

Ministry of Education and Research of the Republic of Moldova
National Agency for Research and Development
"Ion Creangă" State Pedagogical University of Chisinau
Institute for Development and Social Initiatives (IDSI) "Viitorul"



MINISTERUL
EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

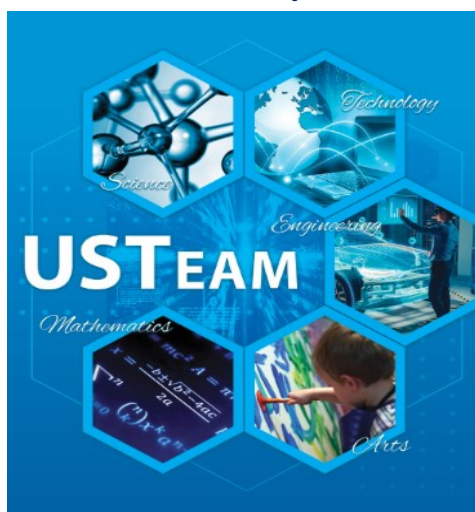


UNIVERSITATEA
PEDAGOGICĂ DE STAT
ION CREANGĂ
DIN CHIȘINĂU



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

Dedicated to the 85th birthday of Professor Ilie Lupu



MATERIALELE
Conferinței Științifice Internaționale
„ABORDĂRI INTER/TRANSDISCIPLINARE
ÎN PREDAREA ȘTIINȚELOR REALE,
(CONCEPT STEAM)”, ediția a treia
Dedicată a 85-a aniversare a profesorului Ilie Lupu

Chisinau, Republic of Moldova
October 27 – 28, 2023

The Scientific Committee / Comitetul științific:

Liubomir CHIRIAC, president, habilitated doctor, full professor, ICSPU, <https://orcid.org/0000-0002-5786-5828>
 Eduard COROPCEANU, PhD, full professor, ICSPU, <https://orcid.org/0000-0003-1073-828X>
 Anton FICAI, PhD, full professor, University POLITEHNICA of Bucharest, Romania, <https://orcid.org/0000-0002-1777-0525>
 Radu CONSTANTINESCU, PhD, full professor, University of Craiova, Romania, <https://orcid.org/0000-0002-4841-5606>
 Norbert PIKULA, habilitated doctor, full professor, Pedagogical University of Krakow, Poland, <https://orcid.org/0000-0003-1460-3016>
 Cristian VOICA, PhD, full professor, University of Bucharest, Romania, <https://orcid.org/0000-0001-9455-4909>
 Naela COSTICA, PhD, full professor, „A.I. CUZA” University of Iasi, Romania, <https://orcid.org/0009-0003-8173-6502>
 Andrey DAVIDENCO, habilitated doctor, full professor, University of Chernigov, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-1542-8475>
 Vasile EFROS, PhD, full professor, „Ștefan cel Mare” University of Suceava, Romania, <https://orcid.org/0009-0006-7674-5158>
 Victor GUZUN, professor, Technological University of Tallinn, Estonia, <https://orcid.org/0009-0004-3116-5008>
 Ilie LUPU, habilitated doctor, full professor, ICSPU, <https://orcid.org/0000-0003-1375-3071>
 Anatol GREMALSCHI, habilitated doctor, full professor, ICSPU, <https://orcid.org/0000-0001-5295-4613>
 Inga ȚIȚHIEV, PhD, associate professor, director of IMI, <https://orcid.org/0000-0002-0819-0414>
 Svetlana COJOCARU, habilitated doctor, full professor, correspondent member, vice president of ASM, <https://orcid.org/0009-0003-1025-5306>
 Krasimir MANEV, PhD, full professor, New Bulgarian University, Sofia, Bulgaria, <https://orcid.org/0000-0002-3318-354X>
 Constantin GAINDRIC, habilitated doctor, full professor, correspondent member of ASM, <https://orcid.org/0009-0003-2893-9626>

The Organizing committee / Comitetul organizatoric:

Angela GLOBALA, president, PhD, associate professor, vice rector ICSPU
 Ekaterina MYCHAILOVA, PhD, Sofia, Bulgaria
 Biserka YOVCHEVA, PhD, associate professor, Konstantin Preslavsky University of Shumen, Bulgaria
 Margarita NIJEGORODOVA, PhD, associate professor, State University of Vyatka, Russia
 Vasile EFROS, PhD, full professor, „Ștefan cel Mare” University of Suceava, Romania
 Andrei BRAICOV, PhD, associate professor, dean, Faculty of Physics, Mathematics and Informational Technologies, ICSPU
 Nicolae ALUCHI, PhD, associate professor, dean, Faculty of Biology and Chemistry, ICSPU
 Ion MIRONOV, associate professor, dean, Faculty of Geography, ICSPU
 Dumitru COZMA, habilitated doctor, full professor, head of the Mathematical Analysis and Differential Equations Department, ICSPU
 Dorin AFANAS, PhD, associate professor, head of the Algebra, Geometry and Topology Department, ICSPU
 Igor POSTOLACHI, PhD, associate professor, head of the Theoretical and Experimental Physics Department, ICSPU
 Sofia GRIGORCEA, PhD, associate professor, head of the Vegetal Biology Department, ICSPU
 Lucia CĂPĂȚÎNĂ, PhD, university lecturer, Department of Human, Regional and Tourism Geography, ICSPU
 Eugenia CHIRIAC, PhD, associate professor, ICSPU
 Viorel BOCANCEA, PhD, associate professor, ICSPU
 Maria PAVEL, PhD, associate professor, ICSPU
 Dorin PAVEL, PhD, associate professor, ICSPU
 Larisa SALI, PhD, associate professor, ICSPU
 Tatiana VEVERIȚA, PhD, associate professor, ICSPU
 Natalia LUPAȘCO PhD, associate professor, ICSPU
 Natalia JOSU, PhD, associate professor, ICSPU
 Teodora VASCAN, PhD, associate professor, ICSPU
 Ala GASNAȘ, PhD, associate professor, ICSPU

**Recommended for publication
 by the Council of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies, ICSPU**

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

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA

Proceedings of The Third 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 3-a, Chisinau, October 27-28, 2023 / scientific committee: Liubomir Chiriac (president) [et al.]. – [Chișinău] : [S. n.], 2023 (CEP UPSC). – 484 p. : fig., tab. Cerințe de sistem: PDF Reader.

Antetit.: Ministry of Education and Research of the Republic of Moldova, "Ion Creangă" State Pedagogical University of Chisinau [et al.]. – Texte : lb. rom., engl., rusă. – Rez. paral.: lb. rom., engl., rusă. – Referințe bibliogr. la sfârșitul art.

ISBN 978-9975-46-813-8 (PDF).

37.016:[5+004](082)=135.1=111=161.1

P 93

TABLE OF CONTENT

Preface	7
---------------	---

COMUNICATION IN PLENARY SESSION

Davidenko Andrei. STEM approaches in education: dynamics of development	10
Gremalschi Anatol, Chiriac Liubomir. Conceptul de școli STEAM	14
Kasapoglu Koray. How does research inform the teaching of STEAM in Turkey? Implications for building congruence between research and practice	23

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

Afanas Dorin. Solving irrational equations and inequations through triangle bisector properties.....	33
Artiom Natalia. Matematica în Contextul Vieții Cotidiene	42
Bâzgu Virginia. Funcția utilitar-aplicativă a matematicii și impactul ei în studiul matematicii școlare.....	48
Botez Alexei, Dîntu Sergiu. Utilizarea problemelor aplicate în scopul motivării studenților spre studierea obiectului <i>Geometrie Descriptivă</i>	51
Calmuțchi Laurențiu, Cojocaru Ion. Metodologia studierii elementelor de geometrie gimnaziale prin conținuturi practice aplicative	55
Ceban Ana. Instrumente pentru livrarea conținuturilor matematice la distanță	63
Cojocaru Ana. Educația matematică prin poezie	67
Cojocaru Ion, Hariton Andrei, Calmutchii Laurentiu. Studierea istoriei didacticii matematicii	72
Cojocaru John. Probleme populare non standard	76
Corcimari Georgeta. Matematica și educația STEM în învățământul primar: aspecte transdisciplinare	82
Cozma Dumitru. Dezvoltarea gândirii critice a elevilor/studenților prin utilizarea contraexemplor în studierea matematicii	87
Fețanu Elisa Ioana. Abordări interdisciplinare în procesul de studiere a matematicii în învățământul preuniversitar.....	94
Gherman Gabriela. Istoria Didacticii Matematicii în contextul civilizației Chinei Antice	99
Ghimp Valentina. Studierea geometriei gimnaziale prin conținuturi practice aplicative în clasa a V-a	104
Maftea Serghei. Mărimi caracteristice curentului alternativ. Aspecte matematice.....	108

Marchitan Gabriela. Istoria Didacticii Matematicii civilizației Indiei Antice	114
Neagu Natalia. Construcția curbelor de ordinul doi prin metoda dreptunghiului	118
Neagu Natalia. Studiarea probabilității în jocul DARTS	123
Rahimov Svetlana. Istoria Didacticii Matematicii în contextul civilizației mesopotamiene.....	128
Sirghii Cristina. Folclorul matematic în didactica matematicii preșcolare: „Ana și alți pici de 5-7 ani învață matematica. Prima zece. Cifrele”	133
Țarălungă Boris, Despre conjectura $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{a}{b}$	138
Tataru Ionel. Istoria Didacticii Matematicii civilizației Arabiei Antice	141
Tataru Ionel. Folclorul matematic. Probleme populare	146
Teleuca Marcel, Sali Larisa. Didactizarea conținuturilor și dezvoltarea gândirii matematice	153
Teleuca Marcel, Sali Larisa. Despre unele aplicații ale formulei lui Pick.....	161
Ticu Luminița. Studiarea geometriei gimnaziale prin conținuturi practice aplicative în clasa a VI-a.....	174
Vacariuc Valentina. Proiectul STEM la matematică. Abordări inter- și transdisciplinare. Bune practici	178
Vioreanu Marius. Probleme remarcabile și probleme populare din Istoria Didacticii Matematicii civilizației Europei de Vest.....	183
Zaharia Rică. Istoria Didacticii Matematicii civilizației Greciei Antice	186
Кожухарова Татьяна, Федотова Анастасия. Обратные тригонометрические функции в решении задач	191
Мазылу Юлия. Применение школьных знаний и развитие практических навыков в реальной жизни через STEAM-проекты.....	196

SECTION II. Studying informatics and information technologies from the STEAM perspective

Afanas Dorin, Dadu Gheorghe, Timercan Tudor, Bodeanciuc Vadim. Temperature measurement via Arduino tool.....	203
Bagrin Diana, Globa Angela. Dezvoltarea competențelor digitale ale elevilor prin abordare transdisciplinară	212
Bibic Alexandru. Rolul competenței digitale în realizarea proiectelor STEAM	218
Bogdanova Violeta, Filatova Tetiana. Din experiența cercetării conceptului de „amprentă digitală” și impactul acestuia asupra securității informațiilor.....	223
Braicov Andrei, Corlat Sergiu. Un model de activitate educațională STEM implementată prin metoda instruirii în bază de problemă	228
Cerbu Olga, Caraivanov Vitali. Разработка Spring CRUD REST API приложений с выполнением проверки операций CRUD через Postman	236

Cerbu Olga, Sestacova Tatiana, Gutu Daniil. Разработка приложения по обработке данных, с использованием инструмента Spring Batch.....	247
Cerbu Olga, Sestacova Tatiana, Mironov Nichita. Введение в машинное обучение на Python: основы и практика	260
Cerbu Olga, Sestacova Tatiana, Rotar Maryia. Важность применения форматов xml и json при создании приложений, реализованных на Java.....	272
Cerbu Olga, Sestacova Tatiana, Rudi Roman. Разработка приложения с обработкой данных с использованием Spring Security	279
Chiriac Liubomir, Lupașco Natalia, Pavel Maria. Studiarea Algoritmului Genetic din perspectiva STEAM	285
Chiriac Tatiana. Integrarea educației STEM în învățământul primar din Marea Britanie: studiu de caz.....	292
Ciobanu Mariana, Globa Angela. Competițiile naționale de robotică - platformă de realizare a proiectelor STEAM	298
Evdochimov Radames, Popov Lidia. Interdisciplinaritatea în cadrul cursului universitar <i>Tehnologii informaționale și comunicaționale</i>	306
Gasnaș Ala, Globa Angela. Interacțiunea dintre inteligența artificială și conceptul STEAM	313
Globa Angela, Gasnaș Ala. Simbioza dintre matematică și artă facilitată de componenta digitală.....	321
Golovco Stela. Bioinformatics and applications in genomic research.....	328
Mihalache Lilia, Bobeica Natalia, Vascan Teodora. Abordări didactice privind elaborarea și implementarea proiectului STEAM „Enigma inter/transdisciplinară a pomului de Crăciun” în sistemul învățământului general.....	334
Pavel Maria, Pavel Dorin. Testarea ipotezelor de cercetare prin statistica bayesiană ..	339
Porombrica Maia. Ozoboții în educație: explorând conceptele STEM prin proiecte interactive	344
Timercan Fiodor. Studiul amenințărilor cibernetice în domeniul militar.....	349
Timuș Olga, Balmuș Nicolae. Produse ale programării vizuale în studierea STEAM	357
Vascan Teodora. Inteligența Artificială - un ajutor al profesorului modern.....	363
Vascan Teodora, Cassa Evghenia. Aspecte ale educației STEAM în predarea informaticii	369
Veverița Tatiana. Abordarea învățării bazate pe proiecte prin integrarea STEAM în studierea <i>educației digitale</i> la clasele primare	374
Vîșcu Irina, Popovici Ilona. Tehnologii cloud pentru stimularea învățării active	381

