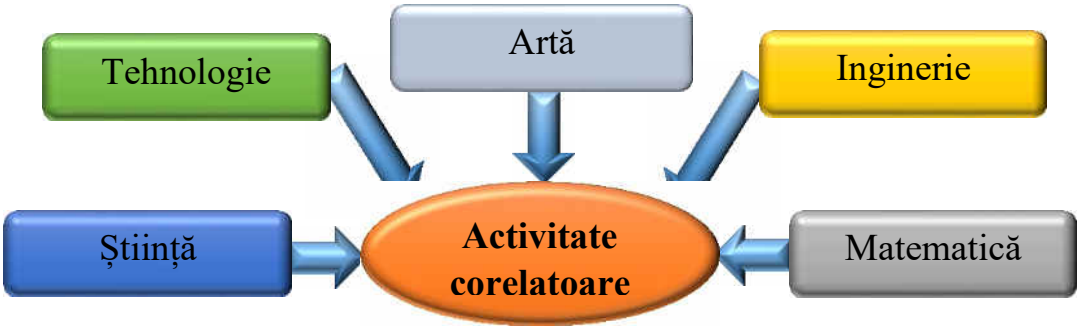


Figura 1. Organizarea coerentă a instruirii în jurul domeniilor de studiu concentrate pe succesiune de activități care ghidează elevii la utilizarea integrată a cunoştinţelor

Formarea viziunii interdisciplinare asupra lumii şi în acelaşi timp formarea elevilor pentru a fi apţi să realizeze abordări de acest fel, necesită un apel la diverse modalităţi de lucru care prilejuiesc exersarea principalelor procese ale gândirii, fără de care nu este posibilă cunoaşterea multiplelor şi variatelor interdependenţe dintre fenomenele lumii reale [5]. Un alt domeniu de preocupare majoră este predarea conținuturilor curriculare interdisciplinar, în special prin integrarea tehnologiei și ingineriei. Este posibil ca tehnologia să nu fie introdusă în curriculum, iar ingineria în multe cazuri este omisă sau provoacă confuzie în ceea ce privește modul în care este legată de programele educaționale. Inovarea educației prin dezvoltarea Curriculumului Naţional reprezintă un demers important, deoarece schimbările curriculare influențează atât învăţământul, cât și societatea în ansamblu [2]. Pentru a dezvolta la elevi competențele secolului XXI nu este suficientă doar sala de clasă, orele desfăşurate conform curriculumului, dar indispensabil pentru educabili sunt și experiențele de învățare nonformală – aici trebuie să menționăm că una din platformele de învățare nonformală este eTwinning, care oferă tinerilor oportunități vaste de a-și dezvolta competențele într-un mediu de învățare securizat și adaptat cerințelor europene. Activităţile desfăşurate în cadrul acestor proiecte reprezintă adevărate comori didactice, ce sunt împărtăşite, popularizate şi recunoscute de către întreaga comunitate educaţională europeană [3].

Metode și materiale

Exploratori-XXI [6] este un proiect eTwinning bilateral Moldova - România, care are scopul de a dezvolta motivația și competențele de cercetare ale elevilor, planificat și realizat în perioada ianuarie – mai, a anului de studii 2021, sec. XXI. În proiect au fost invitați elevi, pasionați de chimie, cu vârste cuprinse între 14 - 18 ani, din 5 licee din Republica Moldova și 2 din Romania. S-au format 6 echipe mixte de exploratori, care au identificat probleme și teme de cercetare, de interes comun, în baza Curriculumului disciplinei Chimie. Elevii au investigat produse și substanțe, utilizate în viața cotidiană, importante pentru creșterea calității vieții și dezvoltarea durabilă a mediului. Cercetările elevilor au îmbinat cu succes creativitatea științifică, artistică și digitală în soluționarea problemelor identificate și realizarea produselor finale.

Rezultate și discuții

Esența proiectelor eTwinning constă în implicarea elevilor într-un proces de învățare inovativă, prin colaborare cu elevii din alte țări europene în utilizarea tehnologiilor noi, și dezvoltarea competențelor-cheie necesare pentru viitor [4]. Fiecare grup de elevi a stabilit scopul și obiectivele cercetării conform temei selectate și au planificat acțiunile conform planului de activitate, dar în același timp cele 6 echipe formate au avut un scop comun: „Dezvoltarea competenței de cercetare prin colaborare în grupuri de elevi din diferite instituții” în acest context fiecare profesor coordonator a avut misiunea de a selecta împreună cu grupul o temă de cercetare cu impact major pentru realitatea educabilului:

1. *Microplantele în bucătăria clasică și moleculară* – unde elevii au cercetat importanța microplantelor în bucătăria clasică și moleculară, au analizat compoziția lor chimică și beneficiile asupra sănătății, Produsul final al proiectului a fost un filmuleț care conține rețete și care au la bază ca ingredient principal microplantele.

Figura 2. Imagini din cadrul proiectului eTwinning „Exploratori XXI”, grupul de lucru 1

2. *Produsele cosmetice și sănătatea* - proiectul în cadrul căruia elevii au investigat produsele cosmetice utilizate. Elevii au analizat compoziția chimică conform etichetelor, au identificat impactul produselor cosmetice asupra organismului uman, iar la final, proiectul a triumfat prin producerea scrabului și a șamponului în condiții casnice, toată cercetarea a fost încadrată într-o carte digitală care include recomandări de utilizare a produselor cosmetice.

Figura 3. Imagini din cadrul proiectului eTwinning „Exploratori XXI”, grupul de lucru 2

3. *Coca –Cola prieten sau dușman?* – proiectul a avut ca scop analiza efectelor nocive ale băuturii carbogazoase Coca-Cola asupra organismului uman. În cadrul proiectului elevii au realizat un sondaj socilogic, au demonstrat prezența chimică a indicilor de nocivitate în băuturile carbogazoase, iar la final au realizat o expoziție de lucrări realizate din plasticul reciclabil al buteliilor de Coca-Cola.

Figura 4. Imagini din cadrul proiectului eTwinning „Exploratori XXI”, grupul de lucru 3

4. *Pasta de dinți între chimie și sănătate* - proiectul în cadrul căruia elevii au cercetat diferite paste de dinți, compoziția chimică a acestora și efectele asupra danturii, au produs pastă de dinți în condiții casnice și au realizat un sondaj sociologic, care a avut scopul de stabili dacă consumatorii cunosc compoziția chimică a pastei pe care o utilizează, și dacă a fost luată la întâmplare sau la recomandarea medicului, dacă au încercat să producă pastă de dinți, sau dacă ar cumpăra pastă de dinți produsă în condiții casnice din preparate bioecologice?

Figura 5. Imagini din cadrul proiectului eTwinning „Exploratori XXI”, grupul de lucru 4

5. *Sarea și zahărul-moartea albă din farfurie* – proiectul în cadrul căruia elevii au cercetat diverse produse alimentare pentru a identifica prezența zahărului din ele, au realizat diferite experimente pentru a demonstra prezența zahărului chiar și a produselor sărate, au analizat efectele zahărului și sării de bucătărie asupra sănătății omului. Produsul final a fost prezentat printr-un filmuleț [7] care a însumat toate etapele proiectului.

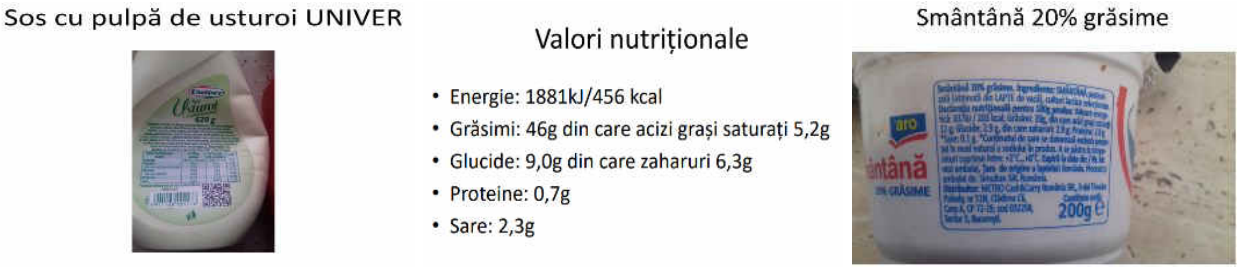


Figura 6. Imagini din cadrul proiectului eTwinning „Exploratori XXI”, grupul de lucru 5

6. *Ciocolata – rău sau beneficii pentru organism.* Proiect în cadrul căruia elevii au studiat istoricul apariției ciocolatei, au cercetat compoziția chimică, beneficiile și daunele ciocolatei asupra sănătății corpului uman. Tot în cadrul acestei cercetări a fost produsă ciocolată în condiții casnice iar la final a fost elaborată o carte cu rețete de ciocolate.

Proiectele finale ale fiecărui grup au fost prezentate în cadrul unei conferințe de totalizare, unde elevii au avut oportunitatea de a-și pune în valoare cercetările efectuate și de a împărtăși cu colegii cunoștințele dobândite în cadrul cercetărilor.

Figura 7. Imagini din cadrul proiectului eTwinning „Exploratori XXI”, grupul de lucru 6

Concluzii

Proiectele eTwinning reprezintă unul din elementele esențiale ale învățării non-formale, bazându-se pe învățarea activă și soluționarea problemelor din realitatea educabilului, proiectele eTwininng pot fi echivalate cu proiectele STEAM inclusiv datorită faptului că fiecare din problemele abordate în cadrul proiectelor are un anumit grad de interdisciplinaritate. Principalul scop al realizării acestor proiecte este dezvoltarea abilităților de depășire a granițelor, cum ar fi gândirea interdisciplinară, care poate contribui la abordarea problemelor complexe de astăzi, deoarece se consideră ca fiind o abordare interdisciplinară globală ce facilitează o înțelegere în ansamblu. În cadrul proiectelor etwinning elevul își dezvoltă valorile personale , abilitățile de cercetare, de colaborare, învață de la ceilalți, fiind conștienți și de nevoile altora, aceste proiecte dezvoltă potențialul valoric al elevului, precum și impactul creativ dobândit și consolidat pe parcursul întregii activități. Promovarea și consolidarea învățării pe tot parcursul vieții este o cerință fundamentală a pieții muncii dar și o prioritate a sistemului de învățământ. Competențele dobândite în mediul non-formal dezvoltă acest concept al învățării pe tot parcursul vieții și deci diseminarea metodelor inovatoare de învățare din cadrul proiectelor continuă să sprijine și să modernizeze calitatea educației.

Bibliografie

1. CODREANU, Sergiu; COROPCEANU, Eduard. Metodologia de instruire prin cercetare la chimie în context interdisciplinar. In: *Acta et commentationes (Ştiinţe ale Educaţiei)*. 2020, nr. 3(21), pp. 14-22. ISSN 1857-0623. 10.36120/2587-3636.v21i3.14-22
2. COROPCEANU, Eduard; GODOROJA, Rita. Evoluția curriculumului la chimie pentru învățământul general din perspectiva formării culturii cercetării elevilor. In: *Acta et commentationes (Ştiinţe ale Educaţiei)*. 2021, nr. 4(26), pp. 45-53. ISSN 1857-0623. 10.36120/2587-3636.v26i4.45-53

3. GODOROJA, Rita. Asigurarea calității și relevanței procesului educațional la chimie prin participare în etwinning. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice Științe ale naturii*. Vol. 2, 10-11 martie 2018, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2018, pp. 100-104. ISBN 978-9975-76-230-4.
4. GODOROJA, Rita. Proiectul eTwinning „Periodicitatea în viața noastră". In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice Didactica ştiinţelor naturii*. Vol. 2, 28-29 februarie 2020, Chişinău. Chișinău, Republica Moldova: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2020, pp. 197-201. ISBN 978-9975-76-304-2.
5. LUPU-GORIȚA, Mariana. Interdisciplinaritatea–aspect inovator al sistemului de învățământ modern. In: Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice. 2021. p. 258-263.
6. https://school-education.ec.europa.eu/en/etwinning/projects/exploratori-xxi
7. https://youtu.be/qgftwNnm9Vk

CZU: 37.02:54+91

ROLUL EDUCAȚIEI STEAM ÎN DEZVOLTAREA TRASEULUI PROPRIEI FORMĂRI A EDUCABILULUI – REZULTATE, INTERACȚIUNI, SCHIMBĂRI

Nadejda CAZACIOC, doctorand, profesor de Chimie
https://orcid.org/0000-0002-1086-633X
UPSC, IPLT „Ștefan cel Mare și Sfânt", Căușeni, Taraclia
Ileana Simona ȘEREMET, masterand, profesor de Geografie
https://orcid.org/0000-0002-5809-5909
LT „Mihai Eminescu", Căușeni

Rezumat. Acest articol evidențiază unele schimbări în sistemul educațional, care au condus la o nevoie crescută de a lua în considerare provocările de instruire și proiectare în implementare Educației STEAM. În mod specific, articolul discută modul în care noile provocări au legătură cu pregătirea educabililor într-un mod integrat și inovativ, cum anume este orientat mediul de învățare, cum sunt create spațiile de învățare STEAM, acestea să fie flexibile și utilizabile de către elevi și văzute ca o componentă cheie spre orientarea profesională a acestora.
Cuvinte cheie: educație STEAM, competențe, educabili, carieră.

THE ROLE OF STEAM EDUCATION IN THE DEVELOPMENT OF THE PATH OF THE EDUCABLE'S OWN FORMATION – RESULTS, INTERACTIONS, CHANGES

Abstract. This article highlights some changes in the educational system that have led to an increased need to consider instructional and design challenges in implementing STEAM Education. Specifically, the article discusses how new challenges relate to the preparation of learners in an integrated and innovative way, how the learning environment is oriented, how STEAM learning spaces are created, flexible and usable by students, and seen as a key component towards their professional orientation.
Keywords: STEAM education, skills, educables, career.