SECTION III. Implementation of inter /transdisplinary in the teaching-learning process of physics and technical sciences (STEAM concept).....386

Bantaş Petru. Interdisciplinaritatea în cadrul orelor de fizică.....	387
Corciu Nadejda, Guţuleac Leonid. Particularităţile rezolvării problemelor la cinematica punctului material.....	392
Creţu Toma, Postolachi Valentina. Laborator digital la mecanică	397
Davidenko Pavel. Creation of multimedia didactical tools for the development of students' research abilities.....	401
Guţu Ionela, Postolachi Valentina. Elaborarea resurselor educaţionale la fizică.....	405
Makoveţkaia Marina, Guţuleac Leonid. Studiarea circuitelor electrice la lecţiile de fizică.....	410
Petruşca Andrei, Petruşca Elena. Implementarea inter/trandisciplinarităţii la fizică prin intermediul lucrărilor practice.....	415
Pleşca Valeriu. Aprofundarea competenţelor fizico-matematice prin studiul unor modele tehnice	419
Postolachi Igor, Guţuleac Leonid. Materiale inteligente pe bază de semiconductori ..	423
Sîrbu Ana. Infinitul - de la Parmenide la pariul lui Pascal	428
Sorocean Margareta, Antoci Ecaterina. Implementarea educaţiei STEAM la lecţiile de fizică: „Experimente de Gândire”	432
Tercu Jan-Ovidiu. Importanţa competenţei investigaţionale în educaţia extraşcolară a elevilor dotaţi	437

SECTION IV. Integration of STEAM in the process of studying biology, chemistry and geography444

Baerle Iulia, Baerle Adrian. Studiul efectelor termice de dizolvare şi neutralizare: aplicabilitatea pentru predarea şi studierea Chimiei	445
Cazacioc Nadejda, Şeremet Ileana Simona. Designul educaţional al proiectelor STE(A)M.....	451
Feţanu Bogdan Anton. Abordări inter/transdisciplinare în predarea biologiei	459
Fiodorciuc Daniela. Evaluarea formativă a rezultatelor învăţării prin aplicarea Hărţii conceptuale.....	465
Palii Ana. Inter- şi transdisciplinaritate sau învăţarea STEAM în cadrul proiectului educaţional de cercetare muzeală „(Re)Cunoaşte-ţi ţara”	470
Voluţa Aliona. Explorarea interdisciplinară - o strategie bazată pe investigaţie aplicată la orele de geografie.....	475
Павлюк Елена, Ротарь Светлана. Из опыта создания симуляционной аптеки в подготовке фармацевтических работников среднего звена	479

PREFAȚĂ

Conferința Internațională „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)”, ediția III, organizată de Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă”, Institutul pentru Dezvoltare și Inițiative Sociale ”Viitorul” în cadrul Facultății de Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale este dedicată celei de a 85-a aniversare a dlui Ilie Lupu, doctor habilitat, profesor universitar, fondatorul școlii științifice în domeniul teoriei și metodologiei instruirii.

Profesorul universitar Ilie Lupu, începând cu anul 1967 activează în învățământul superior din Moldova. În anul 1999, susține cu succes teza de doctor habilitat în științe pedagogice „Bazele științifico-metodice contemporane de pregătire a studenților matematicieni din universitățile din Republica Moldova pentru activitatea de predare”, specialitatea „Teoria și metodologia instruirii”. Profesorul Ilie Lupu rămâne, până în prezent, să fie primul și unicul, doctor habilitat în domeniul didacticii științelor exacte.

Un rol important în dezvoltarea didacticilor științelor reale și pregătirea cadrelor de calificare înaltă, în cadrul Universității de Stat din Tiraspol (UST), l-a avut profesorul universitar Ilie Lupu, care în cooperare cu academicianul Mitrofan M. Cioban și profesorul universitar Andrei Hariton, în anul 2002, au constituit Școala Doctorală „Teoria și metodologia instruirii” din cadrul UST (cu sediul în Chișinău), unica în acest domeniu în Republica Moldova. Grație cercetărilor avansate în domeniul didacticii, în cadrul Universității de Stat din Tiraspol a fost fondat unicul seminar științific de Profil și Consiliul Științific Specializat în domeniul didacticii științelor exacte și ale naturii în Republica Moldova.

Activând în cadrul Facultății de Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale Profesorul Ilie Lupu, a reușit să creeze propria Școală Științifică, axată pe cercetări în domeniul metodologiei instruirii și didactica științelor exacte.

Profesorul Ilie Lupu, din 2004 este Președinte al Consiliului Științific Specializat în domeniile didacticii științelor reale și ale naturii. Sub conducerea și îndrumarea Profesorului Ilie Lupu au fost susținute circa 20 teze de doctor în științe pedagogice.

Astfel, pe parcursul ultimii 20 de ani de activitate, în cadrul Școlii doctorale, din cadrul Universității de Stat Tiraspol, au fost susținute circa 47 de teze doctor în științe. Un rezultat frumos pentru Școala doctorală și un rezultat excelent pentru știința pedagogică din țara noastră.

Profesorul Ilie Lupu a publicat peste 150 de lucrări metodico-științifice, 6 monografii, 9 manuale pentru studenți și elevi, 4 ghiduri pentru profesori și părinți și alte 17 cărți pe diferite probleme ale învățământului matematic universitar și preuniversitar. A prezentat peste 70 de comunicări la conferințe științifice de diferit rang. Direcția principală de cercetare se referă la bazele psiho-pedagogice ale procesului educațional matematic modern.

Cercetările remarcabile în cadrul Școlii Doctorale „Teoria și metodologia instruirii” s-au axat, în mod special, pe didacticele științelor exacte și ale naturii (matematică, fizică,

informatică, chimie, biologie, geografie) abordate din perspectiva inter/transdisciplinară, conceptului STEAM.

Educația STEAM, după cum se știe, contribuie la creșterea interesului și motivației tinerilor pentru studierea științelor reale care, după cum demonstrează statistica, a scăzut simțitor în ultimii 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.

Succint, educația STEAM nu este despre ce, unde sau când, ci despre de ce și cum. Educația STEAM este un proces de studiere a vieții reale cu multiple aplicații practice, ci oferă mai multe instrumente de creare și evaluare.

Această abordare a studierii nu este o sarcină ușoară, dar beneficiile pentru elevi/studenti și pentru întreaga comunitate din instituțiile de învățământ preuniversitar și universitar sunt extraordinare. Atât elevii cât și profesorii implicați în STEAM fac mai multe conexiuni cu viața reală, își dezvoltă cunoștințele, abilitățile, experiența și descoperă enigma interconexiunilor diverselor fenomene și subiecte cercetate.

În alt context educația STEAM facilitează procesul cognitiv, stimularea gândirii critice al tinerilor privind soluționarea problemelor practice, contribuie semnificativ la îmbunătățirea inovației și procesului creativ și în felul acesta direcționează creativitatea și energia tinerilor spre știință, industrie, tehnologie, robotică, inteligență artificială etc., contribuind astfel la creșterea unei noi generații de oameni de știință, ingineri, tehnologi, specialiști IT etc. În felul acesta are loc orientarea tinerilor spre economia reală, factor considerabil al dezvoltării țării.

Echipa facultății de Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale (FMTI) speră extrem de mult că prin intermediul acestei conferințe, inclusiv prin promovarea modelelor pozitive în sistemul educațional, își aduce o contribuție clară la europenizarea sistemului educațional în Republica Moldova. Suntem siguri că publicațiile din acest volum vor fi de bun augur pentru toți studenții, profesori și toți acei interesați de promovarea și implementarea conceptului STEAM în procesul de educație a tinerei generații.

Totodată, în acest context, Echipa facultății de Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale, cu ocazia aniversării a 85 de ani și a 65 de ani de activitate didactică, îi dorim Domnului Profesor Ilie Lupu multă sănătate, putere de muncă, inspirație, împliniri frumoase și mulțumiri pentru dezvoltarea științelor pedagogice, didacticii științelor reale, pregătirea și instruirea cadrelor didactico-științifice de înaltă calitate.

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

STEM APPROACHES IN EDUCATION: DYNAMICS OF DEVELOPMENT**Andrey DAVIDENKO**, Doctor of Pedagogical Sciences (Habilitation), Professor<https://orcid.org/0000-0003-1542-8475>

K. D. Ushinskyi Chernihiv Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education

T. H Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

Rezumat. Articolul este dedicat problemelor introducerii STEM în procesul educațional. Pe baza rezultatelor cercetării științifice și a bogatei experiențe didactice, autorul analizează abordările propuse în educație. Aici el oferă viziunea sa asupra modalităților de a rezolva problemele apărute. Conținutul articolului ar trebui să trezească interes în rândul comunității pedagogice generale.

Cuvinte cheie: STEM, învățare, dezvoltare, profesor, elevi, cercetare, creativitate, școală

Abstract. The article is devoted to the problems of introducing STEM into the educational process. Based on the results of scientific research and rich teaching experience, the author analyzes the proposed approaches in education. Here he offers his vision of ways to solve the problems that have arisen. The content of the article should arouse interest among the general pedagogical community.

Keywords: STEM, learning, development, teacher, students, research, creativity, school.

Many people are ready to give advice on how to teach children. Although, these “many” are not directly related to teaching activities. They don't know how complicated everything is in this matter. How complex is the person himself, in particular his psyche. It's much simpler in technology. In order to connect to a specific technical device, you just need to select a cable with the appropriate connector. In order to establish contact with a child, there may not be a ready-made connector. And the teacher has to “make” it himself. Not only beginners, but also experienced teachers face this problem.

To improve the qualifications of teachers, appropriate courses and seminars (webinars) are held, and a lot of literature is published, in particular, methodological recommendations. Outwardly, it looks as if all conditions have been created for the teacher to be able to successfully cope with the tasks assigned to him. In fact, quite often this is not entirely true. Education organizers comply with the formal side of teacher training, but the content part does not always satisfy the teacher. Especially during the introduction of pedagogical innovations.

The above is directly related to STEM. All participants in the pedagogical process know the meaning of this acronym. What's next? And no one really explained to them what to do with it. Some say that since it contains the concept of science (although it would be more correct - science), then everything should come down to the implementation of long-known interdisciplinary connections. Although I would like to ask: “Who forbade doing this before, before we started talking about STEM?” Others argue that STEM will teach students to work in teams. Still others suggest making the

learning process reverse. The student, according to their opinion, should work with “constructors”. By assembling certain mechanisms from their parts, the child will acquire new knowledge, for example, in physics. And all this is considered almost revolutionary, because before he was given theoretical knowledge, and then demonstrated its application in practice. At the same time, these “third people” do not forget to indicate where such “Constructors” can be purchased. The situation is similar with 3D printers. It is believed that the presence of such a printing device in the corresponding laboratory makes it a rank higher than those where it is not...

For more than ten years the author worked as a physics teacher in a high school. For more than thirty years he has been a member of the jury of all-Ukrainian Olympiads in physics. He is a member of the jury of the national stage of the international competition Inetel-Tehno. On his initiative, the All-Ukrainian Tournament of Young Inventors and Innovators was established. And he is also the chairman of its jury. 23 such tournaments have already been held. In addition, since 1990 he has been working in the teacher training system. This is written to ensure that the author looks at everything that happens from different points of view. And in most cases, his opinion is clear: during the introduction of STEM, no improvement in the quality of student training was noticed. Let this be a personal opinion, but this is confirmed by the results of testing schoolchildren in physics, the results of their participation in various competitions and tournaments, as well as their attitude towards the subject. An example available to everyone. It concerns the participation of schoolchildren from the Republic of Moldova in the competition for young inventors, which was included in the program of the International Salon of Inventions and Innovative Entrepreneurship (October 2023). It presented the developments of students from the Lyceum “K. Stere”, city. Magpies. But this took place before talking about STEM...

STEM does not deny or propose to remove from teaching practice everything that has proven positive in the past. His approaches do not deny the use of any new technical devices and technologies. It is unlikely that any pedagogical innovation can do without the use of information and communication technologies. In the acronym it is the letter "T". Robotics has become a reality. But it will not replace what already exists in the didactics of physics, chemistry, and biology. It can only complement. But intellectual and creative competitions in physics and robotics will also continue separately. Robotics is more of a technical subject rather than a physics subject. Based on this, the author is unlikely to agree with the proposal to study the laws of physics while creating something from designer parts.

But, nevertheless, if we turn to the content of this acronym, then from it we can extract what needs to be done in the process of teaching schoolchildren and students. This is also not new. But STEM focuses on it. And it consists of the following.

The letter “S” in it stands for science. So, the development of science does not happen without the study of certain phenomena and processes. This is precisely what is missing in the educational process in natural subjects.

For comparison, an example from the educational process in physics. You can give the formulation of Ohm's law in its existing form. Or you can invite schoolchildren to carry out research, as is done in one of the textbooks from the Republic of Moldova [1] and invite them to formulate it themselves. In which case is there more benefit? Of course in the second. Schoolchildren not only gain new knowledge, but also become familiar with methods of studying nature.



Figure 1. Deflection of a candle flame in an electric field

Or another example. During a physical experiment, students saw that a candle flame deviated from the charged electrode of an electrophore machine (fig. 1). A hypothesis is immediately put forward: “The flame of a candle contains charged particles.” The hypothesis needs to be tested! This is what the methodological manual we wrote [3] focuses on.

The second important aspect of STEM is represented by the letter “E.” This is its engineering component. It should not consist not only and not so much in familiarizing students with existing technical devices, technologies, and substances, but in attempts to create new ones. The author saw a good example at the above-mentioned International Salon of Inventions and Innovative Entrepreneurship. Students of the Lyceum "K. Stere" made a proposal to increase the efficiency of the Stirling engine, and a student (I only remember her name - Yulia) from one of the Chisinau lyceums presented to the jury an antibiotic she had invented.

And the last letter of our acronym is “M”. How can we do without mathematics? No way!

The author's thoughts are more widely presented in his other publications [2,5,6]. The article by Marii Xanthoudaki [4] is quite interesting in this context.

Our conclusions and proposals may be just as simple.

Before introducing any innovation into teaching practice, educational organizers need to consult with relevant experts in the field of psychology and didactics.

The teacher must have a clear idea of what he is obliged to do during the implementation of innovation.

Institutions that are engaged in advanced training of teaching staff need to study the positive experience of teachers and, after scientific review, publish about it in the accessible pedagogical press.

References

1. 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 p. (colectia Cartier educational).
2. DAVIDENKO, A. Educational projects in physics based on observed natural phenomena. *Scientific and Practical Conference «Modern innovations and promising ways of development of culture and science»*, August 09–12, 2022, Boston, USA. 263 p. p.164-167.
3. DAVIDENKO, A.; BOCANCEA, V. *Proiecte STEM/STEAM la fizica. Ghid metodic*. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova, Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare, Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă". Chișinău: S. n., 2022 (CEP UPSC). 62p.
4. Maria Xanthoudaki from stem to steam (education): a necessary change or 'the theory of whatever'? Spokes, No, 28. march 2017.
5. ДАВИДЕНКО, А.А. STEM-подходы в преподавании естественных дисциплин. În: *Materialele Conferinței internaționale Implementation of inter / transdisciplinarity in the teaching-learning process*. URL: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/36-40_48.pdf.
6. ДАВИДЕНКО, А.А. Отказ от традиций и ценностей – бесперспективен. În: *Materialele Conferinței Științifice Internaționale „Învățământul superior: tradiții, valori, perspective”*. 1-2 octombrie 2022. Chișinău: S.n., 2022. URL: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/20-24_41.pdf.

CONCEPTUL DE ȘCOLI STEAM

Anatol GREMALSCHI, doctor habilitat, profesor universitar
cercetător științific principal

<https://orcid.org/0000-0001-5295-4613>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Liubomir CHIRIAC, doctor habilitat, profesor universitar
cercetător științific principal

<https://orcid.org/0000-0002-5786-5828>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În baza analizei experienței acumulate în implementarea abordărilor STEAM în învățământul general, se propune crearea de școli orientate pe studierea aprofundată a disciplinelor respective. Spre deosebire de școlile tip, școlile STEAM vor fi axate nu doar pe formarea competențelor-cheie tradiționale, dar și a celor cerute de profesiile viitorului. Este argumentată necesitatea fundamentării predării-învățării-evaluării pe “Busola de învățare 2030”, elaborată și promovată de Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică și se propun proiecte de planuri-cadru de învățământ ce asigură valorificarea în deplină măsură a tuturor oportunităților oferite de abordările STEAM.

Cuvinte-cheie: școli STEAM, competențe-cheie, competențe specifice societății și profesiilor viitorului, plan-cadru de învățământ STEAM, dotarea școlilor STEAM.

Summary. Based on the analysis of the experience gained in the implementation of STEAM approaches in general education, it is proposed to create schools focused on the in-depth study of the respective subjects. Unlike standard schools, STEAM schools will focus not only on the training of traditional key skills, but also those required by the professions of the future. The need to base teaching-learning-evaluation on the "Learning Compass 2030", developed and promoted by the Organization for Economic Cooperation and Development, is argued, and educational framework plans projects are proposed that ensure the full valorization of all the opportunities offered by STEAM approaches.

Keywords: STEAM schools, key skills, skills specific to society and the professions of the future, STEAM education framework plan, equipping of STEAM schools.

De la școlile tradiționale la școlile STEAM

În prezent, în școlile primare, gimnaziile și liceele din țara noastră predarea și învățarea materiilor de studiu se realizează prin gruparea acestora pe discipline școlare distincte. Cu unele excepții, fiecare disciplină școlară actuală este rigid legată de un anumit domeniu al cunoașterii academice – matematică, fizică, chimie, filologie, istorie, geografie etc., fapt ce nu asigură o integrare autentică a cunoștințelor despre lumea înconjurătoare și nu contribuie la formarea și dezvoltarea competențelor noi, cerute de societatea viitorului.

Comunitățile pedagogice din țările dezvoltate, cu sisteme educaționale afirmate pe parcursul a mai multor decenii, au ajuns la concluzia că formarea și dezvoltarea

competențelor viitorului este posibilă doar prin transformarea școlilor tradiționale în școli noi, denumite școli STEAM (Știință, Tehnologii, Inginerie, Artă, Matematică).

Școlile STEAM se deosebesc de școlile tradiționale prin următoarele caracteristici esențiale:

- procesele de predare-învățare-evaluare a materiilor de studii se bazează pe inter- și trans-disciplinaritate;
- învățarea este una constructivistă, cele mai frecvent utilizate fiind metodele activ-participative de învățare (învățarea în bază de probleme, învățarea în bază de proiecte, învățarea prin investigație, metoda clasei inversate);
- eficacitatea și eficiența proceselor de predare-învățare-evaluare este îmbunătățită prin fundamentarea procesului instructiv pe pedagogia digitală [1], prin alte cuvinte, prin valorificarea în deplină măsură a oportunităților oferite de mijloacele tehnologiei informației și comunicațiilor.

Prezentul concept se bazează pe *Busola de învățare 2030*, elaborată de Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică, care, „prin analogie cu o busolă obișnuită ce orientează un călător, indică cunoștințele, abilitățile, atitudinile și valorile de care elevii au nevoie pentru a-și crea viitorul pe care și-l doresc” [2].

La fundamentarea Conceptului anume pe *Busola de învățare 2030* s-a ținut cont de faptul că „Busola” răspunde la următoarele **întrebări**:

„Cum putem pregăti elevii pentru locurile de muncă care astăzi încă nu au fost create, pentru ca ei să poată folosi tehnologiile care astăzi încă nu au fost inventate, pentru ca ei să poată face față provocărilor societale pe care noi astăzi încă nu ni le putem imagina? Cum am putea pregăti elevii în așa mod, încât în viitor ei să prospere într-o lume interconectată în care ei trebuie să înțeleagă și să aprecieze diferite perspective și viziuni, să interacționeze respectuos cu ceilalți și să întreprindă acțiuni responsabile în scopul asigurării bunăstării personale și a celei sociale?” [2]

și se bazează pe următoarele **constatări**:

„Elevii de astăzi au nevoie de sprijin în dezvoltarea nu numai a cunoștințelor și abilităților cerute de societatea viitorului, ci și de formarea și dezvoltarea unor atitudini și valori care trebuie să-i ghideze către acțiuni etice și responsabile. Elevii de astăzi au nevoie de oportunități pentru dezvoltarea activității și ingeniozității creative, care este absolut necesară pentru a se realiza în plan personal și profesional, pentru a se integra în societatea viitorului” [2].

Scopul acestui articol constă în identificarea principiilor de transformare a școlilor tradiționale în școli STEAM.

Noile competențe ce vor fi formate și dezvoltate de școlile STEAM

Pe lângă competențele-cheie clasice, prevăzute de Codul educației [3], școlile STEAM vor forma și dezvolta competențe noi. Astfel, complementar la școlile tradiționale, școlile STEAM se vor axa pe extinderea și aprofundarea următoarelor capabilități:

- activismului și ingeniozitatea creativă;
- receptivitatea și deschiderea către schimbările sociale, economice și tehnologice;
- adaptabilitatea la diversitatea lumii înconjurătoare;
- capacitatea de a activa cu încredere în sine în situații ambigue sau neîntâlnite anterior;
- reziliența la crizele provocate de factorii naturali și cei umani;
- valorificarea oportunităților oferite de întrepătrunderea științelor și artelor.

În școlile STEAM procesul educațional se va concentra nu doar pe performanța academică, ci și pe starea de bine a elevilor. Școlile STEAM vor eficientiza procesele de formare și dezvoltarea atitudinilor, de edificare și de consolidare a sistemelor de valori ale elevilor așa cum sunt ele definite în Codului Educației și în Curriculumul Național pentru învățământul general. Totodată, complementar la școlile tradiționale, școlile STEAM vor pune accentul pe formarea și dezvoltarea următoarelor atitudini și valori specifice societății și profesiilor viitorului [2]:

- gândire creativă, critică și autocritică;
- gândirea deschisă, creativă, spiritul de obiectivitate, de imparțialitate și de toleranță;
- autonomie și independență în gândire și acțiune;
- adoptarea punctelor de vedere diferite și orientarea în vederea formării propriei viziuni;
- curiozitate și creativitate în elaborarea strategiilor și a planurilor de activitate, în rezolvarea situațiilor de problemă și realizarea acestora;
- tenacitate și perseverență, capacitatea de concentrare, încrederea în forțele proprii, fermitate în realizarea propriului potențial intelectual, asumarea responsabilității pentru propria formare;
- înaintarea și susținerea inițiativelor, disponibilitatea de a aborda sarcini variate;
- dezvoltarea simțului estetic și critic;
- aprecierea rigorii, a ordinii și a eleganței în arhitectura rezolvării situațiilor de problemă, în aplicarea metodelor de rezolvare, în construirea teoriilor și elaborarea proiectelor;
- susținerea argumentat și promovare activă a propriilor idei și opinii;
- motivație puternică pentru studierea STEAM ca domenii relevante pentru viața socială și profesională;
- stimularea și promovarea atitudinilor favorabile față de știință și față de cunoaștere în general;

- cooperarea în calitate de membru al unui grup;
- angajarea în discuții critice și constructive asupra subiectelor STEAM.

Metode de învățare, recomandate școlilor STEAM

În școlile STEAM, proiectele didactice elaborate de profesor trebuie să fie bazate pe aplicarea metodelor de învățare activă, iar situațiile create de profesor trebuie să aibă caracter aplicativ și interdisciplinar, cu utilizarea predominantă a obiectelor didactice digitale interactive. Se recomandă utilizarea următoarelor metode de învățare activă [4, 5]:

1. Instruirea în bază de probleme.
2. Instruirea în bază de proiecte.
3. Instruirea bazată pe cercetare.
4. Instruirea prin metoda clasei inversate.
5. Învățarea autonomă.

În școlile STEAM, predarea-învățarea-evaluarea se va baza pe activitățile comune ale cadrelor didactice și ale elevilor, important fiind nu doar procesul propriu-zis, ci și produsele obținute în cadrul activităților respective. În planificarea, organizarea și desfășurarea procesului de predare-învățare-evaluare, cadrele didactice vor asigura:

- Conexiuni interdisciplinare puternice.
- Utilizarea pe scară largă a metodelor de învățare activă: problematizarea, euristica, proiectul, cercetarea ș.a.m.d.
- Un preponderent caracter aplicativ al sarcinilor didactice (exerciții, sarcini, proiecte ș.a.m.d.).
- Implementarea pe scară largă a abordării „Fă singur” (*Do It Yourself*). Elevii vor crea/ elabora/ construi/ proiecta produse școlare.
- Utilizarea intensivă a tehnologiei informației și comunicațiilor.
- Evaluarea în comun a produselor școlare elaborate de elevi. La evaluări vor participa cadrele didactice, elevii, reprezentanții comunităților locale.
- Cunoașterea din timp de către toți actorii implicați în evaluări a criteriilor de evaluare a produselor elaborate de elevi.

Planuri de învățământ pentru școlile STEAM

Inițial, în școlile STEAM, procesul educațional se va desfășura în baza unor planuri de învățământ, denumite *Planuri de învățământ STEAM*, elaborate conform Planului-cadru, aprobat în fiecare an de către Ministerul Educației și Cercetării. Aceste planuri se vor deosebi însă de cele tradiționale prin:

- creșterea semnificativă a ponderii disciplinelor opționale și a cercurilor școlare STEAM în oferta educațională a școlii;

- implementarea abordărilor STEAM în predarea-învățarea-evaluarea tuturor disciplinelor obligatorii, prevăzute de actualul Plan-cadru.

Accentuăm faptul că în cazul învățământului primar și cel gimnazial, conform planului-cadru aprobat de minister, pentru disciplinele opționale se alocă doar câte 1 oră pe săptămână. Această resursă temporală constituie doar circa 5% din numărul total de ore în cazul învățământului primar și doar circa 3% în cazul învățământului gimnazial. Evident, în acest context, rolul principal în implementarea abordărilor STEAM revine proiectelor interdisciplinare, disciplinelor opționale și cercurilor școlare.