Introducere

Sistemele educaționale din întreaga lume recunosc necesitatea schimbărilor la nivel de paradigme ale învățării, iar preocupările cu privire la modul de educare a unui cetățean productiv sunt din ce în ce mai mari, concentrate pe reformele din domeniul educațional. În mod specific Educația STEAM îi pregătește pe elevi să analizeze lumea în ansamblu pentru a o transforma într-un mod integrat și inovator și pentru a le dezvolta capacitatea de rezolvare a problemelor în orice context. Paradigma conceptuală a educației STEAM se axează pe elementele învățării practice, se pune accentul pe elevi, pe participarea activă la procesul de autoformare ca experiență continuă [2]. În același timp se resimte nevoia de adaptare a curriculelor școlare, de corelare a conceptelor și temelor predate astfel încât să fie cât mai interactive, să permită profesorilor să creeze situații de învățare interdisciplinară și să coreleze cunoștințele din subiectul propus cu realitatea. Astfel elevii dobândesc experiențe noi și în mod constant descoperă, analizează, cercetează și rezolvă probleme, este participant activ în procesul de soluționare a diferitelor situații de învățare.

Combinația dintre teorie și practică în soluționarea problemelor este o modalitate esențială de cultivare de noi abilități - *inovatoare*. Inovarea interdisciplinară sau cultivarea inovației ca abilitate, reprezintă un obiectiv esențial al educației STEAM [1]. În acest context profesorii sunt fundament privind cultivarea noilor talente, participă în mod direct la formarea personalității elevului, de aici deducem că, conceptul STEAM este un factor important în determinarea și formarea acestuia. Învățarea și participarea la acest tip de educație sunt utile, contribuind la înțelegerea și aplicarea profundă a cunoștințelor din diverse domenii ale științei și tehnologiei. Îmbunătățirea viziunii și competențelor profesionale ale cadrelor didactice prin participarea la diverse activități îi va ajuta să se adapteze la dezvoltarea educației moderne și să aducă un suflu nou în metodele de predare a conținuturilor curriculare. În cadrul activităților la clasă, profesorii se schimbă din poziția de autoritate, la mentori, lăsând astfel posibilitatea elevilor să fie participanți activi, să se afirme prin propriile idei la integrarea multidisciplinară.

Activitățile educaționale vor fi bazate pe experiența profesorilor și pe capacitatea lor de creare a activităților didactice, să se desfășoare într-un mediu interdisciplinar [3]. Un element important îl reprezintă și colaborarea multiprofesională cu un backgound solid, ce contribuie fundamental la cultivarea talentelor, -și în baza conceptului STEAM, oferind posibilitate de afirmare.

Metode şi materiale aplicate

Cercetarea a inclus un eșantion de 240 elevi din cadrul liceelor „Ștefan Cel Mare și Sfânt” și „Mihai Eminescu” din raionul Căușeni, Republica Moldova. În cadrul cercetării, desfășurată timp de un an, la disciplinele geografie și chimie - s-au aplicat strategii didactice conexe conceptului educațional STEAM, s-a promovat învățarea activă prin utilizarea noilor tehnologii digitale cu scopul de a forma educabilul ca specialist, capabil să se adapteze la noile cerințe ale pieții muncii. La finele anului de studii 2021-2022 am propus elevilor un chestionar pentru a putea stabili care a fost impactul educației STEAM în dezvoltarea traseului propriei formări și orientării profesionale a educabililor.

Rezultate obținute

Realitatea actuală reprezintă o provocare permanentă a profesorilor de a fi autentici prin utilizarea tehnologiilor moderne de predare - învățare în sălile de clasă. Deșii cu competențe digitale avansate profesorii încă nu au prea multe experiențe în modul de integrare și utilizare a tehnologiei pentru a îmbunătăți învățarea, mai degrabă înlocuiesc practicile obișnuite, cum ar fi utilizarea tablei interactive în mod static, modalități sau foi de lucru electronice față de versiunea de hârtie și creion. Pentru ca tehnologia să fie utilă și pentru a îmbunătăți ceea ce fac elevii într-o zi, ați putea folosi dispozitivul 10% din timp și altă zi 50% din timpul unei ore. Conștientizând utilitatea tehnologiilor de ultimă oră în motivația pentru instruire a educabilului am propus elevilor întrebarea – Cât de importante sunt tehnologiile informaționale la implementarea proiectelor STEAM și ce abilități noi ați dezvoltat?

- „A fost nevoie de timp pentru ca profesorii să învețe cum să încorporăm tehnologia care ne-a permis să creeăm sarcini și produse noi.”
- „Utilizarea tehnologiei mi-a permis să dezvolt ideile mele creative în domeniul IT, să pun în practică ideile mele provocatoare și inovatoare, reușind astfel o învățare memorabilă.”
- „Mă simt confortabil în prezența tehnologiei, mă simt mai încrezător în capacitatea mea de a învăța noul material și sunt dornic să-i ajut pe colegii mei în utilizarea tehnologiei.”
- Implicarea mea în proiectele de cerectare STEAM, mi-a schimbat mentalitatea despre tehnologie în general, a fost o provocare și un obstacol uriaș la început dar acum mi-am redefinit modul în care folosesc tehnologia în sala de clasă.”

Trebuie să menționăm că elevii incluși în cercetare au reușit să își îmbunătățească procentul calității învățării și cel al reușitei la toate disciplinele la care au aplicat metodele didactice conexe conceptului educațional STEAM. Am putut constata că motivația pentru învățare la o parte din ei a crescut considerabil, și deja putem vorbi despre o eventuală analiză a atitudinii elevului față de disciplinile școlare. Din întrebarea: Cum vedeți Educația STEAM ca parte componentă a dezvoltării personalității dvs?” deducem că elevilor le place mult modalitatea profesorului de a le demonstra utilitatea cunoștințelor dobândite în cadrul orelor, ei se expun asupra faptului:

- „Am învățat că atunci când ești cu colegii înveți mai ușor pentru că este mai plăcut.”
- „Am dezvoltat dorința de a crea bucurie părinților, simpatie și respect față de profesor.”
- „De cele mai multe ori am avut sentimentul că pot să am rezultate mai bune prin implicarea în astfel de proiecte, căpătând mai multă încredere în sine.”

Unul din lucrurile esențiale pentru noi a fost să stabilim dacă Educația STEAM a influențat orientarea profesională a educabilului și pentru asta am propus întrebarea: „Cum au influențat metodele utilizate de profesor, orientarea personală?”

- ✓ Din momentul când am început să realizez proiecte STEAM am înțeles că îmi place ingineria și să reconstruiesc diferite modele în baza cunoștințelor acumulate în cadrul orelor.
- ✓ Odată cu implementarea proiectelor STEAM am conștientizat importanța chimiei în soluționarea problemelor care apar în comunitate și am decis că asta e prioritatea cea mai importantă pentru viitoarea mea carieră.
- ✓ Sunt ferm convins că viitorul este al tehnologiilor digitale, iar fiecare problemă are la bază o soluție digitală.
- ✓ Cred că îmi voi alege o carieră de programist deoarece consider că ingineria și tehnologiile sunt viitorul, iar mie îmi place studiul în genaral și nu învăț doar pentru note.
- ✓ Proiectele STEAM m-au învățat că orice se poate rezolva prin implicarea mai multor sfere de activitate, iar ingineria se axează pe competiție, pe combinația dintre știință și tehnologie.
- ✓ Îmi place să fiu mereu în competiție, acasă, la școală astfel atmosfera din timpul orelor este interactivă și primesc și recompense materiale din partea părinților.
- ✓ Consider că școala ar trebui să se axeze mai mult pe formare, decât pe informare, uneori prin stilul de predare al profesorilor programa școlară pare să fie puțin încărcată, însă prin educația STEAM metodele de predare par să fie interactive, moderne și inovatoare.

- ✓ Pentru mine învățarea a devenit mai motivantă, am mai mare încredere în mine, învăț pentru că îmi place și pentru că îmi doresc un job competitiv și motivant.
- ✓ Consider că prin implicarea mea în proiecte de cercetare STEAM, mă va ajuta să reușesc în viață, să caut singur soluții la orice problemă, să fac față cerințelor pieții.

Un alt punct de reper în cercetarea noastră a fost analiza dezvoltării traseului propriei formări la educabili și am propus elevilor întrebarea: Cum v-a influențat dezvoltarea propriei personalități metodele aplicate de profesor în cadrul orelor?

- ➢ Am înțeles că implicarea aduce succes, iar într-un grup e important ca fiecare să-și realizeze sarcinile cu sârguință altfel apare riscul să îți pui colegii în situații dificile.
- ➢ După finisarea anului de studiu, am conștinetizat că fiecare materie e importantă și de la fiecare profesor putem lua un exemplu bun, un profesor nu predă doar materia dar și felul lui de a fii.
- ➢ Am învățat să îmi organizez mai bine programul, să pot participa și la activitățile de cercetare în aer liber, cum ar fii cele la care am participat: excursia geografică, analiza profilului solului, analiza fenomenelor fenologice ale plantelor, observații directe în natură.
- ➢ Am comunicat eficient prin intermediul rețelelor de socializare, prin realizarea de diverse produse în mediul e-learning, am realizat activități atât cu prietenii cât și cu familia.
- ➢ Îmi plac artele, pictura, desenul grafic și arta plastică, prin aceste proiecte am reușit să îmi pun talentul în valoare, realizând diverse scheme, mulaje, stații meteo etc., a fost motivant pentru că profesoara mi-a permis să îmi expun propria viziune.
- ➢ Experimentele pentru mine au fost cele mai interesante, obținerea de soluții, analiza ph-solului, analiza bobului de hrișcă- prin stabilirea concentrației de amidon, analiza chimică a săpunului, șamponului.
- ➢ Obișnuiam să nu acord atenție prea mare proiectelor, dar prin participarea în activitățile propuse de profesoară, am căpătat încredere, interes și am fost bucuros să obțin rezultate bune, mă bucur că am putut ajuta colegii și nu mi-am dezamăgit profesoara.

Pentru toți respondenții, cel mai mare motiv pentru care au participat a fost dacă îi interesa sau nu, majoritatea au răspuns - pentru că au crezut că este distractiv sau util, în timp ce alți elevi, au raportat o creștere a dorinței de a veni la școală din cauza faptului că au atât de multe oportunități de a explora o varietate de subiecte. În general, elevii au avut o atitudine foarte pozitivă față de realizarea de proiecte STEAM, manifestând interes sporit pentru știință, matematică, tehnologie și inginerie.

Foarte important este ca jumătatea din zi dedicată formării competențelor și abilităților specifice cum ar fi „cunoaștere-învățare-aplicare” să dețină un program mai flexibil în funcție de nevoile elevilor, mediul din clasă să fie axat pe STEAM, pe învățare colaborativă, ghidată, planificată de profesor și de elevi pe baza interesele și nevoile lor. Fapt care involuntar impune profesorii să conceapă astfel proiectul permițând flexibilitate, pentru a putea răspunde la contribuțiile elevilor - „Ceea ce ajunge să se întâmple este că profesorul va dezvolta proiectul în

ansamblu, dar apoi elevii îl ghidează. Așa că proiectele ajung să arate diferit în toate sălile de clasă."

Concluzii

Educația STEAM este o abordare experențială a învățării care încurajează rezolvarea autentică a problemelor prin soluții inovatoare. Accentul pe implicarea elevilor în formarea propriilor competențe este un element esențial al orientării în carieră iar observarea acestora în clasă este un mijloc de a obține o perspectivă asupra aplicării practice a unui studiu centrat pe elev. Prin urmare, rezultatele prezentate pot oferi o înțelegere generală amplă, mai bine definită a formării educabilului pe tot parcursul vieții. Elevii au ales să participe la proiect pentru că tema era interesantă sau îi pregătește pentru viitoarele cariere. Aceeași tendință a fost găsită din perspectiva elevilor privind realizarea de noi proiecte. Cei mai mulți consideră că școala e mai plăcută iar participarea le este utilă în alegerea carierei. Elevii care au participat la cel puțin un proiect de cerectare au dezvoltat un interes mai mare în alegerea unei cariere în domeniul științei, tehnologiei și ingineriei. Modelul a arătat că realizarea de proiecte ar putea fi livrată fiecărui student și a avut un impact suplimentar asupra alegerii STEAM în carieră. A fost, de asemenea, un bun exemplu că învățarea la școală este determinată de interesul studenților.

Pe măsură ce aceste proiecte sunt implementate, practicile didactice au început să se schimbe, la fel cum și dezvoltarea rapidă a tehnologiei a creat un viitor incert pentru elevii de astăzi. Deşi este dificil de estimat procentul exact de locuri de muncă viitoare, știm că educația trebuie să se schimbe permanent pentru a pregăti elevii să fie cetățeni ageri, cu gândire critică, adaptabili și colaborativi. Prin oferirea de oportunități elevilor chiar și după școală - activități afterschool, vara - prin diverse programe care să se concentreze pe practica de creație și invenție, toate vor ajuta la dezvoltarea abilităților, crearea de cetăţeni mai implicaţi, care pot face față în această viitoare incertă economie.

Bibliografie

1. QUIGLEY, C. F.; HERRO, D.; JAMIL, F. M. Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. In: *School science and mathematics*, 2017. Nr. 117(1-2), p. 1-12.
2. QUIGLEY, C. F.; HERRO, D.; SHEKELL, C.; CIAN, H.; JACQUES, L. Connected learning in STEAM classrooms: Opportunities for engaging youth in science and math classrooms. In: *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2020. Nr. 18(8), p. 1441-1463.
3. WATSON, A. D.; WATSON, G. H. Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education. In: *Journal for Quality and Participation*, 2013. Nr. 36(3), p. 1-5.

CZU: 581.6

SPECII DE *INDIGOFERA*, SURSĂ DE INDIGO - CEA MAI VALOROASĂ ȘI UTILIZATĂ „VOPSEA” NATURALĂ DIN LUME

Eugenia CHIRIAC, doctor, conferențiar universitar
https://orcid.org/0000-0002-5935-0414
Catedra Biologie vegetală, UPSC

Rezumat. Pe parcursul dezvoltării istorice multe popoare din întreaga lume, indiferent de originile lor au făcut ca I*ndigofera* să devină una dintre cele mai valoroase plante prin conținutul de indigo, cel mai des folosit colorant natural din lume, iar pânza vopsită cu indigo să fie aproape universal adorată. Plantele care conțin pigmentul albastru cresc peste tot în lume. Cu toate acestea, două dintre aceste specii sunt deosebit de importante: *Indigofera tinctoria* este originară din India și Asia de Sud-Est, în timp ce *Indigofera suffruticosa* este originară din America Centrală și de Sud și din Insulele Caraibe.
Cuvinte cheie: plantă, colorant, vopsea, utilizare, economie, chimie.