În cazul învățământului liceal, *Planul de învățământ STEAM* se va deosebi de planul de învățământ al unei școli tradiționale prin:

- a) prevalența disciplinelor STEAM în oferta de discipline opționale;
- b) prevalența cercurilor STEAM în oferta de cercuri școlare;
- c) creșterea ponderii proiectelor inter- și transdisciplinare.

În cazurile în care instituțiile de învățământ dispun de condițiile necesare (echipamente STEAM, cadre didactice formate în predarea-învățarea-evaluarea STEAM), ele trebuie să elaboreze și să aprobe în modul stabilit propriile planuri de învățământ, denumite *Planuri de învățământ STEAM aprofundat*.

Planurile de învățământ STEAM aprofundat se vor deosebi de cele tradiționale prin:

- integrarea disciplinelor școlare înrudite;
- diversificarea profilurilor prin crearea de sub-profiluri, de exemplu: matematică-informatică, chimie-biologie, inginerie, arte digitale etc.

În astfel de planuri:

- accentul se va pune pe vocație și mai puțin pe obligativitate – numărul de discipline obligatorii va trebuie să fie cât mai mic;
- se va asigura posibilitatea ca elevul să-și proiecteze propriile trasee educaționale – numărul de discipline la alegere, obligatorii și opționale fiind cât mai mare;
- se va asigura posibilitatea ca elevul să-și stabilească propriul nivel de aprofundare în studierea fiecăreia din disciplinele STEAM.

Evident, planurile pentru învățământul STEAM aprofundat vor reprezenta inovații pedagogice. Aceste planuri vor fi elaborate de școlile respective și organele locale de specialitate în domeniul învățământului și aprobate de minister.

Conceptul de bază al planurilor pentru învățământul STEAM aprofundat se bazează pe abordările propuse în lucrările [6-8]:

1. Fundamentarea noului plan-cadru pe ciclurile de dezvoltare a elevului și nu pe ariile curriculare, așa cum se face în prezent: Achiziții fundamentale (clasele I-III), Dezvoltare (clasele IV-VI), Observare și orientare (clasele VII-IX), Aprofundare (clasele X-XI) și Specializare (clasa a XII-a).

2. Integrarea disciplinelor școlare, atât a celor umanistice, cât și a celor reale, cât și micșorarea numărului acestora.
3. Includerea în planul de învățământ a extensiilor curriculare la alegere – un set de discipline școlare din care, în dependență de profilul de formare ales, elevul trebuie să aleagă un număr prestabilit de discipline. În acest mod, elevului i se oferă posibilitatea să-și individualizeze traseele educaționale.
4. Creșterea ponderii orelor alocate disciplinelor opționale, oferind astfel elevilor posibilitatea de a-și realiza talentele și vocațiile.
5. Reducerea numărului total de ore, oferind astfel elevilor mai mult timp pentru activitățile extrașcolare.

Deși abordările listate mai sus sunt implementate în mai multe țări, în Republica Moldova ele se află deocamdată doar la etapa de discuții academice. În contextul acestor discuții, propunem în calitate de exemplu proiectele de planuri de planuri-cadru de învățământ STEAM aprofundat pentru învățământul primar, gimnazial și liceal.

În cazul claselor primare și gimnaziale, planurile de învățământ STEAM aprofundat se bazează pe integrarea disciplinelor înrudite și creșterea ponderii disciplinelor opționale.

**Tabelul 1. Planul-cadru de învățământ STEAM
aprofundat pentru clasele I-IX**

Disciplina școlară	Ciclul de achiziții fundamentale			Ciclul de dezvoltare			Ciclul de observare și orientare		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1. Limba și literatura română	5	5	5	4	4	4	4	4	4
2. Limba străină I	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3. Limba străină II	0	0	0	0	0	0	2	2	2
4. Matematică și Informatică	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5. Științe	1	1	1	2	2	4	4	4	4
6. Istorie și Geografie	-	-	-	2	2	2	2	2	2
7. Educație artistică	2	2	2	2	2	2	1	1	1
8. Educație fizică	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9. Dezvoltare personală și orientare în carieră	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10. Discipline opționale	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Număr total de ore	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Sursa: Recomandările autorilor în baza tezei de doctor în științe ale educației „Dezvoltarea planului-cadru de învățământ din perspectiva formării competențelor-cheie”, competitor Ana Țibuleac, 2023

În cazul învățământului liceal, planurile de învățământ STEAM aprofundat se for proiecta în baza *extensiilor curriculare*. Din acest set, în dependență de profilul de formare ales, elevul trebuie să aleagă disciplinele dorite, cu un volum total de 10 ore pe săptămână.

Tabelul 2. Planul-cadru de învățământ STEAM aprofundat pentru clasele X-XII

Disciplina școlară	Ciclul de aprofundare		Ciclul de specializare
	X	XI	XII
Trunchiul comun	20	20	20
1. Limba și literatura comparată	2	2	2
2. Limba străină I	2	2	2
3. Limba străină II	2	2	2
4. Matematică și Informatică	2	2	2
5. Istoria și Geografie	2	2	2
6. Educație artistică	1	1	1
7. Educație fizică	2	2	2
8. Dezvoltare personală și orientare în carieră	3	3	3
9. Discipline opționale	4	4	4
Extensii curriculare la alegere	10	10	10
10. Limba și literatura comparată	2	2	2
11. Limbă străină I	1	1	1
12. Limbă străină II	1	1	1
13. Istorie și Geografie	1	1	1
14. Matematică și Informatică	2	2	2
15. Fizică și Astronomie	1	1	1
16. Biologie și Chimie	1	1	1
17. Tehnologii	1	1	1
18. Arte	1	1	1
19. Economie și Finanțe	1	1	1
20. Inventică	1	1	1
Numărul total de ore	30	30	30

Sursa: Recomandările autorilor în baza tezei de doctor în științe ale educației „Dezvoltarea planului-cadru de învățământ din perspectiva formării competențelor-cheie”, competitor Ana Țibuleac, 2023

Conform planului-cadru propus, ponderea orelor alocate disciplinelor la alegere va fi de cca 33%, iar a disciplinelor opționale – de circa 13%. Prin urmare, elevul va avea posibilitatea să-și formeze propriul traseu educațional, luând decizii referitoare la circa 46% din numărul total de ore alocate învățământului liceal.

Dotarea școlilor STEAM

Evident, implementarea abordărilor STEAM necesită în primul rând, o regândire a spațiilor de învățare. În acest sens, se recomandă crearea în școlile STEAM a unor spații educaționale contemporane, inovatoare, flexibile, similare cu spațiile de lucru ale giganților din domeniul tehnologiilor informației și comunicațiilor (Microsoft, Orange, Google etc.). Aceste spații vor include diverse echipamente digitale interactive multimedia, mobilier colorat și atractiv, cu un design diferențiat și adaptabil la multiple utilizări pedagogice. Evident, crearea spațiilor respective va necesita transformări semnificative ale încăperilor actuale ale instituțiilor de învățământ.

Accentuăm faptul că crearea spațiilor moderne de învățare nu ar trebui privită ca o încercare de a refuza la cabinetele (laboratoarele) tradiționale de informatica, matematica, fizica, biologie, geografie ș.a. Pe lângă faptul că aceste cabinete (laboratoare) vor fi dotate conform standardelor în vigoare, ele trebuie digitalizate prin dotări suplimentare: calculatoare de tip tabletă, ecrane inteligente, echipamente multimedia, seturi portabile de instrumente digitale de măsură a diferitor mărimi fizice și chimice.

În cazul școlilor ce activează conform planurilor-cadru STEAM aprofundat, se recomandă și crearea de laboratoare (cabinete) noi, principalele din ele fiind cele de Programare, Tehnologii informaționale, Inteligență artificială, Media digitale, Construire și testare a dronelor, Robotică, Arte digitale ș.a.m.d.

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. CRISTEA, S. Pedagogia digitală. În: *Didactica Pro*. 2023, nr. 2-3 (138-139), pp. 96-100.
2. *OECD Future of Education and Skills 2030*. OECD Learning Compass 2030. A Series of Concept Notes.
3. *Codul Educației al Republicii Moldova nr. CE152/2014*. Monitorul Oficial nr. 319-324/2014, art. 634.

4. GREMALSCHI, A. *Ghid metodic pentru implementarea metodelor de instruire asistată de calculator*. Programul Națiunilor Unite pentru Dezvoltare (PNUD Moldova), 2021.
5. *Materialele Conferinței Internaționale “Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (concept STEAM)”*. Universitatea de Stat din Tiraspol (cu sediul în Chișinău), Chișinău, 2021.
6. HADÎRCĂ, M., ȚÎBULEAC (VIVDICI), A. Tendințe globale în educație și impactul lor asupra dezvoltării învățământului din Republica Moldova. În: *Acta et Commentationes, Sciences of Education*. 2021, nr. 1(23), pp. 97-105.
7. HADÎRCĂ, M., ȚÎBULEAC (VIVDICI), A. Reconstrucția planului de învățământ în perspectiva implementării competențelor-cheie în procesul educațional. În: *Univers Pedagogic*. 2023, nr. 1 (77) 2023, pp. 25-32.
8. ȚÎBULEAC, A. *Dezvoltarea planului-cadru de învățământ din perspectiva formării competențelor-cheie*. Teza de doctor în științe ale educației la specialitatea 531.01 Teoria generală a educației, 2023.

**HOW DOES RESEARCH INFORM THE TEACHING
OF STEAM IN TÜRKIYE?
IMPLICATIONS FOR BUILDING CONGRUENCE
BETWEEN RESEARCH AND PRACTICE**

Koray KASAPOGLU, Assoc. Prof. Dr.

<https://orcid.org/0000-0003-2663-2244>

Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Türkiye

Abstract. The purpose of this systematic literature review is to identify methodological and thematic trends in STEAM teaching research in Türkiye over the last five years, from 2018 to 2023. The data for this study came from 31 open-access theses in the archives of the Higher Education Council (HEC) National Thesis Center and 11 articles published in journals indexed in TRINDEX. The Research Review Form was used to collect data which were analyzed with descriptive statistics (frequency, percentage). In the studies reviewed, the most frequently mentioned research method was mixed ($n = 15$). The most preferred research strand was the effects of STEAM education on predetermined variables ($n = 16$), which included achievement, attitudes toward art, attitudes toward STEAM, career interests, STEAM conceptions, creativity, and scientific creativity.

Keywords: Practice, research, STEAM, teaching, Türkiye.

Rezumat. Scopul acestei revizuirii sistematice a literaturii este de a identifica tendințele metodologice și tematiche în cercetarea didactică STEAM în Turcia în ultimii cinci ani, din 2018 până în 2023. Datele pentru acest studiu au provenit din 31 de teze cu acces deschis din arhivele Consiliului Învățământului Superior, Centrul Național de Teze și 11 articole publicate în reviste indexate în TRINDEX. Formularul de revizuire a cercetării a fost folosit pentru a colecta date care au fost analizate cu statistici descriptive (frecvență, procent). În studiile analizate, metoda de cercetare cel mai frecvent menționată a fost mixtă ($n = 15$). Cea mai preferată direcție de cercetare a fost efectele educației STEAM asupra variabilelor predeterminate ($n = 16$), care au inclus realizările, atitudinile față de artă, atitudinile față de STEAM, interesele de carieră, concepțiile STEAM, creativitatea și creativitatea științifică.

Cuvinte cheie: practică, cercetare, STEAM, predare, Turcia.

Introduction

STEAM, as an acronym which stands for teaching and learning in the fields of science, technology, engineering, arts, and mathematics, is “the integration of the arts and design principles, concepts, and techniques with STEM instruction and learning” (National Art Education Association, 2022). As the most recent proposed addition to STEM education, STEAM will revitalize the role of creativity and innovation in STEM (Daugherty, 2013). Despite being a new integrated curriculum, STEAM has already been the subject of numerous studies. According to Eisner (1984), educational research can be used to guide practical decisions. In order to have an impact on practitioners, educational researchers need to show some evidence that it works better than what practitioners are

doing (Baker, 1984). Hence, practitioners will be able to build congruence between what they read and understand from research and what they do. For this purpose, practitioners must be well-versed in research. Adhering to this way of thinking, the goal of this research is to identify the methodological and thematic trends in research on STEAM teaching in Türkiye over the last five years, between 2018 and 2023. To this end, answers to the following problems were sought:

1. What are the methodological trends in STEAM teaching research in Türkiye between 2018 and 2023?
2. What are the thematic trends in STEAM teaching research in Türkiye between 2018 and 2023?

It is also believed that determining the methodological and thematic trends of the last five years in research on STEAM teaching in Türkiye will provide the foundation for new research by providing researchers with an idea of the trends and needs. Because there have been few studies examining STEAM teaching in Türkiye (Ata Aktürk & Demircan, 2017; Gülhan, 2022), this research is expected to fill a gap in the literature.

Method

A systematic literature review method was used in this research to identify methodological and thematic trends in STEAM teaching research in Türkiye between 2018 and 2023. This study presents a systematic literature review, with work chosen based on clearly defined and explained inclusion criteria (Higgins, Thomas, Chandler, Cumpston, Li, Page, & Welch, 2019). 31 open-access theses with the word “STEAM” in the title, written in Türkiye between 2018 and 2023 and located in the archives of the Higher Education Council (HEC) National Thesis Center, and the subject of which is “Education-Teaching”, as well as 11 articles registered in the “Social” database and published in journals indexed in TRINDEX provided data for this research. The Research Review Form, which was finalized by expert review, was used as a data collection tool. The research review form was developed obtaining expert opinions to ensure the credibility of the data (Miles & Huberman, 1994). Data were gathered in accordance with the dimensions included in the research review form (type of research, method and design of research, theme of research).

To ensure transferability (Miles & Huberman, 1994), the following steps taken during the data collection process are described in detail below:

1. To find theses on STEAM teaching in Türkiye in the HEC National Thesis Center archives, “STEAM” was typed into the thesis title and searched in the simple search section. After filtering out the ones related to “Education-Teaching” from the 277 theses discovered, a total of 31 theses were listed. The researcher accessed the 31 theses listed from the HEC National Thesis Center archive on October 6, 2023.

2. For articles related to STEAM teaching in Türkiye that were published in journals indexed in TRINDEX, “STEAM” was written in the title of the article and searched in the advanced search section. When the articles registered in the “Social” database were filtered, 14 were found. However, two of these 14 articles were excluded from the research because they were published prior to 2018, and one was related to the context of the United Arab Emirates. The researcher accessed these 11 articles published in journals indexed in TRINDEX on October 6, 2023.

The data collected with the research review form were analyzed using descriptive statistics (frequency, percentage) to determine the methodological and thematic trends of the last five years in research on STEAM teaching in Türkiye between 2018 and 2023.

Findings

When the distribution of STEAM teaching research in Türkiye between 2018 and 2023 is examined by research type, 31 of the studies are theses, 11 are articles, 23 of the 31 theses are master’s theses, 8 are doctoral dissertations, 9 of the 11 articles are research articles, and 2 are review articles.

Methodological trends in STEAM teaching research in Türkiye between 2018 and 2023

When the distribution of research on STEAM teaching in Türkiye between 2018 and 2023 is examined according to their methods, it is notable that the method is not specified in five of the 40 studies, with the exception of two review articles. The most frequently mentioned research method in the studies examined was mixed ($n = 15$). Following the mixed research method are the qualitative research method ($n = 14$), the quantitative research method ($n = 4$), and the descriptive research method ($n = 2$). When the distribution of research on STEAM teaching in Türkiye between 2018 and 2023 was examined according to their designs, it was discovered that, with the exception of two review articles, the design was not specified in seven of the 40 studies. The most commonly mentioned research designs in the studies reviewed were embedded design ($n = 6$) and action research design ($n = 6$). These two designs are followed by survey design ($n = 5$), case study design ($n = 4$), explanatory sequential design ($n = 3$), and one-group pre-test – post-test experimental design ($n = 2$). The following research designs were used in the studies examined: quasi-experimental pre-test – post-test control group design ($n = 1$), grounded theory ($n = 1$), phenomenology ($n = 1$), nonequivalent control group quasi-experimental design ($n=1$), design-based research ($n=1$), multi-phase mixed methods design ($n=1$), and convergent design ($n=1$).

Thematic trends in STEAM teaching research in Türkiye between 2018 and 2023

When the distribution of research on STEAM teaching in Türkiye between 2018 and 2023 was examined according to themes, it was discovered that the majority of the research was collected under the following five strands: effects of STEAM education on predetermined variable(s) (n=16), development of STEAM activities (n=12), views on STEAM education (n=6), effectiveness of STEAM in teaching (n=3), and relationship between STEAM and art education (n=2). Furthermore, the following themes were discovered in the studies examined: attitudes toward STEAM (n=1), competencies of a STEAM teacher (n=1), and development of a STEAM-related scale (n=1).

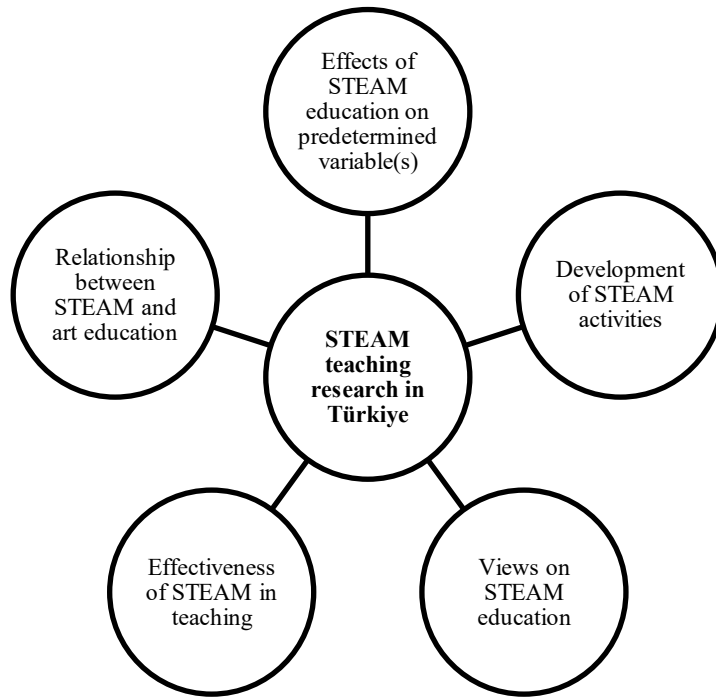


Figure 1. Thematic trends in STEAM teaching research in Türkiye between 2018 and 2023

The following are the predetermined variables that were investigated in research on STEAM teaching in Türkiye between 2018 and 2023: achievement (n=6), attitudes toward art (n=2), attitudes toward STEAM (n=2), career interests (n=2), conceptions of STEAM (n=2), creativity (n=2), and scientific creativity (n=2). Apart from these variables, the impact of STEAM teaching on artistic way of knowing (n=1), attitudes toward science (n=1), attitudes toward mathematics (n=1), career choices (n=1), conceptual changes (n=1), conceptual learning (n=1), creative thinking (n=1), design-based thinking skills (n=1), entrepreneurship (n=1), environmental awareness (n=1), interest in art (n=1), learning styles (n=1), mathematical self-efficacy (n=1), scientific process skills (n=1), skill development (n=1), STEAM performance (n=1), and visual spatial reasoning skills (n=1) was also investigated. In studies on the development of STEAM activities, it was seen that STEAM activities were developed mostly for pre-

service/in-service teachers (art education, elementary education, gifted education, science education) (n=4) and middle school students (n=4). These studies are followed by studies in which STEAM activities were developed for pre-school children (n = 2), gifted students (n = 1), and elementary school students (n = 1). The views of field experts (n = 3), elementary school students (n = 2), and gifted students and their teachers (n = 1) were determined in the research revealing the views on STEAM education in Türkiye between 2018 and 2023. The effectiveness of STEAM teaching in middle school science (n = 2) and middle school visual arts (n = 1) was examined in studies examining the effectiveness of STEAM teaching in Türkiye between 2018 and 2023. The relationship between STEAM and art education, as well as the role of STEAM as an interdisciplinary approach in visual arts education, were discussed in two studies examining the relationship between STEAM and art education in Türkiye between 2018 and 2023.

Conclusion

The current study's findings revealed that the most commonly mentioned research method was mixed. The most preferred research strand was the effects of STEAM education on predetermined variables such as achievement, attitudes toward art, attitudes toward STEAM, career interests, STEAM conceptions, creativity, and scientific creativity. As a result of this research, it can be stated that teaching of STEAM was embedded in the mixed-method research as an intervention, and its effects on achievement and attitude were mostly investigated. These findings may have implications for practitioners who teach STEAM in Türkiye. Practitioners will take away lessons from the findings of this research that require further inquiry in order to effectively teach STEAM to (1) improve the development of their students' 21st century/life skills, (2) plan STEAM activities for pre-school, elementary, and high school students, and (3) teach STEAM in subjects other than science and visual arts.

References

1. *AKÇIN, N. R. *Evaluation of the opinions of the teachers working in science and art centers and the middle school students on STEAM education* (Unpublished master's thesis). Pamukkale University, Denizli, 2023.
2. *AKILOTU, Ü. *Developing STEAM activities for middle school students in the field of science lesson living things and life* (Unpublished master's thesis). Fırat University, Elazığ, 2023.
3. AKTÜRK ATA, A., DEMIRCAN, H. A review of studies on STEM and STEAM education in early childhood. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*. 2017, 18(2), pp. 757-776.

4. *ATALAY, M. *The effect of STEAM activities in vocational high schools over succes at maths and attitude towards maths* (Unpublished master's thesis). Erciyes University, Kayseri, 2019.
5. *AYDIN, T. *The effects of mandala activities in STEAM (STEM + art) education on the mathematic achievement and creative thinking of 6th grade students* (Unpublished master's thesis). Dokuz Eylül University, İzmir, 2022.
6. *AZKIN, Z. *Investigation of impacts of the STEAM (science-technology-engineering-art-mathematics) applications into STEAM attitudes, steam conceptions and career interests of students* (Unpublished master's thesis). Karamanoğlu Mehmetbey University, Karaman, 2020.
7. *AZKIN, Z.; Çevik, M. Investigation of the effect of STEAM approach on students' attitudes towards art, STEAM understandings and professional interests. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2022, nr. 42(3), pp. 2081-2124. doi: 10.17152/gefad.1087950
8. BAKER, E. L. Can educational research inform educational practice? Yes! *The Phi Delta Kappan*, 1984, nr. 65(7), pp. 453-455.
9. *BALCI, F. *The effect of STEAM based teaching techniques on the conceptual changes and successes of secondary school students on rational numbers* (Unpublished master's thesis). Van Yüzüncü Yıl University, Van, 2020.
10. *BALIM, S. *The effect of STEAM activities on the scientific process skills, artistic way of knowing and scientific creativity of gifted/talented students* (Unpublished doctoral dissertation). Dokuz Eylül University, İzmir, 2023.
11. *BALIM, S.; YÜRÜMEZOĞLU, K. Does STEAM integrated learning model support creativity in gifted/talented students? *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2023, (55), pp. 140-153. doi: 10.53444/deubefd.1207880
12. *BARAN, M. (2023). Examining expert opinions on STEAM education: A case study. *International Online Journal of Education and Teaching*, 10(2), 778-801.
13. *BEŞKESE, M. B. *An examination of STEAM teacher competencies* (Unpublished master's thesis). Boğaziçi University, İstanbul, 2019.
14. *BOZKURT, Y. *A gender analysis of the 7th grade students regarding to their attitude to STEAM activities* (Unpublished master's thesis). Erciyes University, Kayseri, 2019.
15. *ÇELİK, Z. N. *Developing STEAM activities for the subject area of 'matter and its nature' of science course* (Unpublished master's thesis). Firat University, Elazığ, 2022.
16. DAUGHERTY, M. K. The prospect of an "A" in STEM education. *Journal of STEM Education*, 2013. 14(2), 10-15.

17. *DENİZ, G. *Developing STEAM activities regarding the subject area of physical events in secondary school science course* (Unpublished master's thesis). Fırat University, Elazığ 2022.
18. EISNER, E. W. Can educational research inform educational practice? *The Phi Delta Kappan*, 1984. 65(7), 447-452.
19. *ERDOĞAN, S. Steam and art education relationship. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2020. (44), 303-316.
20. *ERDOĞAN, Y. *Developing STEAM-focused learning process in fine art teacher education* (Unpublished doctoral dissertation). Anadolu University, Eskişehir. 2023.
21. *ERDÖNMEZ, İ. *STEAM applications with SCAMPER technique in geography education of students with special abilities* (Unpublished master's thesis). Gazi University, Ankara 2019.
22. GÜLHAN, F. Türkiye'de yapılmış STEAM / [STEM + A (Sanat)] araştırmalarındaki eğilimlerin analizi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 2022. 9(1), 23-46. doi: 10.33907/turkjes.737496
23. *GÜLHAN, F., & ŞAHİN, F. Activity implementation intended for STEAM (stem+art) education: Mirrors and light. *Journal of Inquiry Based Activities*, 2018. 8(2), 111-126.
24. *GÜRLİYENKAYA BAŞ, G. *Determination of STEAM attitude of elementary school students* (Unpublished master's thesis). Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale 2020.
25. *HALLAÇ, S. *Examination of effects of transdisciplinary STEAM approach on students' learning of physics concepts, attitudes towards science STEAM attitudes, and career choices* (Unpublished master's thesis). Marmara University, İstanbul, 2019.
26. *HELVACI, İ. *The effect of STEAM based approach in visual arts education* (Unpublished doctoral dissertation). Gazi University, Ankara, 2019.
27. *HELVACI, İ.; YILMAZ, M. Interdisciplinary approach in visual arts education: STEAM. *Kastamonu Education Journal*, 2020. 28(6), 2203-2213. doi: 10.24106/kefdergi.797480
28. HIGGINS, J. P. T.; THOMAS, J.; CHANDLER, J.; CUMPSTON, M.; Li, T.; PAGE, M. J.; WELCH, V. A. (Eds.). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (2nd ed.). Chichester, UK: John Wiley & Sons 1984.
29. *KAHYA, V. *Opinions of field experts about STEAM education* (Unpublished master's thesis). Bursa Uludağ University, Bursa, 2019.
30. *KAHYA, V.; ÖZDİLEK, Z. Opinions of field experts about STEAM education. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2021. (42), 122-147. doi: 10.33418/ataunikkefd.862411