INDIGOFERA SPECIES, SOURCE OF INDIGO - THE MOST VALUABLE AND USED NATURAL "DYE" IN THE WORLD

Summary. Throughout historical development, many peoples around the world, regardless of their origins, have made *Indigofera* one of the most valuable plants for its indigo content, the most commonly used natural dye in the world, and indigo-dyed cloth is almost universally adored. Plants containing the blue pigment grow all over the world. However, two of these species are particularly important: *Indigofera tinctoria* is native to India and Southeast Asia, while *Indigofera suffruticosa* is native to Central and South America and the Caribbean Islands.
Keywords: plant, dye, paint, use, economy, chemistry.

1. Apartenența botanică a genului *Indigofera*

Indigofera este un gen din familia Fabaceae, care include aproximativ 750 de specii, larg răspândite în regiunile tropicale și subtropicale. În mare parte sunt arbuști, plante ierboase perene sau anuale cu frunze paripennat-compuse.

A. **B.**

Figura 1.1. Speciile de fabacee care conțin colorantul indigo:
A. *Indigofera tinctoria*; B. *Indigofera suffruticosa* (sursa pozelor - Wikipedia)

La axilele frunzelor, florile formează inflorescențe de tip racem în nuanțe de roșu, albe și galbene. Fructul este păstaie [1]. În cadrul genului există o varietate de specii, cu o serie de caracteristici unice, cum ar fi de exemplu: morfologia florii [2], forma fructului, care poate fi curbată, ușor curbată, dreaptă și falcată [3], grosimea pericarpului [4], precum și absorbția azotului, indiferent de condițiile de creștere. Mai multe specii, în special *Indigofera tinctoria* și *Indigofera suffruticosa* (Fig.1.1.), conțin indican care și reprezintă sursa chimică a colorantului indigo (de la cuvântul grecesc „indigo" care înseamnă „din India").

2. Istoria obținerii indigo-ului natural și valoarea lui economică

Conform unor surse de literatură, speciile de *Indigofera* care conțin colorantul indigo au fost folosite încă din mileniul IV î. Hr., fapt confirmat de găsirea în Peru, a unei bucăți vechi de pânză din bumbac vopsită cu acest colorant [5]. Autoarea cărții „Indigo: Egyptian Mummies to Blue Jeans", Jenny Balfour-Paul descrie o poveste interesantă despre colorantul indigo oferindu-i o apreciere la fel de bogată ca oricare altă marfă prețuită, cum ar fi mătasea, ceaiul, bumbacul, cafeaua sau zahărul, afirmând că comerțul cu indigo a condus timp de mai bine de un mileniu, și a fost purtat atât de regi, cât și de țărani [6].

Unii cercetători sugerează, că în secolul al V-lea î. Hr., Herodot în una din lucrările sale, descriind o vopsea utilizată de către locuitorii ținutului Caucazian de astăzi, obținută din frunze mărunțite, cufundate în apă, cu o culoare la fel de durabilă ca materialul în sine, ca și cum ar fi fost „împletită cu firele pânzei" s-a referit la indigo [7]. La fel, David Scott Kastan și Stephen Farthing în cartea lor „On color" menționează despre Pliniu cel Bătrân care în lucrarea „Naturalis Historia" descrie indigo-ul ca pe un pigment sau o vopsea „venită din India", care prin diluție, produce un „minunat și superb amestec de violet și azuriu". Aceiași autori, menționează unele aspecte ale călătoriilor lui Marco Polo în India, de la sfârșitul secolului al XII-lea, unde vestitul geograf a fost martorul procesului de preparare a vopselei, descriind procesul foarte succint: „Băștinașii își procură culoarea de la o anumită plantă, care e scoasă din rădăcină și pusă în vase cu apă, unde rămâne până când putrezește, și apoi sucul este stors. Prin expunerea la soare, apa se evaporă, iar ceea ce rămâne este un soi de pastă, care e tăiată în bucățele având forma pe care o vedem și noi". Însă, Marco Polo nu a descris (din motive necunoscute) unele aspecte mai puțin plăcute și adesea toxice care implică mai multe etape ale procesului de obținere a indigoului, deoarece vopseaua nu există în natură ca atare. În acest context, plantele cu frunze de *Indigofera* se cufundă în apă ca să fermenteze. În timpul procesului de fermentație a plantelor se eliberează un compus chimic, care fiind separat de materialul vegetal, se oxidează, fiind permanent amestecat în instalații speciale. Astfel, colorantul oxidat se depune pe fundul instalațiilor, având o consistență mâloasă, iar lichidul se evaporă sau este scurs. Pentru finalizarea fermentației este necesar ca acest colorant să fie încălzit, după care se colectează și se usucă, obținându-se o „substanță colorată", ușor de depozitat și transportat. Pentru a fi transformată în vopsea pentru utilizare, „substanța

colorată” trebuie să fie dizolvată într-o soluție alcalină, care era constituită în mare parte din urină de la animale, inclusiv de la om [7].

Ulterior, în secolele al XVII-lea și al XVIII-lea, plantațiile de *Indigofera* s-au extins, în deosebi în America și India, fiind prelucrate de sclavi, care erau supuși unor activități mult mai dure și mai epuizante pentru producerea de indigo, comparativ cu plantațiile de orez și bumbac. Majoritatea truditorilor sufereau de afecțiuni fizice și debilitante severe, provocate de munca istovitoare pe care erau impuși s-o facă. Cel mai adesea bărbații deveneau impotenți, iar femeile sterile. În Caraibe și în coloniile americane, africanii vânduți în sclavie au fost cei care au făcut posibilă producția de vopsea. Cererea de indigo pentru Europa era determinată de necesitatea obținerii unei culori standardizate și stabilă pentru uniformele militare, care a constituit și una dintre crudele ironii ale istoriei indigoului: trupele lui Napoleon, care au eșuat în reprimarea revoltelor sclavilor (1791-1803) din Sainte-Domingue, au fost îmbrăcate cu uniforme vopsite cu acel indigo care a contribuit la creșterea economiei teritoriului dat și a cărui cultivare a contribuit la creșterea revoltelor din partea truditorilor. Totodată, vopseaua albastră naturală era folosită pentru colorarea hainelor: atât a oamenilor săraci, înrobiți cât și a oamenilor bogați, liberi, ai oamenilor de rând, cât și ale aristocraților din toată lumea [7]. Unii istorici cred că declinul comerțului cu indigo în America Centrală a catalizat revoluția împotriva Spaniei. Abolirea sclaviei după Războiul Civil a pus capăt producției de indigo în SUA. Plantațiile indiene au dominat oferta până la sfârșitul secolului XIX, când a fost inventat indigoul sintetic [8].

3. Indigo-ul sintetic și blugii de culoare albastră

În 1880, chimistul german Adolf von Baeyer a obținut o formă sintetică de indigo, descoperire care ulterior i-a adus câștigarea premiului Nobel în chimie. Specialiștii din domeniul respectiv, afirmă că din punct de vedere chimic, indigoul sintetic și colorantul indigo natural sunt exact la fel. Și din punct de vedere tehnic, culoarea lor este exact aceeași, deși indigoul natural poate conține impurități precum indirubina, taninurile și flavonoidele galbene, despre care se crede că-i oferă o culoarea mai bogată și interesantă, dar care are un randament mai mic comparativ cu indigoul sintetic, deoarece este mai puțin pur.

Unul dintre neajunsurile indigou-ului sintetic este afinitatea pentru textile. Actualmente, pentru a-l face solubil, se adaugă hidrosulfitul de sodiu, un agent reducător, care îi mărește un pic afinitatea pentru țesătură. Din aceste considerente, este necesar ca vopseaua să se aplice în mod repetat pe fibrele textile, în timp ce coloranții obișnuiți sunt absorbiți complet de material. În acest context, s-ar părea că industria modei va renunța la indigo-ul sintetic și va trece la alte vopsele albastre sintetice mai simple, până când blugii albaștri au devenit un element de bază din garderobă în anii 1960, și ai căror efect de culoare nu poate fi înlocuit cu alte vopsele albastre [9].

3.1. *Cât de toxic este colorantul indigo sintetic*?

Substanțele chimice utilizate în sinteza indigo-ului sintetic includ: anilina, formaldehida, cianura de hidrogen și amida de sodiu (care poate exploda dacă intră în contact cu oxigenul din aer sau apă). Toate aceste ingrediente sunt derivate din petrol și contribuie la poluarea mediului înconjurător. În plus, atunci când colorantul este combinat cu un agent reducător, de exemplu, hidrosulfit de sodiu, se produce o cantitate egală de indigo și sare. Astfel, sarea în cantități enorme devine un poluant puternic care este aproape imposibil de eliminat decât prin metode costisitoare. Actualmente, conform specialiștilor din domeniu, unele companii care produc indigo-ul sintetic au dezvoltat un alt proces care elimină complet utilizarea hidrosulfitului de sodiu în favoarea unui agent reducător organic și biodegradabil. Apa uzată este mult mai ușor de tratat. Anilina folosită pentru obținerea indigo-ului sintetic, reprezintă o substanța toxică atât pentru lucrătorii din domeniile respective, cât și pentru consumatorii care cumpără și poartă articole vestimentare. Iar companiile responsabile certifică că atâta timp cât se respectă indicațiile tehnice, articolele vestimentare nu prezintă pericol pentru sănătate [9].

Concluzii

Pe parcursul dezvoltării istorice și până în prezent tradiția de obținere a indigoului a reușit să supraviețuiască prin splendoarea pânzei vopsite, continuând să fie omniprezentă în deosebi pentru colorarea jeans-ilor.

Recent, oamenii de știință coreeni au descoperit o modalitate de a obține indigo din bacterii, iar o echipă de cercetători americani, optimiști cu privire la viitorul indigo-ului natural, au lucrat la selectarea unor caracteristici ale speciei de *Indigofera suffruticosa* referitor la randamentul înalt, însușirea regenerativă și aspectul rotațional ale plantelor, pentru obținerea colorantului natural, dezvoltând tehnologii de producere avansate fără daune asupra mediului înconjurător și care necesită mult mai puțină forță de muncă.

Articol realizat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. GAO, X.; SCHRIRE, BD. *Indigofera* L. *Flora of China*. eFloras (Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO & Harvard University Herbaria, Cambridge, MA). Retrieved 12 February 2017.
2. PAULINO, J.; GROPPO, M.; TEIXEIRA, S. Floral developmental morphology of three *Indigofera* species (Leguminosae) and its systematic significance within Papilionoideae. In: *Plant Systematics and Evolution*, 2011. 292 (3): 165–176.

3. LEITE, V.; MARQUIAFÁVEL, F.; MORAES, D.; TEIXEIRA, S. Fruit anatomy of Neotropical species of Indigofera (Leguminosae, Papilionoideae) with functional and taxonomic implications. In: *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 2009. 136 (2): 203–211.
4. CHAUHAN, V.; PANDEY, A. Structure and evolution of the pod in Indigofera (Fabaceae) reveals a trend towards small thin indehiscent pods. In: *Botanical Journal of the Linnean Society,* 2014. 176 (2): 260–276.
5. SPLITSTOSER, JC.; WOUTERS, J.; CLARO, A. Early pre-Hispanic use of indigo blue in Peru. In: *Science Advances*, 2016. Vol. 2, no. 9. American Association for the Advancement of Science.
6. BALFOUR-PAUL, J. *Indigo: Egyptian Mummies to Blue Jeans.* London: British Museum Press, 2016. pp. 264 pages. ISBN 978-0-7141-1776-8...
7. KASTAN, D.; FARTHING, S. *On color*. Yale University Press. Baroque Books @Arts, 2020.
8. https://www.google.com/search?q=indigo
9. https://kingpinsshow.com/is-natural-plant-based-indigo-dye-more-sustainable-than-synthetic-indigo/

CZU: 37.02:57

PROIECTELE STEAM – STIMUL AL IMAGINAȚIEI CREATOARE PRIN PRISMA BIOLOGICĂ

Ala CUȚULAB, doctorandă, asistent universitar
https://orcid.org/0000-0003-3348-8738
Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți
Marina PRESCUR, masterandă, profesoară de biologie
https://orcid.org/0000-0003-3415-828X
Instituția Publică Gimnaziul „Grigore Vieru”, s. Heciul Nou, r-nul Sîngerei

Rezumat. Proiectele STEAM reprezintă cheia succesului a tinerei generații care trăiește într-o lume ce se află în continuă schimbare, doar prin autoeducare, prin învățare experențială, imaginație creatoare și gândire critică elevul de astăzi este în devenire o personalitate perseverentă, creatoare de capodopere de valoare și înaltă originalitate.
Cuvinte cheie: STEAM, gândire critică, creativitate, imaginație.

STEAM PROJECTS - STIMULATION OF CREATIVE IMAGINATION THROUGH A BIOLOGICAL PRISM

Abstract. STEAM projects are the key to the success of the young generation that lives in a world that is constantly changing, only through self-education, through experiential learning, creative imagination and critical thinking, today's student is becoming a persistent personality, creator of valuable masterpieces and high originality.
Keywords: STEAM, critical thinking, creativity, imagination.

Introducere

Pe parcursul evoluției sale biologice personalitatea umană tinde spre autodezvoltare, bazându-se pe produsele propriei imaginații. Studiul își propune realizarea unei analize asupra dezvoltării imaginației creatoare sub aspect biologic prin intermediul proiectelor STEAM.

Conform lui P. Jelescu, imaginaţia creatoare a omului a apărut şi a evoluat în procesul activităţii de muncă. Or, procesul şi rezultatele muncii pot fi realizate doar fiind prezise şi anticipate. Imaginaţia completează golurile în cunoaştere, combină, creează o nouă îmbinare a informaţiilor disponibile [5, p. 53].

Imaginația creativă – presupune crearea individuală a unui produs de activitate original cu deosebită valoare, un astfel de produs îl reprezintă proiectele STEAM aplicate în domeniul biologiei.

Educația STEAM (științe, tehnologii, inginerie, artă și matematică) un concept relativ nou în Republica Moldova despre care se crede că va deveni un punct cheie în pregătirea tinerelor generații pentru viitor. Conceptul depășește educația formală din școli și ajunge pe un tărâm al creativității și imaginației [4, p. 267].

Validitatea proiectului STEAM vizează gradul în care s-au respectat etapele de realizare. Prima etapă în realizarea proiectului este alegerea subiectului, în rezultatul discuțiilor cu elevii, părinții, specialiștii în domeniu în dependență de subiectul abordat. La etapa a doua de realizare a proiectului - activitate de documentare și investigare, are loc consultarea documentelor, literaturii aferente subiectului în cauză. Etapele următoare includ pregătirea, prezentarea și evaluarea produsului. La prezentarea proiectului STEAM în cadrul disciplinei Biologie sunt scoase în evidență următoarele aspecte: tema proiectului, problema identificată, actualitatea, scopul și obiectivele proiectului, cercetarea propriu-zisă și rezultatele. Formele de prezentare a proiectului sunt: Prezentare Power Point, panou, poster, pliant, infografic, mulaj, film, carte digitală, grafic, activitate practică (măsurile de acordare a primului ajutor în caz de hemoragie, fracturi etc.) [3, pp. 129-133].

STE(A)M este o viziune integră și globală, o modalitate de protecție a umanului în fața dominației tehnicii și tehnologiei [1, pp. 85-86].

Metode şi materiale aplicate

Studiul a fost realizat în Instituția Publică Gimnaziul „Grigore Vieru”, s. Heciul Nou, r-nul Sîngerei, Republica Moldova, participanți fiind elevii clasei a VII-a.

Proiect STEAM, unitatea de învățare *„Divesitatea și clasificarea organismelor vii”*

Tema: „Diversitatea păsărilor din ecosistemele localității natale” [2].

Argument: Păsările sunt cele mai desăvârșite dintre animalele zburătoare. Capacitatea lor de a zbura le-a permis să se răspândească în întreaga lume, adesea în locuri precum insule izolate şi Antarctica, unde numeroase alte animale nu pot ajunge. Descoperirea și cunoașterea particularităților structurale ale păsărilor vor fi utile în explicația posibilității de ridicare în aer, analiza legăturii dintre forma corpului și zbor, varietatea alimentației și nu în ultimul rând valoarea păsărilor ca specie cu variate aspecte, etologie și ecologie.

Scopul proiectului constă în studierea interdisciplinară a caracterelor generale ale principalelor grupe de păsări şi a adaptărilor acestora la diverse medii de viaţă.

Discipline înrudite: geografie, arte, chimie, matematică, fizică, informatică, etc.

Obiective:

- ✓ Caracterizează reprezentanţii diferitelor grupe de păsări din ecosistemele natale;
- ✓ Determină experimental particularitățile funcționale ale aparatului de zbor la păsări, structura penelor, rigiditatea cojii de ou;
- ✓ Cercetează limbajul păsărilor, identificând sunetele emise de diferite păsări din ecosistemele natale;
- ✓ Crează un produs propiu rezultat al cercetării;
- ✓ Estimează rolul păsărilor în natură și în viața omului.

Problema de urmărit: Relația dintre diversitatea păsărilor studiate și Biologie, Ecologie, Chimie, Geografie, Istorie, Fizică, Informatică, Inginerie și Tehnologie.

Modalități de realizare: poster, povestioară, colaj, film.

Modalități de prezentare: prezentare orală în cadrul orei de biologie.
Criterii de evaluare: conținut științific, imaginație, creativitate, originalitate, coerență, capacitate de prezentare expresivă a produsului.

Rezultate obținute

Elevii implicați în procesul învățării active, își valorifică competențele specifice ale proiectelor STE(A)M, iar metodele selectate se modifică în dependență de condițiile de realizare a procesului instructiv-educativ și de competențele profesionale ale cadrului didactic. Creativitatea profesorului îmbunătățește orice metodă prin procedeele pertinente educației STE(A)M, însă succesul proiectului realizat, se datorează în mare măsură, sarcinilor didactice formulate corect, care îmbină elemente din mai multe tipuri de metode necesare învățării [6, p. 411].

Crearea de către elevi a diversității de postere, povestioare, colaje și filmulețe a lăsat în umbră chiar și emoțiile celor mai timizi, manifestându-se creativ, abordând o modalitate de gândire critică ceea ce ține de posibilitățile de protecție și menținere a diversității speciilor de păsări din ținutul natal.

Misiunea elevilor în realizarea proiectului STEAM, unitatea de învățare *„Divesitatea și clasificarea organismelor vii”* este reflectată în tabelul 1.

Tabelul 1. Implementarea proiectului STEAM
la tema „Diversitatea păsărilor din ecosistemele localității natale”

Echipa	Sarcina didactică	Forma de prezentare	Implicare	Produsul
Biologii	Studiază alcătuirea generală la păsări, caracterele generale, specificul penajului, structura internă și mecanismul respirației la păsări.	Poster padlet.com	Științe + Tehnologii	Corpul și scheletul unei păsări
Inginerii	Construiește zmeie și avioane din hârtie. Încercă mai multe forme și mărimi. Observă care dintre ele zboară mai mult timp și care au cea mai regulată traiectorie. Descrie care este legătura dintre forma avionului, a aripilor și traiectoria de zbor a acestuia. Suflă deasupra unei coli de hârtie ținută pe orizontală. În ce direcție se mișcă celălalt capăt al colii de hârtie?	Modelare, povestioară storyjumper.com	Științe + Arte	Mecanica și comportamentul păsărilor în zbor
Ecologiștii	Selectează informații despre varietatea alimentației la păsări. Cât de mult beau	Colaj fotojet.com	Științe + Arte	Hrana păsărilor în

	și care este motivul. Analizează forma ciocului în dependență de hrana corespunzătoare fiecărei specii de păsări.			dependență de ciocurile acestora
Detectivi ai naturii	Identifică speciile de păsări din ecosistemele localității natale, înregistrează sunetele produse de acestea. Descrie limbajul păsărilor și explică de ce cântă și cum le recunoști după tril.	Film InShot.com	Științe + Arte + Tehnologii	Limbajul păsărilor
Artiștii	Analizează în baza informației studiate și a păsărilor de curte/parc importanța penelor pentru zbor, structura unei pene, tipurile acestora și legătura dintre culoarea penajului și alimentația păsărilor. Studiază procesul de împăiere și naturalizare a păsărilor.	Colaj canva.com	Științe + Arte	Păsările-culorile naturii
Fizicienii	Studiază dezvoltarea ouălor la păsări. Discută despre cauzele ce determină forma, mărimea, culoarea și numărul ouălor. Observă coaja ouălor. Încercă să desfaci coaja prin diverse metode: cu un ac, cu mâinile, prin lovire de un bol. Descrie rezultatele. Selectează informații despre substanțele ce pot penetra coaja oului.	Poster creatopy.com	Științe + Arte	Rigiditatea ouălor la păsări

Concluzii

Elevii utilizează la maxim tehnologiile, de aici vinind și patrea sa pozitivă, deoarece în studiul biologiei este nevoie o imaginație imensă, creativitate, spirit de observație și gândire critică.

Interesul deosebit față de proiectul STEAM propus s-a observat chiar de la începutul lecției, elevii simțindu-se mai liberi, mai activi și receptivi la propunerile creative ale profesorului, sarcinile didactice fiind realizate cu succes, astfel facilitând descoperirea și asimilarea noțiunilor și cunoștințelor noi.

Acest stimul al imaginației creatoare la elevi s-a dovedit a fi soluția utilă de a trezi interesul elevilor spre cercetare prin creativitate și imaginație creatoare de aplicare în practică a celor studiate, începând de la capacitatea de zbor a păsărilor până la crearea elementelor anatomice utilizate într-o nouă știință Bionica cu impact pozitiv asupra sănătății omului.

Bibliografie

1. ACHIRI, I.; FRANŢUZAN, L.; SIMION, C. *Modele de reconfigurare a procesului de învăţare. Aria Curriculară Matematică şi Ştiinţe. Ghid metodologic*. Chişinău: Ed. Tipografia „Print Caro”, 2020. 92 p. ISBN 978-9975-56-977-4.
2. BERNAZ-SICORSCHI, N.; COPIL, V.; RUDIC, Gh. *Biologie. Manual pentru clasa a 7-a.* Chișinău: Știința, 2020. ISBN 978-9975-85-227-2.
3. CAZACIOC, N.; ROTARI, V. Formarea competenței de cercetare în cadrul disciplinei chimie prin prisma proiectelor STE(A)M. In: *Dialog intercultural polono-moldovenesc.* Vol. IV, nr. 2, 14-15 mai 2021, pp. 129-136. ISBN 978-9975- 76-207-6.
4. FRUMUSACHI, S.; ȘVEȚ, A.; TOFAN, T. Învățarea prin proiecte STE(A)M în sprijinul atractivității orelor de studiu. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice. Didactica ştiinţelor exacte.* Vol. I, 28-29 februarie 2020, Chişinău. pp. 267-270. ISBN 978-9975-76-305-9.
5. JELESCU, P. et all. *Psihologia generală: manual pentru colegiile pedagogice*. Chişinău: Univers Pedagogic, 2007. 160 p. ISBN978-9975-48-040-6
6. PLACINTA, D. Metodologia proiectelor STE(A)M în cadrul orelor de biologie în învățământul general. In: *Învăţământ superior: tradiţii, valori, perspective Științe Exacte și ale Naturii și Didactica Științelor Exacte și ale Naturii*. Vol. 1, 1-2 octombrie 2021, pp. 407-411. ISBN 978-9975-76-360-8.

CZU: 37.02

CONCEPTUL STEM/STEAM/STREAM – UN IMPERATIV AL SECOLULUI XXI

Victoria OLARI, profesor de chimie și fizică
https://orcid.org/0000-0002-0068-2051
Ludmila ZAVTUR, profesor de fizică
https://orcid.org/0000-0001-8510-0358
Instituția Publică Liceul Teoretic „Gaudeamus”

Rezumat. Profesiile viitorului se schimbă de la o zi la alta într-un tempou exponențial, cunoștințele și competențele dezvoltate astăzi la elevi nu sunt suficiente pentru a-i pregăti pentru viață. De când a apărut conceptele STEM/STEAM/STREAM profesorii au fost încurajați să integreze Știința, Tehnologia, Ingineria și Matematica în programele de învățământ pentru a se asigura că elevii sunt pregătiți să se încadreze pe piața muncii din ce în ce mai axată pe Știință și Inginerie. Defalcarea materiilor de studiu prin dezvoltarea unor forme de învățare multidisciplinară și bazată pe fenomene, precum extinderea STEM către STEAM către STREAM, adaugă o dimensiune umană și creativă care poate da un suflu nou învățării.
Cuvinte cheie: STEM, STEAM, STREAM, gândire critică, educație.

THE STEM/STEAM/STREAM CONCEPT – AN IMPERATIVE OF THE 21ST CENTURY

Summary. The professions of the future are changing exponentially from day to day, and the knowledge and skills developed in students today are not enough to prepare them for life. Since the emergence of the STEM/STEAM/STREAM concepts, teachers have been encouraged to integrate Science, Technology, Engineering and Mathematics into the curriculum to ensure that students are prepared for the increasingly Science and Engineering driven job market. Breaking down subject areas by developing multidisciplinary and phenomenon-based forms of learning, such as extending STEM to STEAM to STREAM, adds a human and creative dimension that can breathe new life into learning.
Keywords: STEM, STEAM, STREAM, critical thinking, education.

Motto: ”Dacă le predai elevilor de azi așa cum ai făcut-o ieri, le furi ziua de mâine”
(John Dewey)

Odată cu modernizarea societății, abordarea noastră față de educație crește și ea, ceea ce a condus la crearea STEM și a altor sisteme educaționale avansate. După aproape două decenii în secolul XXI, societatea trece printr-o revoluție digitală. Cu alte cuvinte, trăim într-o lume care este complet modelată de știință, tehnologie, inginerie și matematică. Într-o astfel de situație, practic nu are rost să-i înveți pe copii diferite materii individual. Aici intră exact în joc STEM, STEAM și STREAM. În loc să predea copiilor fiecare materie separat, profesorii își propun să încorporeze toate elementele în STEM.

Obiectivul programelor STEM poate varia în funcție de vârstă, sex și abilități, deși obiectivele generale sunt de a consolida aplicarea STEM prin creșterea numărului de copii

care pot alege ulterior o carieră în domenii conexe și de a extinde rata de participare și alfabetizare în STEM, în special printre fete.

Motivul pentru care STEM este important este integrarea. Lecțiile STEM sunt bine structurate, bazate pe anchete și pe proiecte, concentrându-se în același timp pe învățarea interdisciplinară în loc să predea fiecare materie în mod independent. Programele STEM și STEAM se concentrează pe dezvoltarea abilităților în modul în care acestea vor fi folosite în lumea reală. Există situații rare când un loc de muncă necesită o singură materie, cum ar fi matematica. Spre exemplu, un arhitect folosește competențele sale din inginerie, matematică, știință și tehnologie în activitatea sa.

Educația nu ar trebui să fie despre memorarea faptelor întâmplătoare. În schimb, ar trebui să-i ajute pe copii să-și dezvolte gândirea critică și să-i învețe cum să evalueze informațiile. STEM pune accent pe cele 4 C care sunt necesare în acest secol: creativitate, comunicare, gândire critică și colaborare. În plus, STEM ajută la stimularea dragostei pentru învățare prin includerea unui cadru extrem de adaptabil.

Educația STEM va ajuta copiii să devină adulți inovatori, creativi, cu abilități excepționale de rezolvare a problemelor. Aceste abilități sunt necesare pentru generațiile viitoare, din cauza tehnologiei în creștere mondială.

STEM acoperă un spectru larg de profesii, multe dintre ele având un potențial ridicat de câștig și avansare în carieră. Statistica arată, de asemenea, că copiii formați în educația STEM tind, de obicei, să aibă venituri mai mari, indiferent de domeniul în care lucrează. În industria STEM, există o varietate de cariere care au un potențial ridicat de câștig.

Când la conceptul STEM convențional este adăugată arta, este cunoscut sub numele de STEAM. Unul din avantajele conceptului STEAM este că le permite elevilor să descopere artiștii din interiorul lor. Să luăm, de exemplu, crearea unor povești digitale la Stabilitatea echilibrului mecanic, creare de parfum personalizat în cadrul orelor de chimie de exemplu nu se bazează doar pe știință, ci și promovează expresiile artistice în rândul copiilor.

Cititul și scrisul sunt o parte integrantă a oricărei programe de predare. De aceea, crucial e necesar de a dezvolta astfel de abilități ca STEM și STREAM. Pe lângă încorporarea gândirii critice și a creativității, STREAM integrează și lectura și scrisul.