31. *KARAKUYU, S. *Investigation of the effectiveness of the science-technology-engineering-art-mathematics (STEAM) approach in teaching the secondary school 6th grade density subject* (Unpublished master's thesis). Kilis 7 Aralık University, Kilis, 2021.
32. *KARATEPE, Z. *The effects of STEAM-based science activities on academic achievement and scientific creativity of students: Example of the unit of 4th grade force effects* (Unpublished master's thesis). Kocaeli University, Kocaeli, 2023.
33. *KOLSUZ, S. *STEAM applications in the processing of socio-scientific issues* (Unpublished master's thesis). Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, 2018.
34. *KOLSUZ, S.; DUBAN, N. Opinions of primary school students on STEAM (science-technology-engineering-mathematic-art) disciplines. *Turkish Studies-Information Technologies and Applied Sciences*, 2019. 14(2), 227-240. doi: 10.29228/TurkishStudies.22721
35. *MERCAN, Z. *The effect of early STEAM education program to the children's visual spatial reasoning skills* (Unpublished doctoral dissertation). Gazi University, Ankara, 2019.
36. MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M. *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc., 1994.
37. National Art Education Association. (2022, June 1). *NAEA position statement on STEAM education*. Retrieved October 14, 2023 from <https://www.arteducators.org/advocacy-policy/articles/552-naea-position-statement-on-steam-education#:~:text=NAEA%20believes%20that%20STEAM%20education,of%20high%2Dquality%20STEAM%20education>.
38. *ÖZTAŞ, B. E. *Investigation of the effect of the use of mathematical modeling in the STEAM approach on the environmental awareness, interest in art and mathematical self-efficacy of 8th grade students* (Unpublished master's thesis). Karamanoğlu Mehmetbey University, Karaman, 2022.
39. *SAĞAT, E. *The effect of STEAM instruction on gifted and talented students' STEAM performance, design-thinking skills and STEAM attitudes* (Unpublished master's thesis). Mersin University, Mersin, 2020.
40. *ŞAHINER, D. *Science practices implementing the 5E learning model inspired by STEAM education approach in kindergarten education: Action research* (Unpublished master's thesis). Anadolu University, Eskişehir, 2022.
41. *ŞAT, M. *Design and development of e-textile supported STEAM-based activities for the professional development of middle school science teachers* (Unpublished doctoral dissertation). Middle East Technical University, Ankara, 2023.

42. *ŞENÖZ, A. B. *Attitudes of pre-service teachers towards STEAM: A scale development study* (Unpublished master's thesis). Sakarya University, Sakarya, 2022.
43. *TEZEREN, B. M. *Investigating the effect of the STEAM (science-technology-engineering-art-mathematics)-based pointilism activities on the learning styles of gifted/talented children aged between 11-14* (Unpublished master's thesis). Dokuz Eylül University, İzmir, 2021.
44. *TEZEREN, B. M.; BALIM, S.; YÜRÜMEZOĞLU, K. The framework of the STEAM integrated learning model and its importance for talent development. *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2022. 24(2), 857-868. doi: 10.25092/baunfbed.1056006
45. *TÜZÜN, Ü.; TÜYSÜZ, M. STEAM education for teachers of gifted students. *Turkish Journal of Giftedness and Education*, 2018. 8(1), 16-32.
46. *ÜLTAY, N.; EMEKSİZ, N.; DURMUŞ, R. An example STEAM implementation and student opinions about the implementation. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 2020. 8(1), 1-17.
47. *UŞTU, H. *Preparing and implementing successful STEM / STEAM activities in primary schools: A participatory action research with primary school teachers* (Unpublished doctoral dissertation). Necmettin Erbakan University, Konya, 2019.
48. *YILDIRIM, İ. *The effectiveness of science-technology-art-engineering-mathematics (STEAM) approach in the teaching of 7th grade mixtures and separation of mixtures subject* (Unpublished master's thesis). Kilis 7 Aralık University, Kilis 2021.
49. *YILDIRIM, P. *Investigation of the effects of STEM and STEAM activities applied in the science course on the academic achievement, motivation, creativity and entrepreneurship of 7th grade students: Fully integrated mixed method research* (Unpublished doctoral dissertation). Atatürk University, Erzurum, 2023.
50. *YILDIZ, S. *The development and evaluate the effect of STEAM activities supported with web 2.0 tools for preschool students* (Unpublished doctoral dissertation). Fırat University, Elazığ, 2023.

* indicates theses and full-text articles reviewed in this research.

Section I.

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

Secția I.

**Abordări inter/transdisciplinare
în studierea matematicii
(concept STEAM)**

SOLVING IRRATIONAL EQUATIONS AND INEQUATIONS THROUGH TRIANGLE BISECTOR PROPERTIES

Dorin AFANAS, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0001-7758-943X>

Catedra Algebră, Geometrie și Topologie, UPSC

Rezumat. Pentru ecuațiile algebrice de gradul întâi, doi, trei și patru există metode generale de rezolvare a lor și aceste metode sunt cunoscute destul de bine. De asemenea este demonstrat că ecuațiile algebrice de gradul cinci și mai mare, în caz general, nu pot fi rezolvate în radicali. Referitor la ecuațiile iraționale situația este cu totul alta. Chiar rezolvând ecuații iraționale ce conțin radicali de ordinul doi de acum se întâlnesc anumite dificultăți. Evident că situația devine și mai dificilă atunci când ecuația irațională conține radicali de ordin diferit. Astfel, în acest articol, se propune o metodă pur geometrică de rezolvare a ecuațiilor și inecuațiilor iraționale ce conțin radicali de gradul doi.

Cuvinte cheie: ecuație irațională, bisectoare, soluție, metodă, inecuație irațională.

Abstract. For algebraic equations of the first, second, third, and fourth degrees there are general methods of solving them, and these methods are fairly well known. It is also shown that algebraic equations of degree five and higher, in general, cannot be solved in radicals. With regard to irrational equations, the situation is completely different. Even solving irrational equations containing radicals of the second order now encounter certain difficulties. Obviously, the situation becomes even more difficult when the irrational equation contains radicals of different order. Thus, in this article, a purely geometric method for solving irrational equations and inequations containing radicals of the second degree is proposed.

Keywords: irrational equation, bisector, solution, method, irrational inequation.

I. Introduction

In the process of solving irrational equations we encounter different "obstacles", because there is no universal method that would allow us to solve the given equation and at the same time be a rational and "convenient" method for us [1, 2, 3].

In this article we will indicate geometric methods for solving irrational equations, which in certain cases are quite "convenient" for us and at the same time are the simplest.

II. The case of the interior bisector of the triangle

First we will prove the following lemma:

Lemma 1. *Let $ab > 0$ and $c > 0$, where a, b, c are real numbers. The number x_0 is a solution of the equation $\sqrt{a^2 + x^2 - 2adx} + \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} = c$, if and only if the number $-x_0$ is a solution of the equation $\sqrt{a^2 + x^2 + 2adx} + \sqrt{b^2 + x^2 + 2bdx} = c$.*

Demonstration. We will have

$$\sqrt{a^2 + x_0^2 - 2adx_0} + \sqrt{b^2 + x_0^2 - 2bdx_0} = c \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{a^2 + (-x_0)^2 + 2ad \cdot (-x_0)} + \sqrt{b^2 + (-x_0)^2 + 2bd \cdot (-x_0)} = c.$$

The Lemma 1 is proved.

We next prove the following theorem:

Theorem 1. Let $ab > 0$, $c > 0$ and $0 < d < 1$, where a, b, c, d are real numbers. Irrational equation of the form

$$\sqrt{a^2 + x^2 - 2adx} + \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} = c, \quad (1)$$

which satisfies the condition

$$c^2 = (a + b)^2 - 4abd^2 \quad (2)$$

admits a unique solution.

Demonstration. We indicate the following two methods.

Method 1. Algebraic method. We write the irrational equation (1) in the form:

$$\sqrt{a^2 + x^2 - 2adx} = c - \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx}.$$

By raising both sides to the second power

$$2c\sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} = (b^2 + c^2 - a^2) + 2d(a - b)x,$$

where from

$$4(d^2(a - b)^2 - c^2)x^2 + (8bdc^2 + 4d(b^2 + c^2 - a^2)(a - b))x + (b^2 + c^2 - a^2)^2 - 4b^2c^2 = 0. \quad (3)$$

According to condition (2)

$$c^2 = (a + b)^2 - 4abd^2.$$

So

$$\begin{aligned} 4(d^2(a - b)^2 - c^2) &= 4(a + b)^2(d^2 - 1), \\ 8bdc^2 + 4d(b^2 + c^2 - a^2)(a - b) &= -16abd(a + b)(d^2 - 1), \\ (b^2 + c^2 - a^2)^2 - 4b^2c^2 &= 16a^2b^2d^2(d^2 - 1). \end{aligned}$$

Therefore, equation (3) will take the form:

$$4(a + b)^2x^2 - 16abd(a + b)x + 16a^2b^2d^2 = 0,$$

where from

$$(2(a + b)x - 4abd)^2 = 0 \text{ or } x = \frac{2abd}{a + b}.$$

Method 2. Geometric method. Two cases are possible.

Case 1. $a > 0$, $b > 0$ and $a \geq b$. Since $0 < d < 1$, then and $0 < d^2 < 1$. After some elementary transformations we obtain $a - b < c < a + b$, that is, a, b and c are the lengths of the sides of a triangle. Therefore, the irrational equation (1) admits only positive solutions. We construct a triangle ABC with sides $AB = c$, $BC = a$ and $AC = b$ (fig. 1).

Let $m(\angle ACB) = \gamma$. According to the cosine theorem

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma.$$

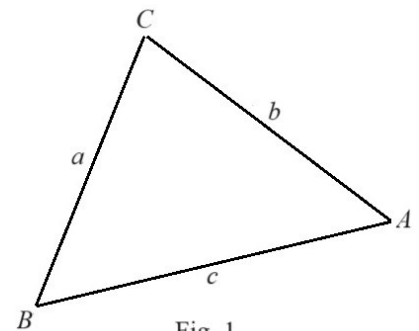


Fig. 1

But according to condition (2)

$$c^2 = (a + b)^2 - 4abd^2.$$

Thus

$$a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma = (a + b)^2 - 4abd^2,$$

where from $\cos \gamma = 2d - 1$. Because $\cos \gamma = 2 \cos^2 \frac{\gamma}{2} - 1$, it follows that $d = \cos^2 \frac{\gamma}{2}$. Then the irrational equation (1) can be written in the form:

$$\sqrt{a^2 + x^2 - 2ax \cos \frac{\gamma}{2}} + \sqrt{b^2 + x^2 - 2bx \cos \frac{\gamma}{2}} = c. \quad (4)$$

We take the bisector of the angle ACB . Let x be one of the solutions of equation (1). We place on this bisector the segment $CD = x$ (fig. 2) and prove that point D belongs to side $[AB]$.

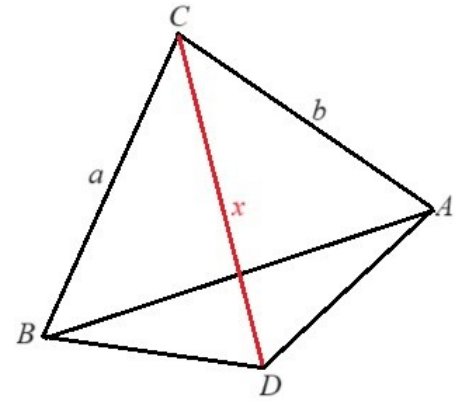


Fig. 2

According to the theorem of cosines, for the triangle DCB we will obtain:

$$BD = \sqrt{a^2 + x^2 - 2ax \cos \frac{\gamma}{2}}.$$

Analogously, for the triangle ACD we will obtain

$$DA = \sqrt{b^2 + x^2 - 2bx \cos \frac{\gamma}{2}}.$$

Then

$$BD + DA = \sqrt{a^2 + x^2 - 2ax \cos \frac{\gamma}{2}} + \sqrt{b^2 + x^2 - 2bx \cos \frac{\gamma}{2}} = c = AB$$

and therefore $D \in [AB]$ (fig. 3). Therefore, x is a unique solution, because the bisector CD of the angle ACB is unique. Then, according to the planimetry theorem, the length of the bisector CD can be calculated according to the formula:

$$x = \frac{2ab \cos \frac{\gamma}{2}}{a + b}.$$

Case 2. $a < 0$ and $b < 0$. In this case, we first solve the irrational equation of the form:

$$\sqrt{a^2 + x^2 - 2|x| \cos \frac{\gamma}{2}} + \sqrt{b^2 + x^2 - 2|b|x \cos \frac{\gamma}{2}} = c. \quad (5)$$

Let x_0 be a solution of the irrational equation (1). According to Lemma 1, equation (5) admits a unique solution $-x_0$, because equation (1) admits a unique positive solution. Theorem 1 is proved.

Corollary 1. Let $ab < 0$, $c > 0$ and $0 < d < 1$. The irrational equation of the form:

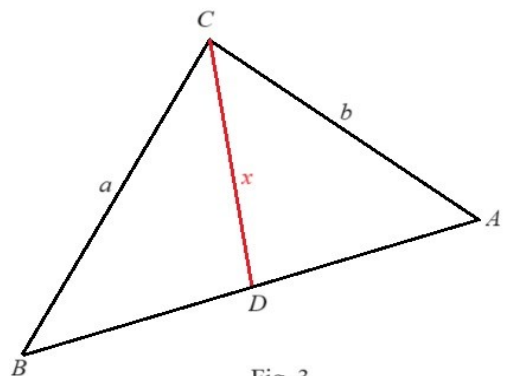


Fig. 3

$$\sqrt{a^2 + x^2 + 2adx} + \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} = c, \quad (6)$$

which satisfies the condition

$$c^2 = (-a + b)^2 + 4abd^2 \quad (7)$$

admits a unique solution.