Important e să le înțelegem separat.

Prin ce diferă STEAM și STREAM de STEM

În timp ce STEM s-a dovedit de-a lungul timpului a fi o modalitate foarte eficientă de a adăuga valoare educației care este oferită copiilor, A și R se pot dovedi, de asemenea, benefice. La fel de mult un copil trebuie să înțeleagă tehnologia și abilitățile de rezolvare a problemelor, lectura și artele, de asemenea, joacă un rol esențial într-un proces de învățare flexibil.

STREAM, în special, are un mare potențial pentru o educație mai accesibilă și mai incluzivă decât STEAM și STEM. Predarea designului și artelor este modalitatea perfectă de

educație pentru oricine, indiferent de cunoștințele lor tehnologice. Făcând STREAM accesibil tuturor, indiferent de sex și de origine, copiii își pot găsi pasiunea în etapele ulterioare ale vieții.

Este foarte important să înțelegem că nu toată lumea va fi inginer. După cum spune vechiul proverb, „Nu poți testa capacitatea unui pește făcându-l să se cațere într-un copac". La fel este și când vine vorba de copii. Doar prin auto-descoperire, copiii își pot găsi calea în carieră. Unul ar putea fi capabil să creeze o piesă de artă grozavă, în timp ce alții ar putea străluci urmând cariera de scriitor. STEAM și STREAM le oferă această platformă pe care STEM nu le oferă.

Într-o lume plină de estetică și ergonomie, STEAM și STREAM au depășit STEM-ul. Cunoștințele tehnice și gândirea critică sunt cu siguranță importante, dar ce rost mai are dacă nimic nu mai este plăcut din punct de vedere vizual?

STEM funcționează cel mai bine pentru a elimina fobia de lungă durată a elevilor de la științe care sunt fundamentale în sine. Cu o abordare interdisciplinară a educației, STEM îi poate face pe elevi să înțeleagă mai bine totul. Apoi urmează adăugarea artelor în STEAM, care oferă studenților o abordare practică față de STEM. Cu puterea citirii și scrisului, povestirea este folosită în STREAM pentru a-i face pe elevi să înțeleagă concepte complicate.

Tipul de educație STEAM în școli oferă copiilor oportunități de a învăța creativ, utilizând diverse abilități din secolul XXI. Aceste abilități generale sunt importante în pregătirea elevilor pentru viitor, care înțeleg în mod clar potențialul propriu în timp ce rezolvă problemele din viața reală.

Carierele în STEAM sunt foarte diverse și includ profesii precum ingineri de sunet, arhitecți, designeri grafici, designeri de produse, conservator bunuri culturale, arheologi și urbaniști.

STREAM adaugă o altă componentă la STEAM, R de la Reading. Susținătorii STREAM consideră că alfabetizarea este o parte importantă a procesului de studiu, deoarece necesită creativitate și gândire critică. Proiectele din STREAM sunt similare cu cele din STEAM și STEM, dar includ componente de scriere și citire.

Se consideră, de asemenea, că STREAM este mai accesibil decât STEM. Orice elev ce crează STEM poate fi expus la STREAM într-un mod extrem de captivant și de impact prin integrarea artei, designului și lecturii.

Artiștii și muzicienii învață acum să gândească ca oamenii de știință, dar o fac într-un mod plăcut din punct de vedere estetic. Prin urmare, includerea artelor și a lecturii în STEM poate îmbunătăți capacitatea copilului de a gândi și de a raționa cu diverse probleme.

În afară de adăugarea de arte în STEM și citirea în STEAM, există și alte variații care merită luate în considerare:

- eSTEM (unde „e" este pentru mediu)
- STREM (unde „r" este pentru robotică)
- STEMM (unde „m" este pentru muzică)

- GEMS (acronimul aici este Girls in Engineering, Math, and Science).
  GEMS s-a lansat ca urmare a decalajului de gen în educația STEM.

Dezbaterile despre ce tip de educație este mai bun nu se vor termina niciodată. Prin urmare, totul depinde de ceea ce preferă elevii și ar trebui să-i încurajăm întotdeauna să-și dezvolte propriile talente unice și să-i susținem în alegerile lor educaționale și de carieră.

Bibliografie

1. https://dottierosefoundation.org/2020/10/stem-steam-stream-whats-the-difference/
2. https://www.prometheanworld.com/resource-center/blogs/stem-steam-stream/
3. https://funacademy.fi/stem-steam-and-stream/
4. https://parenting.firstcry.com/articles/stem-vs-steam-vs-stream-things-you-need-to-know/
5. https://www.niche.com/blog/stem-vs-steam-vs-stream/
6. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/md/GHID-RO_pedagogic.pdf
7. https://tinker.ly/the-difference-between-stem-steam-and-stream/

CZU: 37.02:57+004

MODALITĂȚI DE IMPLEMENTARE A TEHNOLOGIILOR INFORMAȚIONALE LA ORELE DE BIOLOGIE PRIN INTERMEDIUL PROIECTELOR STEAM

Dina RAILEANU, masterandă
https://orcid.org/0000-0002-0925-5021
Facultatea de Științe Reale Economice și ale Mediului
Universitatea de Stat „Alecu Russo" din Bălți

Rezumat. Tehnologiile informaționale și comunicaționale au un caracter dinamic și sunt în continuă evoluție. Influența pozitivă a digitalizării se resimte în toate domeniile vitale. În sistemul de educație implementarea TIC are o influiența durabilă, în contextul cerințelor actuale pe plan profesional și socio-cultural. Produsele reaizate de elevi în cadrul orelor biologie oferă posibilitatea implimentării TIC la scară largă. Un produs școlar modern necesită a fi saturat cu ilustrații, aplicații de redare virtuală a realității și altele. În prezentul articol sunt dezvăluite unele aspecte teoretice ale utilizării tehnologiilor informaționale în procesul elaborare și prezentare a proiectelor STEAM.
Cuvinte cheie: educație, Tehnologii informaționale, instrumente digitale, proiecte STEAM.

WAYS TO IMPLEMENT INFORMATION TECHNOLOGIES IN BIOLOGY CLASSES THROUGH STEAM PROJECTS

Abstract. Information and communication technologies have a dynamic character and are still evolving. The positive influence of digitization is felt in all vital areas. In the education system, ICT implementation has a lasting influence, in the context of current professional and socio-cultural requirements. The products made by students in biology classes offer the possibility of large-scale ICT implementation. A modern school product needs to be saturated with illustrations, virtual reality rendering applications and others. In this article, some theoretical aspects of the use of information technologies in the process of developing and presenting STEAM projects are revealed.
Keywords: education, Information Technologies, digital tools, STEAM projects.

Introducere

Sistemul educațional reprezintă pilonul central al strategiilor de dezvoltare a statelor moderne. La etapa actuală problema modernizării și digitalizării sistemului educațional în Republica Moldova este abordată în planurile strategice de dezvoltare a țării. O societate nu poate fi considerată modernă fără un sistem educațional dezvoltat.

Termenul Tehnologii Informaționale și Comunicaționale (TIC) se referă la utilizarea tehnologiilor pentru recepționarea, prezentarea și distribuirea electronică a informațiilor, folosit de academicieni încă din anii '80, și a devenit tot mai popular în instituțiile de învățământ la etapa actuală. Scopul tehnologiilor informaționale în educație este de a influența pozitiv procesul de instruire, prin oferirea instrumentelor necesare pentru a crea medii de învățare adaptate celui ce învață.

TIC la orele de biologie

Utilizarea tehnologiilor informaţionale a devenit deja parte organică a procesului de instruire la biologie. Pe scară largă profesori utilizează imagini, imagini video care ilustrează și pun în mișcare diferite procese și fenomene.

Curriculumul la biologie orientează proiectarea, organizarea şi desfăşurarea demersului educaţional în contextul unei pedagogii axate pe competenţe. Competenţa este definită drept sistem integrat de cunoştinţe, abilităţi, atitudini şi valori, dobândite, formate şi dezvoltate prin învăţare, a căror mobilizare, permite identificarea şi rezolvarea diferitor probleme în diverse contexte şi situaţii".

O metodă actuală de formarea competențelor specifice este **metoda proiectului**, ce presupune aplicarea şi integrarea unui ansamblu de cunostinţe şi abilităţi în elaborarea unui produs.

Modalități de utilizarea a TIC în cadrul proiectelor SEAM

Un imperativ al etapei postmoderne referitor la metoda proiectului este dezvoltarea acesteia în contextul integrării ştiinţelor şi artei. Astfel, în unele ţări există un şir de discipline şcolare, ce presupun educaţie STEM (Ştiinţă, Tehnologie, Inginerie, Matematică), abordare modernă, interdisciplinară, integrată a ştiinţelor. O varietate a educaţiei STEM este educaţia STEAM (Ştiinţă, Tehnologie, Inginerie, Artă, Matematică), abordare modernă, interdisciplinară, integrarea ştiinţelor cu arta. În curriculum acest aspect este prezentat prin proiecte de cercetare STEM şi STEAM în rubrica „Activităţi şi produse de învăţare".

Luând în considerare rolul important al abordării transdisciplinare în proiectarea și desfășurarea demersului educațional, se recomandă proiectarea unor activități didactice crosscurriculare, organizate prin prisma unor proiecte de cercetare STEM și STEAM. În Curriculumul la disciplina Biologie, ediția 2019, sunt incluse activități și produse de învățare axate pe proiecte STEAM. La disciplina Biologie, conform Tabelului 1, sunt propuse următoarele proiecte STEAM.

Tabelului 1. Proiecte STEAM la disciplina Biologie

Clasa	Nr. d/o	Unitatea de conținut	Proiecte STE(A)M
VI	1.	I. Celula, unitatea de bază a vieții	„Vocabularul creativ" cu genericul „În lumea celulelor"
	2.	II. Diversitatea și clasificarea organismelor vii	„Portofoliul creativ" cu genericul „Originalitate prin diversitate"
VII	3.	III. Plante	„Plantele: soluții tehnice inspirate de om"
VIII	3.	II. Diversitatea și clasificarea organismelor vii	„Sculpturi din plante".
	4.	IV. Organismul uman şi sănătatea	„Analiza caracterelor sexuale secundare în timpul pubertăţii la fete şi băieţi"

IX	5.	I. Celula, unitatea de bază a vieții	„Arborele genealogic al familiei”
XI		I. Sistemul nervos la om	„Traseul mesajului nervos”

Pentru realizarea componentei tehnologie este prevăzut utilizarea și gestionarea unor instrumente și mașini tehnologice, programe digitale etc. Astfel tehnologiile informaționale sunt indispensabile în cadrul elaborării și prezentării proiectelor STEAM. Resursele instrumentelor digitale combină o gamă largă de aplicații și platforme destinate creării conținutului vizual ce pot fi utilizate în cadrul proiectelor STEAM.

Platforma Piktochart reprezintă o alegere potrivită pentru realizarea Posterelor. Platforma oferă modele implicite și posibilitatea de modificare a posterelor după tematica și planului individual. Posterele elaborate sunt descărcate în format PNG și poate fi decupată, prelucrată și convertită individual.

Figura 1. Interfața de lucru a platformei Piktochart

Platforma Canva este platforma ce combină armonios tehnologi și arta. Utilizând această platformă elevii pot crea conținuturi grafice și video pentru prezentarea rezultatelor cercetării.

Prezentarea proiectelor utilizând prezentările electronice cu valențele informative și formative sporesc semnificativ atractivitatea proiectului. Pentru efectuarea prezentărilor, se propun diverse softuri prevăzute cu instrumentele necesare de lucru: **PowerPoint**, **HaikuDeck**, **PowToon**, **Prezi** etc.

Rezultatele cercetării pot fi structurate utilizând Platforma Padlet. Aceasta oferă posibilitatea de a organiza lucru în echipă în mod rapid sau aranjarea rezultatelor individual la fiecare subiect în cazul lucrului independent. În cazul utilizării acestei platforme profesorii au posibilitatea de a gestiona mersul lucrării și etapele de realizare.

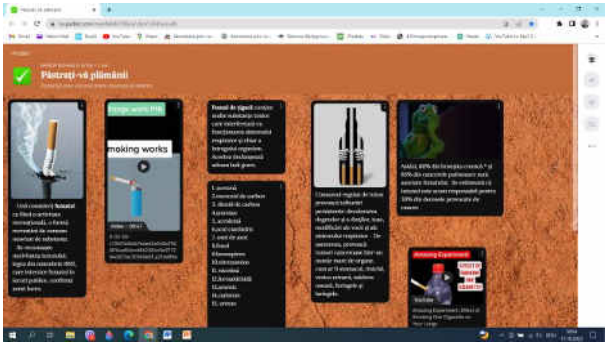


Figura 2. Interfața platformei Padlet

Implementarea inteligentă a componentelor TIC în cadrul proiectelor STEAM întrunesc 3 aspecte esențiale:

- Caracter inovativ – proiectele sunt prelucrate și prezentate într-o manieră modernă și flexibilă, fiind posibilă ajustarea la nivel individual la clasa de elevi.
- Utilitate – aplicațiile implementate la realizarea proiectelor pot fi utilizate și în cadrul altor activități și discipline.

- Caracter evolutiv – totalitatea platformelor destinate educației sunt în continuă modernizare. Implementarea noilor tehnologii sporesc implicarea elevilor în activitățile de cercetare.

Concluzii

1. Oportunitățile oferite de tehnologiile informaționale pentru realizarea proiectelor STEAM are un caracter flexibil. Fiecare cadru didactic are posibilitatea de a selecta din gama largă de softuri cele comode, accesibile și funcționale pentru sine și elevi.
2. Tehnologiile informaționale tind să modernizeze sistemul educațional și instruirea la orele de biologie, astfel dezvoltarea învățământului este în pas cu tehnologiile utilizate de profesor și elev în alte domenii.
3. În instituțiile de învățământ unde sunt implementate tehnologiile informaționale în cadrul orelor se creează un climat afectiv-motivațional, ce sporește implicarea elevilor în cadrul lecțiilor.
4. Implementarea tehnologiilor informaționale în cadrul proiectelor STEAM nu presupune excluderea definitivă a metodelor tradiționale, dar completarea lor pentru a spori calitatea produselor școlare.