Corollary 2. Let $ab > 0$, $0 < d < 1$ and $c_0^2 = (a + b)^2 - 4abd^2$. Then:

1. If $c < c_0$, then equation (1) does not admit any solution.
2. If $c = c_0$, then equation (1) admits a unique solution.
3. If $c > c_0$, then equation (1) admits two distinct solutions.

Corollary 3. Let $ab \neq 0$, $d = 0$ and $c_0 = |a| + |b|$. Then:

1. If $c < c_0$, then equation (1) does not admit any solution.
2. If $c = c_0$, then equation (1) admits a unique solution.
3. If $c > c_0$, then equation (1) admits two distinct solutions.

III. Conclusions for the case of the interior bisector of the triangle

The results presented in this article lead us to an interesting method for solving irrational inequations, namely:

Let $ab > 0$, $c > 0$, $0 < d < 1$ and $c^2 = (a + b)^2 - 4abd^2$. Then the irrational inequation of the form:

1. $\sqrt{a^2 + x^2 - 2adx} + \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} < c$ does not admit any solution.
2. $\sqrt{a^2 + x^2 - 2adx} + \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} > c$ admit the solutions
$$x \in \left(-\infty; \frac{2abd}{a+b}\right) \cup \left(\frac{2abd}{a+b}; +\infty\right).$$
3. $\sqrt{a^2 + x^2 - 2adx} + \sqrt{b^2 + x_2 - 2bdx} \leq c$ admit the solution $x = \frac{2abd}{a+b}$.
4. $\sqrt{a^2 + x^2 - 2adx} + \sqrt{b^2 + x_2 - 2bdx} \geq c$ admit the solutions $x \in R$.

In order to solve the irrational inequalities that have the forms indicated above, we must, first, solve the irrational equation of the respective form, then apply the ones mentioned above in this article.

IV. The case of the exterior bisector of the triangle

For the case of the exterior bisector of the triangle the form of the irrational equation has the form:

$$\sqrt{a^2 + x^2 + 2adx} - \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} = c, \quad (8)$$

where $ab > 0$, $c > 0$, $0 < d < 1$ with the condition (fig. 4)

$$c^2 = (a - b)^2 + 4abd^2. \quad (9)$$

The analogue of Lemma 1 for the exterior bisector is

Lemma 2. Let $ab > 0$ and $c > 0$, where a, b, c are real numbers. The number x_0 is a solution of the equation

$$\sqrt{a^2 + x^2 + 2adx} - \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} = c,$$

if and only if the number $-x_0$ is a solution of

the equation $\sqrt{a^2 + x^2 - 2adx} - \sqrt{b^2 + x^2 + 2bdx} = c$.

The analogue of Theorem 1 for the exterior bisector is

Theorem 2. Let $ab > 0, c > 0$ and $0 < d < 1$, where a, b, c, d are real numbers. Irrational equation of the form

$$\sqrt{a^2 + x^2 + 2adx} - \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} = c, \quad (10)$$

which satisfies the condition

$$c^2 = (a - b)^2 + 4abd^2 \quad (11)$$

admits a unique solution.

From Theorem 2 we obtain:

Corollary 4. Let $ab < 0, c > 0$ and $0 < d < 1$. The irrational equation of the form:

$$\sqrt{a^2 + x^2 - 2adx} - \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} = c, \quad (12)$$

which satisfies the condition

$$c^2 = (a + b)^2 - 4abd^2 \quad (13)$$

admits a unique solution.

Corollary 5. Let $ab > 0, 0 < d < 1$ and $c_0^2 = (a + b)^2 + 4abd^2$. Then:

1. If $c < c_0$, then equation (8) admits two distinct solutions.
2. If $c = c_0$, then equation (8) admits a unique solution.
3. If $c > c_0$, then equation (8) does not admit any solution.

Corollary 6. Let $ab \neq 0, d = 0$ and $c_0 = ||a| - |b||$. Then:

1. If $c < c_0$, then equation (8) admits two distinct solutions.
2. If $c = c_0$, then equation (8) admits a unique solution.
3. If $c > c_0$, then equation (8) does not admit any solution.

V. Conclusions for the case of the exterior bisector of the triangle

Let $ab > 0, c > 0, 0 < d < 1$ and $c^2 = (a - b)^2 + 4abd^2$. Then the irrational inequation of the form:

1. $\sqrt{a^2 + x^2 + 2adx} - \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} < c$ admit the solutions

$$x \in \left(-\infty; \frac{2abd}{a+b}\right) \cup \left(\frac{2abd}{a+b}; +\infty\right).$$

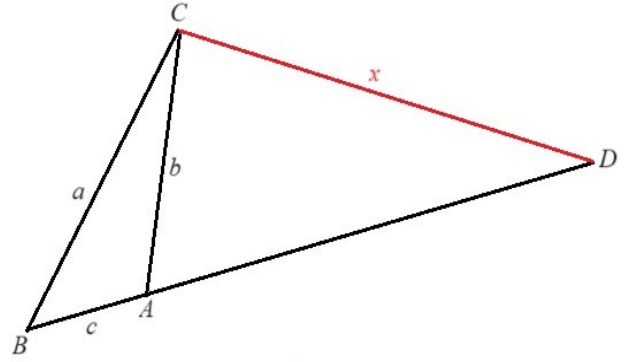


Fig. 4

2. $\sqrt{a^2 + x^2 + 2adx} - \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} > c$ does not admit any solution.
3. $\sqrt{a^2 + x^2 + 2adx} - \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} \leq c$ admit the solutions $x \in R$.
4. $\sqrt{a^2 + x^2 + 2adx} - \sqrt{b^2 + x^2 - 2bdx} \geq c$ admit the solution $x = \frac{2abd}{a+b}$.

5. Theorem 2 and its corollaries are valid for $a \neq b$. In the case when $a = b$ the triangle ACB becomes isosceles (fig. 5) and the outer bisector from the top of the isosceles triangle becomes parallel to its base. The outer bisector in this case is no longer a segment, but a half-straight, and therefore we cannot determine its length. From this it follows that any isosceles triangle describes an irrational equation, which has no solutions.

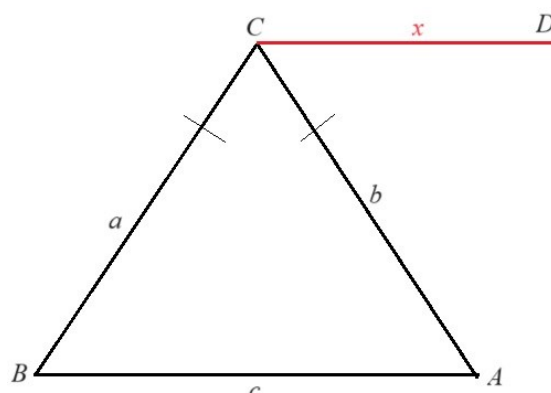


Fig. 5

VI. Problems solved

Problem 1. Solve the following irrational equation:

$$\sqrt{9 + x^2 - 3\sqrt{2}x} + \sqrt{16 + x^2 - 4\sqrt{2}x} = 5.$$

Solution. We construct the right triangle ABC with legs $AC = 4$, $CB = 3$. Then hypotenuse $AB = 5$. Then we take the interior bisector of the right angle $CD = x$ (fig. 6).

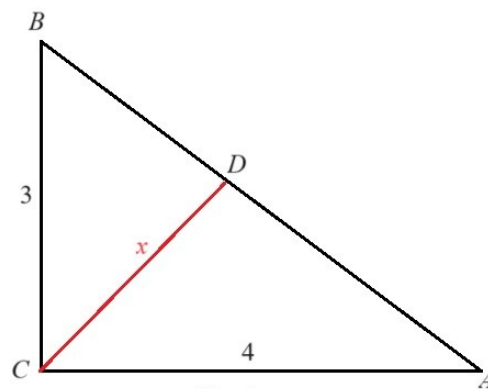


Fig. 6

Solving the irrational equation geometrically means finding the length of the interior bisector CD . We can indicate the following methods.

Method 1. Applying the relationship

$$CD = \frac{AC \cdot CB \sqrt{2}}{AC + CB},$$

we will get $x = \frac{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \cos 45^\circ}{3+4} = \frac{12\sqrt{2}}{7}$.

Method 2. Applying the relationship $\frac{BC}{CA} = \frac{BD}{DA}$, we will get $\frac{3}{4} = \frac{\sqrt{9+x^2-3\sqrt{2}x}}{\sqrt{16+x^2-4\sqrt{2}x}}$, from which the

equation results $7x^2 - 12\sqrt{2}x = 0$. This equation admits the solutions: $x_1 = 0$ and $x_2 = \frac{12\sqrt{2}}{7}$. But only x_2 is a solution of the initial equation.

Method 3. Note $BD = 3y$ and $DA = 4y$. Then $3y + 4y = 5$ or $y = \frac{5}{7}$. Thus

$$BD = \sqrt{9 + x^2 - 3\sqrt{2}x} = \frac{15}{7}.$$

We obtain the following irrational equation: $x^2 - 3\sqrt{2}x + \frac{216}{49} = 0$. The solutions of the given equation are: $x_1 = \frac{9\sqrt{2}}{7}$ and $x_2 = \frac{12\sqrt{2}}{7}$.

We can convince ourselves that only $\frac{12\sqrt{2}}{7}$ is the solution of the initial irrational equation.

Method 4. Applying the relationship $BD = \sqrt{AB \cdot BC - AD \cdot BD}$, we will get the solution $x = \frac{12\sqrt{2}}{7}$.

Method 5. According to the theorem of sines, from the triangle CDB we obtain the following equation: $\frac{x}{\frac{4}{5}} = \frac{\sqrt{9+x^2-3\sqrt{2}x}}{\frac{\sqrt{2}}{2}}$. The solution is $x = \frac{12\sqrt{2}}{7}$.

Problem 2. Solve the following irrational equation:

$$\sqrt{x^2 + 2x + 4} - \sqrt{x^2 - x + 1} = \sqrt{3}.$$

Solution. We write the above irrational equation in the form:

$$\sqrt{4 + x^2 + 2x \cdot \left(2 \cdot \frac{1}{2}\right)} - \sqrt{1 + x^2 - x \cdot \left(2 \cdot \frac{1}{2}\right)} = \sqrt{3}$$

or

$$\sqrt{4 + x^2 + 4x \cdot \sin 30^\circ} - \sqrt{1 + x^2 - 2x \cdot \sin 30^\circ} = \sqrt{3}.$$

We notice that 1, $\sqrt{3}$ and 4 are the sides of a triangle (fig. 7).

We construct the exterior bisector CD and denote its length by x . The solution of the irrational equation will be the length of the bisector CD . Regarding the calculation of the length of the outer bisector, that is,

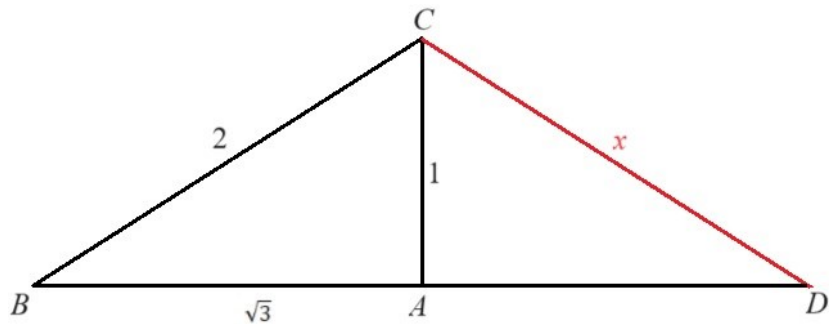


Fig. 7

to find the solution of the irrational equation, we can indicate the following methods.

Method 1. According to the theorem of cosines in the triangle ACD we get

$$AD = \sqrt{1 + x^2 - 2x \cdot \sin 30^\circ} = \sqrt{1 + x^2 - x}.$$

On the other hand

$$AD = \frac{AC \cdot AB}{BC - AC} = \frac{1 \cdot \sqrt{3}}{2 - 1} = \sqrt{3}.$$

Thus $\sqrt{1 + x^2 - x} = \sqrt{3}$ or $x^2 - x - 2 = 0$, where from $x_1 = -2$ and $x_2 = 2$. The solution of the irrational equation is only $x = 2$.

Method 2. From the analogous triangle BCD we calculate BD , ie $BD = \sqrt{x^2 + 2x + 4}$.

But $BD = \frac{BC \cdot AB}{BC - AC} = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{2 - 1} = 2\sqrt{3}$. But then the help of the irrational equation

$$\sqrt{x^2 + 2x + 4} = 2\sqrt{3}$$

we obtain analogously that $x = 2$ is the only solution of the initial equation.