Bibliografie

1. BADARNE, G. *Integrarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei din cadrul învățământului gimnazial din Israel* [online]: teză de doctor în științe ale educației. Chișinău: S.n. 2021. 178p. [Accesat: 31.03.2022], Disponibil: http://www.cnaa.md/files/theses/2021/57521/ghalib_badarne_thesis.pdf
2. BUCUN, N.; GUȚU, Vl.; GHICOV, A. [et al.] *Evaluarea curriculumului național în învățământul general. Studiu*. Chișinău: MECC, IȘE, 2018.
3. CRISTEA, I. Aplicarea tic la predarea biologiei[online]. In *Akademos*, 2011, nr. 2(21). pp. 95-96. [Accesat: 28.03.2022], Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Aplicarea%20TIC%20la%20predarea%20biologiei.pdf
4. GÎMBUȚĂ, A. et al. *Ghid de utilizare a instrumentelor digitale pentru activitatea didactică on-line* [online]. Bistrița: Ed. Nova Didactica, 2020. 235 p. ISBN 978-606-8317-75-5 [Accesat: 31.03.2022], Disponibil: https://www.ccdbn.ro/anunturi/ghid_instrumente_dig.pdf

CZU: 37.02:57

MOTIVAREA ÎNVĂȚĂRII ACTIVE PRIN PROIECTE STEAM LA LECȚIILE DE BIOLOGIE

Aurelia ȘVEȚ, profesor de Biologie
https://orcid.org/0000-0002-0397-1721
LT „Ștefan cel Mare”, Șoldănești

Rezumat. Articolul include aspecte referitoare la necesitatea abordării inter- și transdisciplinare a predării-învățării la etapa actuală. Cu exemple concrete se argumentează acest aspect la disciplina Biologie. În mod particular se examinează rolul proiectelor STEM/STEAM la lecții. Sunt descrise exemple de aplicare practică la lecții de biologie a metodelor proiectului STEM.
Cuvinte-cheie: Învățare activă, metodă, lucrare practică, modelare, proiect, STEM, STEAM, experiment.

MOTIVATING ACTIVE LEARNING THROUGH STEAM PROJECT IN BIOLOGY LESSONS

Abstract. The article includes aspects related to the need for an inter and transdisciplinarity approach to teaching learning process at the current stage. With concrete examples, this aspect is argued in biology's discipline. In particular the role of STEM/STEAM projects during lessons is examined. The article describes experiments carried out within the lessons and a STEM project from educational practice.
Keywords: Active learning, method, practical work, modeling, project, STEM, STEAM, experiment.

Lumea actuală trăiește o provocare legată de dezvoltarea accelerată a tehnologiilor, de volumul mare al conținuturilor nou-apărute, de ritmul tot mai activ al vieții însăți. Fiecare dintre noi tindem să mergem în pas cu tot ce este nou. Din acest motiv se schimbă și accentele, care le punem la baza procesului educațional. Competențele cognitive ale copiilor astăzi, de asemenea, sunt influențate de tehnologii, astfel, în această avalanșă informațională este foarte importantă abordarea inter- și transdisciplinară a conținuturilor educaționale, ce oferă oportunități reale de a forma competențele-cheie la elevi.

Prin abordare interdisciplinară putem obține ca elevii să aplice în studierea biologiei metode de cercetare și competențe aplicate și la alte discipline școlare: fizică, chimie, matematică etc.

Prin abordarea transdisciplinară elevii percep lumea ca un tot unitar, deoarece fiecare subiect studiat nu rămâne în cadrul unei singure discipline, ci este abordat din mai multe puncte de vedere, totodată și în afara oricărei discipline școlare, dar în legătură cu cotidianul și activitatea practică. Prin abordarea transdisciplinară se asigură motivarea elevilor pentru învățare, ei conștientizând că cunoștințele acumulate și competențele dobândite la lecție vor putea fi aplicate și după absolvirea școlii în activitatea de zi cu zi [1].

Învățarea prin proiect este o metodă didactică aplicată demult, abordarea prin proiecte STEM/STEAM reprezintă o strategie de reconfigurare a procesului de învățare, în asemenea activități achiziționarea cunoștințelor are loc paralel cu formarea deprinderilor de aplicare a lor, astfel se asigură formarea de competențe [8].

Curriculum școlar la Biologie, 2019 propune o listă de proiecte STEM la diferite subiecte pentru mai multe clase, atât la ciclul gimnazial, cât și la ciclul liceal.

De fapt, oricare subiect la Biologie poate fi o inspirație pentru un proiect STEM, depinde de posibilitățile de colaborare cu profesorii altor discipline, de asigurarea didactică, creativitate, pregătirea profesorilor și alți factori. Ne rămâne oportunitatea să deprindem acest mod de abordare a învățării, să completăm laboratoarele școlare cu tehnologii, să studiem programare și să motivăm copiii pentru activitate.

Din experiența proprie voi descrie câteva dintre metodele aplicate la lecții în contextul dezvoltării și modernizării metodologiei didactice și, în special, în scopul:

- asigurării caracterului dinamic și deschis prin implicarea activă a elevilor;
- accentuării caracterului formativ și aplicativ al metodelor, care pregătește elevii pentru activitatea de după școală;
- aplicarea metodelor „tradiționale" prin prisma modernizării, doar descoperirea, demonstrația, instruirea problematizată etc. sunt metode care dezvoltă gândirea critică și nu pot fi excluse sau marginalizate, când realizăm un proiect [4].

Aplicarea metodei proiectului, în special proiectele STEM la ore asigură dezvoltarea capacităților de cunoaștere a elevilor pentru a se informa referitor la conținuturile necesare cercetării; are menirea de a forma elevul ca personalitate, deoarece în activitate el își dezvoltă competențele de a studia conștient, de fi responsabil să finalizeze o activitate începută; motivează, prin așteptările rezultatelor proiectelor, care reprezintă produse personale individuale ori de grup.

„Evidențierea rolului perișorilor absorbanți în procesul de absorbție al apei" este un experiment realizat la lucrarea de laborator în clasa a VII-a. Deoarece necesită timp pentru evidențierea rezultatelor, realizăm experimentul în clasă frontal.

După enunțarea temei experimentului, elevii, ghidați de profesor, participă la montarea instalației pentru experiment; fac o predicție privind rezultatele așteptate.

În final, elevii deduc o concluzie, referitor la rolul perișorilor absorbanți în absorbția sevei brute pentru plante.

Rezultatele acestui experiment vor fi aplicate și în clasa a VIII-a la subiectul Rolul organismelor vii în circuitul substanțelor în natură – exemplu de abordare interdisciplinară și transdisciplinară.

Curriculum actual pentru clasa a IX ne propune Subiectul Influența factorilor de mediu asupra transpirației la plante.

Pentru a evidenția cum influențează diferiți factori de mediu asupra transpirației le plante vom realiza un experiment pe grupe. Fiecare grup va primi plante identice (după specie, mărime etc) și va plasa plantele în condiții diferite de umiditate, lumină, căldură. În dependență de rezultatul obținut, elevii vor formula concluzii despre influența factorilor de mediu. Comparând rezultatele diferitor grupe putem identifica și adaptări ale plantelor la diferite condiții de mediu.

Pentru formularea unei concluzii ample, argumentate științific, elevul va aplica cunoștințe de la lecțiile de fizică: factorii ce influențează evaporarea; chimie - despre concentrația soluțiilor; geografie - repartiția temperaturilor pe glob - astfel realizându-se interdisciplinaritatea.

Activitatea practică, propusă pentru realizare la subiectul „Creșterea și dezvoltarea" [7] în clasa a X-a, asigură dezvoltarea competențelor elevilor de cultivare a plantelor. În concluzia formulată elevii deduc:

- influența temperaturii asupra creșterii plantulelor;
- corelația dintre temperatură și umiditate în procesul de germinare a semințelor și identifică cele mai favorabile condiții pentru germinarea semințelor.

În urma realizării lucrării practice, elevii conștientizează importanța respectării tehnologiei de cultivare/ semănat a culturilor agricole.

Cercetarea științifică, studiul de caz, modelarea, experimentul și prezentarea au fost util îmbinate în cadrul proiectului STEAM de cercetare „Studierea factorilor care influențează funcționarea Sistemului respirator la om", Biologie, clasa a XI-a.

Prin acest proiect, am urmărit dezvoltarea la elevi a abilităților de a-și valorifica cunoștințele teoretice în condiții practice, în special la etapa actuală, când există mulți factori externi și interni - schimbări climatice, poluare, hipodinamie - care au un impact de risc asupra funcționării sistemului respirator; de abordare critică și de prelucrare a informației acumulate: cunoașterea și evitarea factorilor de risc asigură funcționarea normală a sistemului respirator.

Din aceste argumente elevii au dedus Scopul proiectului: Dezvoltarea competențelor de investigare a principiilor de funcționare a sistemului respirator, în scopul îmbunătățirii calității vieții, aplicând metode și mijloace specifice.

Prin intermediul proiectului elevii au rezolvat următoarele probleme:

- importanța respirației corecte pentru funcționarea sistemului respirator;
- schimbarea de atitudine față de anumite obiceiuri și deprinderi dăunătoare.

Activitatea în grupuri mici a determinat elevii să se implice rapid și să-și repartizeze uniform sarcinile, astfel încât să reușească în termenii stabiliți.

Au fost realizate următoarele sarcini:

Sarcina 1 din domeniile Științe – Tehnologii:

Explicați mecanismul de funcționare a sistemului respirator, indicând relațiile dintre structură și funcție a organelor respiratorii. Prezentați informația sub formă de poster în padlet.com (ori altă aplicație cunoscută vouă)

Sarcina 2 domenii: Științe: Biologie, Chimie, Ecologie și Matematică -Tehnologii:

Studiu de caz: „VÂRSTA" PULMONARĂ"

(din manualul de biologie, pag. 101)[9]

Prezentați produsul sub forma unei prezentări (ppt, canva.com, ori altă aplicație cunoscută vouă)

Sarcina 3 domenii: Inginerie, Științe, Medicină, Matematică:

Activitate: Calcularea capacității vitale a plămânilor.

- ✓ *Confecționați un spirometru, utilizând materialele propuse (butelie din plastic de 6 litri, tub de cauciuc, vas cu apă)*
- ✓ *Marcați fiecare litru pe partea laterală a sticlei. Umpleți-l cu apă până la refuz. Turnați puțină apă și în vasul de plastic. Puneți un capăt al tubului de cauciuc în sticlă și, printr-o mișcare rapidă, întoarceți sticla cu susul în jos în vas, având grijă să nu vărsați apă.*
- ✓ *Unul dintre voi ar trebui acum să respire adânc și să sufle aer în sticlă prin tub. Încercați să suflați cât mai mult aer posibil. Înregistrează valoarea măsurată.*
- ✓ *Repetați pe rând toți elevii, profesorii (aveți grijă să suflați aer în tub printr-un șervețel sau dezinfectați tubul de fiecare dată) Înscrieți datele într-un tabel.*
- ✓ *Formulați concluzii referitor la gradul de funcționare a plămânilor la oamenii de diferite vârste și gen, în baza măsurărilor efectuate.*

Sarcina 4 domenii: Stiințe, Tehnologii, - Medicină:

A. Lucrare practică: DETERMINAREA RITMULUI RESPIRATOR
(din manualul de biologie, pag. 104) [9].

Sarcina 5 din domeniile Limbă română/Arte – Științe:

Descrie, studiind diferite surse, influența factorilor interni și externi asupra funcționării plămânilor și predispoziției de a dezvolta diferite maladii, în baza următorului algoritm:

1. *Identifică factorii de risc ai sistemului respirator şi bolile respiratorii la om.*
2. *Identifică diferenţa dintre gripă şi pneumonie (agenţii cauzali, formele de manifestare) şi descrie măsurile de profilaxie și tratament.*
3. *Argumentează rolul exerciţiilor fizice, regimului alimentar corect pentru prevenirea maladiilor sistemului respirator.*
4. *Elaborează şi propune măsuri de profilaxie a bolilor respiratorii* [9].

Prezintă informația studiată în forma unei povești, personificând organele respiratorii, mucoasa care le tapetează și fumul de țigară/alți factori de risc alcătuiți o poveste/un dialog între ele. Realizați produsul sub forma unei cărți Storyjumper.

La sfârșitul realizării proiectului, elevii au reușit, conform obiectivelor stabilite:

- să-și dezvolte competențele de generalizare și sistematizare a informației studiate, selectând conținuturile, conform sarcinii concrete;
- să generalizeze informațiile studiate din diferite surse într-un produs digital;
- să realizeze experimente, în baza unui aparat construit din materiale accesibile;
- să formuleze concluzii după fiecare experiment realizat, în baza calculelor;
- să argumenteze ipoteza: Evitarea factorilor de risc asigură funcționarea normală a sistemului respirator, prevenirea maladiilor respiratorii și longevitatea vieții.

Elevii, care sunt implicați în proiecte, inclusiv proiecte STEM/STEAM își dezvoltă competențele specifice, profesorul selectează, în dependență de subiect, grupul de elevi, asigurarea didactică etc., strategiile de realizare ale proiectului. Desigur, fiecare activitate necesită multă creativitate, care ne ajută să îmbinăm util toate metodele clasice și moderne,

dar sarcinile de lucru pentru elevi trebuie să fie formulate clar, accesibil, astfel încât elevii să-și formeze deprinderi de a acționa în baza unui algoritm clar, bine definit, care să-i servească ca model și în activitățile ulterioare.

Deși sunt la etapa inițială de implementare a proiectelor STEM, consider, că această metodă de instruire are un impact pozitiv asupra personalității copiilor și este sarcina noastră, a profesorilor, să învățăm a colabora constructiv și să realizăm instruirea prin prisma inter- și transdisciplinarității pentru a crește o generație tânără adaptată la cerințele vieții actuale.

Bibliografie

1. NICOLĂESCU, B. *Transdisciplinaritatea. Manifest*. Iași: Editura Polirom, 1999.
2. Curriculum Național. Aria curriculară Matematică și Științe. Disciplina Biologie, clasele VI-IX, ediția 2019.
3. Curriculum Național. Aria curriculară Matematică și Științe. Disciplina Biologie, clasele XI-XII, ediția 2019.
4. PLĂCINTĂ, D. Metodologia proiectelor STE(A)M în cadrul orelor de biologie în învățământul general. In: Conferința *Învăţământ superior: tradiţii, valori, perspective,* Chişinău, Moldova, 1-2 octombrie 2021.
5. Ghid de implementare a curriculumului la disciplina Biologie în clasele X-XII, ediția 2019.
6. Ghid de implementare a curriculumului la disciplina Biologie în clasele VI-IX, ediția 2019.
7. UNGUREANU, I.; POSTOLACHE-CĂLUGĂRU, A.; MELIAN, I. Manual pentru cl. a X-a, Editura BonsOffices, 2020 (reeditat conform Curriculumului 2019).
8. FRANȚUZAN, L. *Modele de reconfigurare a procesului de învățare. Aria curricuară Matematică și științe. Ghid metodologic*. Chișinău, 2022.
9. DUCA, M. *Biologie*, manual pentru clasa a XI-a. Chişinău: Editura Editera Prim, 2020. (reeditat conform Curriculumului 2019).

CZU: 37.091:57

BIOSCIENCE – CURRICULUM INTEGRAT LA DECIZIA ȘCOLII PENTRU ÎNVĂȚĂMÂNTUL LICEAL – ȘTIINȚE ALE NATURII

Elena-Camelia ȚÂNCULESCU, drd.
https://orcid.org/0000-0003-1090-2529
Liceul Teoretic „Ion Borcea", Buhuși, Bacău, România

Rezumat. Acest articol cuprinde programa opționalului Bioscience, elaborată potrivit modelului de proiectare curriculară centrat pe dezvoltarea gândirii cu teme abordate inter și transcurricular. Elevii își însușesc conținutul prin intermediul proceselor cognitive pe care le utilizează în viața reală, ei își formează un bagaj funcțional, flexibil și coerent de cunoștințe pe care le pot aplica în contexte variate.
Cuvinte cheie: transcurricular, intercurricular, competențe, biologie, programă școlară.

BIOSCIENCE – INTEGRATED CURRICULUM AT THE SCHOOL DECISION FOR HIGH SCHOOL EDUCATION – NATURAL SCIENCES

Abstract. This Article includes the BioScience optional curriculum, developed according to the curricular design model centered on the development of thinking, with topics addressed inter and transcurricular. Students acquire their content through the cognitive processes they use in real life, they form a functional, flexible and coherent baggage of knowledge that they can apply in various contexts.
Keywords: transcurricular, intercurricular, competences, biology, scolar curricula.

Programa școlară pentru disciplina opțională Bioscience, curriculum integrat la decizia școlii pentru învățământul liceal – Științe ale naturii include, pe lângă *Nota de prezentare*, următoarele elemente:

- *Competențe generale*
- *Competențe specifice și exemple de activități de învățare*
- *Conținuturi*
- *Sugestii metodologice/Modalități de evaluare*
- *Bibliografie*

Notă de prezentare

Curriculumul disciplinei opționale *BioScience* vizează aria curriculară *Matematică și științe ale naturii,* este structurat pe un an de studiu, fiind adaptat învățământului liceal, cu un buget de timp de 1 oră/ săptămână și se adresează elevilor claselor IX, profil real – specializarea Științe ale naturii. Conform Legii Educației Naționale nr. 1/2011, idealul educaţional al şcolii româneşti constă în dezvoltarea liberă, integrală şi armonioasă a individualităţii umane, în formarea personalităţii autonome şi în asumarea unui sistem de valori care sunt necesare pentru împlinirea şi dezvoltarea personală.

Programa opționalului *BioScience* este elaborată potrivit modelului de proiectare curriculară centrat pe dezvoltarea gândirii (*thinking curriculum*), a cărui caracteristică fundamentală o reprezintă integrarea unitară a conținuturilor și proceselor. Elevii își însușesc

conținutul prin intermediul proceselor cognitive pe care le utilizează în viața reală, ei își formează un bagaj functional, flexibil și coerent de cunoștințe pe care le pot aplica în contexte variate.

Această abordare curriculară are ca premisă profilul de formare pe care dorește să îl dezvolte în toți elevii cărora li se adresează. Competențele-cheie vizate de acest opțional sunt: competenţe de bază în ştiinţe şi tehnologii, a învăţa să înveţi, competenţe în utilizarea noilor tehnologii informaţionale şi de comunicaţie, dar se urmărește și formarea altor competențe-cheie cum ar fi: comunicarea în limba maternă,comunicarea într-o limbă străină, competenţe sociale şi civice, sensibilizare şi exprimare culturală, iniţiativă şi antreprenoriat.

Obiectivul major al acestui curs priveşte integrarea și transferul cunoștințelor și metodelor specifice biologiei în contexte noi prin utilizarea metodelor interactive, a aplicațiilor și platformelor educaționale.

Conținuturile organizate modular cu teme inter- și transdisciplinare, furnizează suportul necesar pentru desfășurarea activităților individuale sau pe grupe. Prezentul curriculum este conceput într-o manieră flexibilă, care permite profesorului libertatea:

- să aleagă singur succesiunea modulelor sau a temelor, în condițiile respectării logicii interne a domeniului, a parcurgerii integrale a materiei şi a realizarii, la elevi, a competenţelor propuse;
- să construiască demersul didactic, în cadrul fiecărei lecţii, în funcţie de propria personalitate, de particularităţile clasei şi de caracterul experimental al disciplinei biologie.

Programa disciplinei BioScience pentru clasa a IX-a contribuie la formarea profilului elevului, prin:

- dobândirea unui sistem organizat de cunoștințe pe care le utilizează pentru a conferi un sens lumii, a rezolva probleme și a lua decizii;
- abordarea integrată a conceptelor realizând conexiuni cu celelalte științe ale naturii;
- stimularea motivației pentru a depune efort constant în vederea dobândirii și utilizării unor noi instrumente de învățare;
- dezvoltarea capacității de a reflecta asupra propriului proces de învățare prin utilizarea unui set de strategii de gândire și învățare;
- dezvoltarea unor atitudini pozitive faţă de propria persoană, faţă de ceilalţi și față de mediul înconjurător.

Întrucât societatea contemporană oferă situații tot mai variate și probleme care necesită noi abordări în rezolvare, acest opțional își propune să faciliteze elevului, viitor adult, dezvoltarea unor abilități intelectuale complexe, fiind mai bine pregătiți pentru integrarea în mediul social şi natural. Capacitatea de adaptare depinde în egală măsură de reperele comportamental-axiologice. Din setul de **atitudini** dezvoltate de disciplina BioScience fac parte:

- spiritul de observație și receptivitatea;

- curiozitatea și dorința de a-și pune întrebări;
- spiritul de investigație;
- interpretarea critică a faptelor observate;
- dorinţa de a împărtăşi experienţe proprii și de a facilita învățarea altora;
- flexibilitatea în aplicarea cunoştinţelor dobândite în viaţa cotidiană.

Acestea constituie fundamentul atitudinal al unei personalități puternice, dinamice bazată pe **valori** precum:

- respectul faţă de adevărul ştiinţific şi faţă de orice formă de viaţă;
- cooperarea între persoane;
- toleranţa faţă de opiniile altora;
- grija faţă de sănătatea proprie şi a mediului înconjurător.

Competențe generale

1. Fundamentarea teoretică și dezvoltarea cunoașterii unor fenomene și procese din viața cotidiană
2. Aplicarea de principii și metode de cercetare pentru a explora și explica procese naturale utilizând o varietate de strategii și tehnologii
3. Folosirea perspectivelor multiple și a capacității de analiză critică pentru realizarea de produse științifice/tehnologice/artistice
4. Comunicarea adecvată în contexte științifice și sociale.

Competenţe specifice şi exemple de activităţi de învăţare

1. ***Fundamentarea teoretică și dezvoltarea cunoașterii unor fenomene și procese din viața cotidiană***

Competențe specifice	Activități de învățare
1.1. Utilizarea corectă a conceptelor, teoriilor și modelelor cu caracter integrat	- extragerea informațiilor specifice disciplinelor supuse integrării, privind procese și fenomene care implică sistemele biologice, pentru stabilirea unor corelații semnificative; - utilizarea perspectivelor multiple pentru identificarea caracteristicilor unor sisteme biologice; - completarea unor fișe de observație care ilustrează particularități ale plantelor, animalelor întâlnite în diferite medii de viață, comportamente ale animalelor observate în diferite momente ale zilei, variația factorilor de mediu în diferite momente ale zilei, succesiunea anotimpurilor etc.
1.2. Organizarea demersurilor de cunoaștere a unor fenomene și procese din viața cotidiană	- exerciții de identificare a interrelațiilor între fenomene și procese din viața cotidiană; - utilizarea informațiilor cu caracter integrat pentru realizarea unor scheme, hărți conceptuale etc.;

	- colectarea unor probe din orizontul local în vederea realizării unor produse ca ilustrare a abordării integrate a cunoștințelor.

2. *Aplicarea de principii și metode de cercetare pentru a explora și explica procese naturale utilizând o varietate de strategii și tehnologii*

Competențe specifice	Activități de învățare
2.1. Selectarea și prelucrarea cantitativă și calitativă de informații relevante în raport cu obiectivele urmărite	- analiza, sinteza și evaluarea informațiilor obținute din diverse surse specifice disciplinelor supuse integrării; - documentarea în funcție de anumite caracteristici ale căutării informațiilor; - identificarea și formularea de întrebări pertinente pentru demersul investigativ; - organizarea și înregistrarea datelor.
2.2. Utilizarea unor strategii funcționale și tehnologii pentru rezolvarea de probleme teoretice și practice	- stabilirea de conexiuni intra- și intercontextuale de tip interdisciplinar pentru rezolvarea de probleme care necesită combinarea de cunoștințe, extrapolarea de concepte etc.; - proiectarea activității de cercetare/investigare.

3. *Folosirea perspectivelor multiple și a capacității de analiză critică pentru realizarea de produse științifice/tehnologice/artistice*

Competențe specifice	Activități de învățare
3.1. Analiza impactului dezvoltării de tip integrat în planul științei	- oportunitatea apariției unor domenii integrate precum biotehnologia, ecologia, neuroștiințe etc.; - dezvoltarea originală de scenarii alternative pentru rezolvarea unor probleme din viața cotidiană.
3.2. Evaluarea resurselor personale pentru devenirea profesională	- aplicarea unor tehnici de muncă intelectuală; - modalități de prezentare personală a experiențelor educaționale.

4. *Comunicarea adecvată în contexte științifice și sociale*

Competențe specifice	Activități de învățare
4.1. Utilizarea adecvată a terminologiei specifice disciplinelor supuse integrării în comunicarea orală și scrisă	- descrierea relațiilor dintre viețuitoare precum și dintre acestea și mediu; - participarea la diferite jocuri de rol (de exemplu: simularea unor procese, relații între viețuitoare etc.); - prezentarea unor rapoarte scrise și orale, grafice, tabele pentru prezentarea rezultatelor activității individuale sau a echipei.

4.2. Stimularea gândirii logice/analogice și a creativității prin producerea de mesaje adecvate diferitelor contexte	- exerciții de redactare a unor texte în care diferite elemente ale mediului să devină personaje; - corelarea caracteristicilor unor viețuitoare cu tipologii umane; - adaptarea mesajelor transmise în funcție de audiență; - utilizarea de canale optime de comunicare (oral, scris, real, virtual).

Conținuturi

Lista-conținuturi

A. **Substratul biochimic al vieții** (moleculele vieții: apa, acizi,baze, glucide, lipide, proteine, acizi nucleici; substanțe complexe cu importanță biologică: enzime, hormoni, vitamine, mediatori chimici, compuși macroergici etc.; codul genetic.informația genetică; circuitul biogeochimic al elementelor; metabolismul).

B. **Fenomene fizice în sisteme biologice** (mecanisme de transport la nivel celular; biomecanica-mecanica mișcării, biomecanica fluidelor,mecanica inimii, mecanica respirației; termodinamică biologică; fenomene bioelectrice; fenomene optice în natură; bioacustica.

C. **Comunicarea în lumea vie** (comunicarea celulară – membrana celulară, receptori,sinapsa, grefe, transplant; modalități de comunicare la plante și animale; caracteristici ale comunicării umane).

D. **Mediul și viața** (medii biotice și abiotice, tipuri de relații între viețuitoare, niveluri de organizare și integrare a lumii vii, echilibrul natural și succesiunea ecologică, adaptări ale organismelor la condițiile de mediu, valorificarea resurselor biologice, modalități de protecție a ecosistemelor).

E. **Adolescență și sănătate** (dezvoltarea psihosomatică la vârsta adolescenței, biochimia emoțiilor, parametrii funcționali ai organismului uman, factori perturbatori ai dezvoltării: alcool, tutun, droguri, mediul virtual, factori patogeni: fizici, chimici, biologici; imunitatea – tipuri, mecanisme-generalități, reguli de bază în acordarea primul ajutor, antibiotice și vaccinuri; analize clinice în fluide biologice).

Sugestii metodologice

Sugestiile metodologice se referă la modul de organizare a activităţii didactice în vederea formării la elevi a competenţelor formulate şi au rolul de a orienta profesorul în aplicarea programei şcolare.

Sugestii pentru activitatea de predare-învățare

În demersul său didactic, profesorul va urmări:

- stimularea curiozității elevului de a-și pune mereu întrebări despre lumea înconjurătoare, despre propria ființă și despre locul său în lume, înțelegând valoarea lui *de ce*? ca prim pas în cunoaștere;

- formarea capacității de a se documenta, de a selecta și utiliza diferite surse de informare, de a extrage organiza, interpreta și reda informații științifice de ajutor în interpretarea textelor literare;

- dezvoltarea capacităţii de comunicare, de manifestare a spiritului critic, deschis şi creativ;

- realizarea unor proiecte, prin care elevii să fie implicaţi în exerciţii de luare a deciziei, de propunere a unor strategii de rezolvare a problemelor din viaţa cotidiană, de identificare a soluţiilor, de rezolvare a unor situaţii-problemă

Abordarea curriculară, în condițiile integrării copiilor cu cerințe speciale și a celor capabili de performanță înaltă în învățământul de masa, trebuie să aibă în vedere unele strategii pentru adaptarea curriculum – ului, respectiv:

- ✓ Identificarea conținuturilor din curriculum care pot fi înțelese și însușite de către elevii cu CES, renunțându-se la cele cu un grad ridicat dificultate sau de abstractizare, dacă nu sunt absolut necesare.
- ✓ Simplificarea conținuturilor pentru elevii cu CES.
- ✓ Desfășurarea unor activități compensatorii, recuperatorii pentru elevii cu CES, concomitent cu participarea la activitățile prevăzute pentru învățământul obișnuit.
- ✓ Utilizarea unor tehnici de predare adaptate diferitelor stiluri de învățare care să asigure posibilitatea însușirii cunoștințelor.
- ✓ Aplicarea strategiilor diferențiate care permit învățarea la nivel individual - învățarea în sistem tutorial, lucrul în grup etc.
- ✓ Planificarea activităţilor în concordanţă cu tipul de clasă, dar şi cu ritmul de lucru al elevilor.
- ✓ Monitorizarea și evaluarea progresului înregistrat de elevi.
- ✓ Implicarea elevilor în fixarea obiectivelor individuale de învățare și monitorizarea progresului realizat în procesul de atingere a țintelor stabilite, participarea le concursuri/ competiții.

Sugestii pentru activitatea de evaluare

- Metode consacrate de evaluare;
- Metode alternative de evaluare: proiectul, portofoliul, autoevaluarea, interevaluarea colegială a activităților realizate în cadrul echipelor sau între echipe etc.

Concluzii

Implementarea opționalului integrat Bioscience conferă flexibilitatea necesară lucrului diferențiat cu elevii pentru a răspunde nevoilor lor de dezvoltare, fără a diminua din rigurozitatea științifică specifică disciplinelor supuse integrării.

Abordarea curriculară centrată pe dezvoltarea gândirii permite construirea unei baze largi și echilibrate de cunoștințe, abilități și atitudini, utile viitorului tânăr pentru conturarea propriului viitor educațional și profesional.

Bibliografie

1. ALEXEICIUC, A.; GRATI, V. *Dicţionar de biologie*. Chișinău: ARC, 2003. ISBN 9975-61-302-0.
2. BOCOȘ, M.D. *Instruirea interactivă: repere axiologice și metodologice*. Iași: Polirom, 2013.
3. BUCUR, GH.E.; POPESCU, O. *Educația pentru sănătate în școală. Manual orientativ*. București: FiatLux, 1999. ISBN 973-9250-56-4.
4. CHURCHILL, E.R.; LOESCHING, L.V.; MANDELL, M. *365 de experimente științifice simple cu material obișnuite*. Trad.: Nistor D., consultant științific – Valimirovici C. Oradea: Editura Aquila, 2007. ISBN 978-973-714-180-4.
5. DĂNILĂ, E.; DĂNILĂ, A. *Dicţionar ilustrat de cuvinte și sensuri recente în limba română.* Bucureși: Litera, 2011. ISBN 978-606-600-252-3.
6. GROSU, M.; POPESCU, A.S.; GURZU, C. *Lucrări practice de biologie pentru gimnaziu și liceu*. Editura Didactica Publishing House, 2010. ISBN 978-606-8027-57-9.
7. KRUMHARDT, B.; ALCAMO, I.E. *Anatomie și fiziologie umană pentru admitere la facultățile de medicină*. Trad.: Bacârea A., Bacârea C., Căpraru O., coord. ed. în lb. Rom.: Borda A. Târgu Mureș: UniversiyPress, 2014. ISBN 978-973-169-277-7.
8. MIHAIL, A. *Practicum școlar – Biologie vegetală*. București: ALL Educational, 2009. ISBN 978-973-684-724-0.
9. OLTEANU, S.; VOICU, C.; TANUR, I.; NEAGU, A. *O călătorie prin corpul uman*. Editura Didactica Publishing House, 2013. ISBN 978-606-8027-57-9.
10. OPRIȘ, T. ***Din tainele lumii vii***, vol I , II. București: Editura Didactică și Pedagogică, R.A., 1992. ISBN 973-30-2331-0.
11. OECD. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework. Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. Paris: OECD, 2016. www.pisa.oecd.org. http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en
12. POPOVICI-BOZEA, A. *Integrarea curriculară și dezvoltarea capacităților cognitive*. Iași: Polirom, 2017. ISBN 978-973-46-7012-3.
13. WILKINSON, R. *Compendiu de biologie*. Trad. Vasilescu. S. București: ALL Educational, 2007. ISBN 978-973-571-545-8.

CZU: 373.5.016:5

ASPECTE INTERDISCIPLINARE ÎN PREDAREA DISCIPLINEI ȘTIINȚE CLASA A V-a

Teodora VASCAN, dr., conf. univ.
https://orcid.org/0000-0002-6828-5343
Catedra Informatică şi Tehnologii Infomaţionale, UPSC
Aliona GRATIE, masterandă anul I, UPSC
gratie1974.aliona@inbox.ru

Rezumat. În acest articol este descrisă importanța legăturilor interdisciplinare în predarea disciplinelor școlare. De asemenea, este dat un exemplu de lecție cu aspecte STEAM realizată la disciplina Științe, clasa a V-a.
Cuvinte cheie: Integrarea disciplinelor, educația STEM/STEAM, interdisciplinaritate.

INTERDISCIPLINARY ASPECTS IN THE TEACHING OF SCIENCE IN 5TH GRADE

Abstract: This article describes the importance of interdisciplinary links in the teaching of school subjects. An example of a lesson with STEAM aspects is also given in the discipline of Science, 5th grade.
Keywords: Integrating disciplines, STEM/STEAM education, interdisciplinarity..

Introducere

În condiţiile actuale ale desfăşurării procesului de învăţământ, *interdisciplinaritatea* se impune ca o direcţie principală a renovării activităţii educaționale [1]. Această renovare se reflectă atât asupra conţinutului lecţiilor, cât şi asupra metodelor şi strategiilor de predare.

Interdisciplinaritatea nu anulează disciplinaritatea, ci amplifică legăturile disciplinare, plecând de la disciplinele existente, încercând diminuarea și eliminarea graniţelor dintre acestea.

Promovarea interdisciplinarităţii în condiţiile unui învăţământ conceput pe discipline este un exerciţiu extrem de util dar în acelaşi timp destul de anevoios. Faptul că obiectele sunt stabilite pe discipline nu nu reprezintă o pedică deoarece:

- există obiective commune mai multor discipline;
- obiectivele complexe sau finalităţile educaţiei presupun o conjugare a resurselor educaționale ce aparțin mai multor discipline;
- majoritatea cunoştinţelor sau informaţiile acumulate de elevi în afara procesului educațional au un caracter tematic sau pluridisciplinar, iar articularea celor trei mari tipuri ale învăţării (formal, informal şi nonformal) presupune o depăşire a didacticismului şi a metodelor care tind să reducă învăţarea la memorarea conținuturilor manualelor.

Interdisciplinaritatea poate să conducă activitatea de învăţare spre o învăţare continuă, spre o regândire a învăţării şi evaluării din perspectiva educaţiei pemanente, în predarea –

învăţarea realizată în echipe de profesori pentru teme cheie, realizarea de către elevi a unor referate cu character bi sau multidisciplinar.

Introducerea interdisciplinarităţii în procesul educațional preuniversitar, în organizarea conţinuturilor sau în predarea acestora, se face simţită tot mai mult pe măsură ce sunt tot mai evidente limitele şi incoerenţele învăţământului conceput pe discipline tradiţionale strict delimitate.

În contextual actual, disciplina Ştiinţe nu reprezintă doar o alăturare de teme din domeniile fizică, biologie, chimie, ci abordarea lor într-o manieră integrată, apropiată de viaţa elevilor. El vede în jurul său natura în ansamblul ei şi cu toată complexitatea ei și nu procese şi fenomene biologice, fizice sau chimice.

Curriculum-ul actual la disciplina Ştiinţe este structurat astfel încât permite multiple legături între domeniile componente, dar şi între acestea şi alte domenii. Predarea disciplinei Ştiinţe are ca scop însuşirea de către elevi a acelor achiziţii şcolare (cunoştinţe, capacităţi, atitudini) care să permită integrarea lor atât în ciclul gimnazial cât şi aplicarea lor în experienţa de viaţă.

Exemple de proiecte STEAM recomandate în curriculumul la Științe clasa a V-a

În curriculumul național la Științe [2], sunt propuse unele tematici de proiecte STEAM repartizate pe unități de conținut pe care profesorul le poate selecta d sau poate propune alte proiecte de alternativă.

Temele proiectelor STEAM propuse în curriculumul național la Științe clasa a V-a sunt incluse în tabelul 1:

Tabelul 1. Temele de proiecte STEAM la Științe clasa a V-a

Unități de conținut	Teme de proiecte STEAM
Lumea vie	1. În jurul unui arbore 2. Borometre vii 3. Vopsele din plante/Plante colorante 4. Ceasul florilor 5. Mini-grădina de la geamul casei
Corpuri și substanțe	1. Apa – miracolul vieții 2. Construim un filtru de apă 3. Câtă apă consumă familia mea? 4. Metamorfozele din jurul nostru 5. Aventura apei
Energia și forțele	1. Teatru de umbre 2. Cum producem sunete? 3. Mimă și pantomime 4. Culoarea schimbă viața 5. Titirezul culorilor 6. Pictură „Împinge și Trage”

	7.	Pictura gravitațională
	8.	Pictura magnetică
Știința pentru natură	1.	Mi-aș dori să se inventeze...
	2.	Aventura cu balonul
	3.	O sută de zile sub apă
	4.	Pot să zbor spre viitor
	5.	Chiar a schimbat lumea!
	6.	Să mai dăm o șansă lucrurilor!
	7.	O călătorie pe Lună!

Pentru realizarea proiectelor STEAM propuse mai poate fi consultată sursa bibliografică [3].

Exemplu de lecție cu elemente STEAM realizată la disciplina Științe, clasa a V-a

Mai jos propunem un scenariu al lecției „Apa. Energia apei" cu elemente STEM/STEAM în baza bibliotecii digitale „Educație online".

Disciplinile înrudite: geografia, informatica, limba și literatura română, arta plastică.

Unitatea de conținut: Energia și forțe

Subiectul lecției: Energia apei.

Unități de competență:

1. Identificarea cauzelor fenomenelor, proceselor și relațiilor din mediul înconjurător, manifestând corectitudine în utilizarea elementelor de limbaj;
2. Investigarea mediului înconjurător,dovedind interes pentru aplicarea instrumentelor și metodelor de cercetare corespunzătoare;
3. Transferarea achizițiilor științifice în context cotidian, dând dovadă de curiozitate pentru știință și tehnologii din perspectiva dezvoltării durabile.

Obiectivele operaționale: La sfârșitul lecției, elevul va fi capabil:

O 1 – să definească noțiunile de energie regenerabilă, hidrocentrală, cu ajutorul lecției video din biblioteca digitală "Educație online";

O2 – să indice suprafața de răspândire a apei pe Terra,cu ajutorul manualului de geografie clasa a V-a;

O 3 – să descrie proprietățile fizice ale apei, cu ajutorul manualului de științe clasa a V-a;

O 4 – să arăte modurile de utilizare a energiei apei,în baza lecției video din biblioteca digitală "Educație online";

O 5 – să utilizeze diverse platforme digitale pentru elaborarea produsului final.

Produsele lecției: poster format hârtie, tabel, prezentare în Canva, cărticică digitală în StoryJumper, roata de apă construită din materiale reciclabile.

Resursele umane: profesori, elevi.

Resurse materiale: foi A2, cariocă, creioane colorate, carton sau plastic de la un ambalaj pentru cadouri, foarfece, o bucată de sârmă, un fir de lână, un pai din plastic, lipici, plastelină.

Resurse informaționale: manualele de geografie și științe clasa a V-a, biblioteca digitală ”Educație online”.

Forme de realizare: frontal, individual, grup.

Metode și procedee: explicația, analiza, lucrul cu textul, posterul, eseu structurat.

Mijloace: surse din Internet, laptop, televizor, prezentare în Canva, biblioteca digitală ”Educație online”.

Sarcinile lecției formulate pentru elevi: Vizionați lecția video propusă de profesorul virtual și realizați următoarele sarcini:

Grupul Geografii: Cu ajutorul manualului de geografie și a profesorului de geografie identificați cum este răspândită apa pe Terra.Ce înveliș a Terrei formează apa? Răspunsul îl prezentați într-un poster format hârtie.

Grupul Fizicienii: Cu ajutorul manualului de științe indicați proprietățile fizice ale apei. Răspunsul îl prezentați într-un tabel format hârtie.

Grupul Tehnicienii: Cu ajutorul lecției video arătați cum este utilizată energia apei de oameni. Răspunsul îl prezentați într-o prezentare realizată în Canva.

Grupul Constructorii: Cu ajutorul ”Atelierului de lucru” din lecția video construiți o roată de apă din materiale reciclabile.

Grupul Scriitorii: Elaborați o cărticică digitală în StoryJumper cu titlul ”Povestea unei picături de apă” unde veți arăta circuitul apei în natură.

În figura 1 sunt prezentate produsele elevilor din fiecare grup menționat mai sus.

Figura 1. Produsele prezentate de elevi

Concluzii

Legăturile disciplinei Științe cu alte discipline şcolare se va axa pe formarea la elevi a unor competenţe necesare pentru a se descurca în situaţii sociale noi, fiindcă, cu cât elevul are mai multe informaţii din diferite domenii de viaţă, cu atât o va realiza într-un mod mai corect. În urma celor expuse succint în acest articol venim cu unele propuneri pentru profesori:

- Explotați posibilitățile oferite de către manualele de Științe privind realizarea conexiunilor interdisciplinare;
- Propuneți situații integrative în cadrul diverselor manifestări;
- Realizați cu comun acrd cu profesorii de alte discipline ore integrative;
- Organizați sistemic situații-problemă cu conținut interdisciplinar și integrativ;
- Promovați activități practice, lucrări de laborator și analiza graficelor cu aspect interdisciplinar și aplicativ în cadrul lecțiilor de științe.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare.

Bibliografie

1. CRISTEA, S. *Dicţionar de pedagogie*. Chişinău-Bucureşti: Grupul Editorial Litera. Litera Internaţional, 2000. 395 p. ISBN 9975-742-48-3.
2. Curriculum național. Științe Clasa a V-a. Ghid de implementare. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Chișinău: Lyceum, 2020.
3. VASCAN, T. Învățarea bazată pe proiecte – o metodă de implementare a abordării STEAM în educație, În: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice, Volumul I Didactica Științelor Exacte*, 26-27 februarie 2022 - Universitatea de Stat din Tiraspol, pp. 324-329, Chișinău: Tipografia UST, ISBN 978-9975-76-382-0.