Method 3. We can apply the formula

$$\begin{aligned} CD &= \frac{\sqrt{BC \cdot AC \cdot (AB - AC + BC) \cdot (AB + AC - BC)}}{BC - AC} = \\ &= \frac{\sqrt{2 \cdot 1 \cdot (\sqrt{3} - 1 + 2) \cdot (\sqrt{3} + 1 - 2)}}{2 - 1} = \\ &= \sqrt{2(\sqrt{3} + 1)(\sqrt{3} - 1)} = \sqrt{2 \cdot 2} = 2. \end{aligned}$$

Method 4. Since CD is the exterior bisector of triangle ABC , then $\frac{AC}{BC} = \frac{AD}{BD}$. Thus

$$\frac{1}{2} = \frac{\sqrt{x^2 - x + 1}}{\sqrt{x^2 + 2x + 4}}$$

where from $\sqrt{x^2 + 2x + 4} = 2\sqrt{x^2 - x + 1}$.

Solving the last equation, we will obtain the solution $x = 2$.

Method 5. Applying the relation from planimetry, the solution of the initial equation can be calculated according to the formula:

$$x = \frac{2 \cdot BC \cdot AC \cdot \sin \frac{60^\circ}{2}}{BC - AC} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2}}{2 - 1} = 2.$$

Method 6. It is easy to find out that $m(\angle ABC) = 30^\circ$. Above we found out that $AD = \sqrt{3}$.

Applying the theorem of cosines in the triangle CBD , we will get

$$x^2 = 4 + 12 - 8\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 16 - 12 = 4,$$

where from $x = 2$.

Method 7. We apply the theorem of sines in the triangle CBD . We will get it

$$\frac{x}{\sin(\angle ABC)} = \frac{BD}{\sin(\angle BCD)}$$

or $\frac{x}{\sin 30^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{\sin 120^\circ}$, where from $x = 2$.

Method 8. It can be shown that the triangle CAD is a right triangle in A , and the measure of the angle ADC is equal to 30° . The length of the leg CA opposite the angle of 30° in a right triangle is twice the length of the hypotenuse CD . Therefore $x = CD = 2CD = 2$.

Method 9. In a triangle BCD , the side of the triangle AC is the bisector and height, because $\angle BCA \equiv \angle ACD$ and $BA = AD$. This is possible only if the triangle BCD is isosceles with the base BD and the sides BC, CD . Therefore $x = CD = BC = 2$.

Method 10. We can apply Stewart's Theorem to the triangle BCD , ie

$$BC^2 \cdot AD + CD^2 \cdot BA - CA^2 \cdot BD = BD \cdot BA \cdot AD,$$

$$4\sqrt{3} + \sqrt{3}x^2 - 1 \cdot 2\sqrt{3} = 2\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{3},$$

where from $x^2 = 4$ or $x_1 = -2$ and $x_2 = 2$.

Problem 3. Determine, if possible, the couple $(x; y)$, so that

$$\sqrt{1 + x^2 - \sqrt{2}x} + \sqrt{x^2 + y^2 - xy\sqrt{2}} + \sqrt{2 + y^2 - 2y} = \sqrt{5}.$$

Solution. It can be proved that there is a triangle with sides

$$AB = \sqrt{2}, BC = 1, AC = \sqrt{5} \text{ and } m(\angle ABC) = 135^\circ.$$

We construct the segments $[BD]$ and $[BE]$ so that $\angle ABE \equiv \angle EBD \equiv \angle DBC$ and note $BD = x, BE = y$ (fig. 8).

With the help of the cosine theorem it is proved that the points $E, D \in (AC)$. The equalities are obtained: $x = \frac{\sqrt{2}y}{1+y}$ and $y = \frac{2x}{\sqrt{2}+x}$.

Thus, we obtain the couple: $\left(\frac{\sqrt{2}}{3}; \frac{1}{2}\right)$.

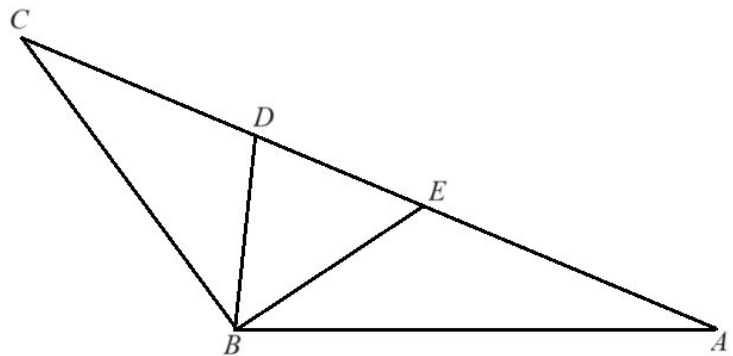


Fig. 8

This article was developed within the state project *Methodology of ICT implementation in the process of studying the real sciences in the education system of the Republic of Moldova from the perspective of inter/of transdisciplinarity (STEAM concept)* with code 20.80009.0807.20.

Bibliography

1. AFANAS, D.; AFANAS, E. Aplicarea proprietăților unei linii importante în triunghi la rezolvarea ecuațiilor iraționale. In: *Foaie matematică*. 2001, nr. 5 (2001), pp. 10 – 16. (in romanian)
2. GABOVICI, I. G. *Algoritmiceskii podhod k resheniu geometricheskikh zadach*. Kiev: Radianska shkola, 1989, 158 p. (in russian)
3. SHARIGHIN, I. F.; GOLUBEV, V. I. *Fakl'tativnii kurs po matematike. Reshenie zadach*. Moskva: Prosveshchenie, 1991, 383p. (in russian)

MATEMATICA ÎN CONTEXTUL VIETII COTIDIENE

Natalia ARTIOM, profesor de matematică, grad didactic superior

<https://orcid.org/0009-0000-2215-6792>

I.P. Liceul Teoretic „Nicolae Donici”,

s. Dubăsarii Vechi, r. Criuleni, RM.

Rezumat. Matematica nu este doar o știință despre numere sau ecuații pe tablă; Este o știință despre tipare, structuri, relații și modul în care acestea influențează lumea din jurul nostru. Fie că este vorba de modelele repetitive pe care le observăm în natură, de structurile complexe ale arhitecturii sau de relațiile dintre obiecte și forțe din univers, toate acestea pot fi descrise și înțelese prin matematică.

Cuvinte cheie: aplicații ale matematicii, stomatologie, tehnologii artificiale, tehnologii informaționale, securitate cibernetă, artă și cultură.

Abstract. Mathematics is not just a science about numbers or equations on a blackboard; It is a science about patterns, structures, relationships and how they influence the world around us. Whether it's the repetitive patterns we observe in nature, the complex structures of architecture, or the relationships between objects and forces in the universe, all of these can be described and understood through mathematics.

Keywords: applications of mathematics, dentistry, artificial technologies, information technologies, cybersecurity, art and culture.

Matematica, adesea numită limbajul universului, este mult mai profund integrată în viața noastră decât ne-am putea imagina. De la primele noastre interacțiuni cu lumea - numărarea jucăriilor sau măsurarea ingredientelor pentru a face prăjituri - până la acțiunile complexe pe care le întreprindem ca adulți, precum planificarea financiară sau navigarea tehnologiei, matematica este omniprezentă.

Multe persoane văd matematica ca pe un set arid de reguli și formule, adesea detașat de realitate. Această percepție, deși răspândită, este profund greșită. Matematica nu este doar o știință despre numere sau ecuații pe o tablă; este o știință despre modele, structuri, relații și modul în care acestea influențează lumea înconjurătoare. Fie că este vorba de modelele repetitive pe care le observăm în natură, de structurile complexe ale arhitecturii sau de relațiile dintre obiecte și forțe în univers, toate acestea pot fi descrise și înțelese prin matematică.

Acest articol are scopul de a scoate în evidență nu doar importanța teoretică a matematicii, ci și relevanța ei practică în viața noastră de zi cu zi. Este esențial ca atât cadrele didactice, cât și elevii să înțeleagă că matematica nu este doar o disciplină teoretică, ci un instrument esențial care ne ajută să navigăm și să înțelegem lumea înconjurătoare. Această înțelegere poate contribui la crearea unei atitudini pozitive față de matematică, motivând învățarea și aplicarea ei în diverse contexte. În acest articol, vom explora diferitele moduri în care matematica influențează, modelează și îmbunătățește lumea în care trăim în mai multe domenii.

Implicațiile matematicii în stomatologie: Stomatologia, la prima vedere o specialitate medicală, are o interacțiune profundă cu matematica. Aceasta nu se limitează doar la măsurătorile de bază pe care un medic stomatolog le folosește zilnic. În endodonție, specialitatea care tratează canalele dinților, geometria intră în scenă pentru a determina poziția exactă a orificiilor canalelor, folosind linii și triunghiuri imaginare. De exemplu, identificarea orificiului canalului mezio-vestibular 2 necesită trasarea unei linii perpendiculare din orificiul canalului distal, un proces ce se aseamănă cu identificarea înălțimii într-un triunghi.

Mai mult decât atât, matematica se extinde și în domeniul proteticii dentare. Atât în tratamentul edentației parțiale reduse, cât și în cel al edentației parțiale extinse, se utilizează diagrame și formule matematice pentru a determina Forța de acțiune și Forța de rezistență. Aceste forțe, reprezentate grafic printr-un segment de dreaptă denumit vector, au un rol esențial în mecanismul de masticatie. Mandibula și dinții sunt supuși acestor forțe care pot influența modul în care se așază și se mențin protezele dentare. Un echilibru între aceste forțe este esențial pentru a preveni dislocarea protezelor sau deteriorarea lor. În situații în care Forța de rezistență este mai mică decât Forța de acțiune, protezele dentare și dinții de susținere pot fi compromiși, subliniind importanța exactității și a preciziei în aceste calcule.

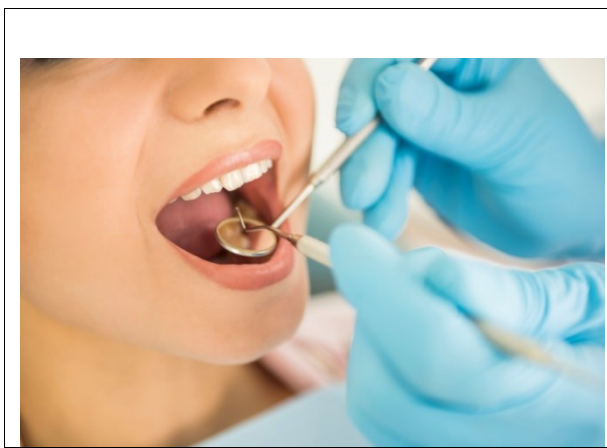


Figura 1. Matematica aplicată în domeniul stomatologiei [1]

Astfel, matematica nu numai că își găsește aplicabilitate în stomatologie, dar este și o componentă esențială pentru succesul tratamentelor și procedurilor stomatologice, spune d-na doctor stomatolog Cîrcu Ana, ce-și desfășoară activitatea la clinica stomatologică „Dr. Axentie Sebastian” din or. Botoșani, Romania.

Matematica sta la baza tehnologiilor moderne de Inteligență Artificială

Inteligența Artificială (IA), percepută de mulți ca fiind în strânsă legătură cu informatică și programarea, are de fapt o bază solidă în matematică. În spatele algoritmilor și modelelor complexe de învățare automată se află teorii și principii matematice avansate.

IA este reprezentată adesea printr-un model numit rețea neuronală, inspirat de structura creierului uman. În aceste rețele, informația este procesată prin noduri sau "neuroni", care sunt interconectați, asemănător punctelor pe un grafic. Informația din fiecare nod este procesată folosind ecuații simple, recunoscute de cei familiarizați cu cursurile de algebră sau analiză matematică.

Un principiu cheie în construirea acestor modele de IA este optimizarea. Se dorește ca modelul să ofere cele mai bune predicții posibile, ceea ce se obține prin cu găsierea valorii minime a unei funcții. Aceasta este realizată prin tehnici identificate în cursurile de calcul diferențial, precum derivata, care indică modul în care modelul ar trebui ajustat pentru o performanță optimă.



Figura 2. Inteligența Artificială [2]

De asemenea, în IA, seturi mari de date sunt adesea procesate, reprezentate sub formă de liste sau matrice de numere. Procesarea acestei informații se face prin operații matriceale, ceea ce demonstrează utilitatea algebrei liniare.

În concluzie, în spatele jargonului tehnic și al complexității asociate cu inteligența artificială, principiile matematice bine cunoscute au fost descoperite. Astfel, matematica a fost recunoscută nu doar ca fundament al inteligenței artificiale, ci și ca instrument cheie care permite înțelegerea și navigarea în acest domeniu fascinant.

Astfel, matematica nu doar că se manifestă în fiecare aspect al inteligenței artificiale, ci este și pilonul central care asigură funcționarea, eficiența și acuratețea modelelor. Fără matematică, avansurile semnificative în IA și învățarea automată nu ar fi posibile, spune Artiom Diana, expert în domeniul Inteligenței Artificiale, ce își desfășoară activitatea în or. Munchen, Germania.

Tehnologiile Informaționale: O Simbioză cu Matematica

Tehnologiile informaționale, în plină expansiune în era digitală actuală, se bazează profund pe matematică pentru funcționarea și dezvoltarea lor. De la structurile fundamentale ale calculatoarelor până la complexitățile rețelelor globale de comunicații, principiile matematice sunt esențiale pentru optimizarea și securitatea acestor tehnologii.

În centrul oricărui computer sau dispozitiv electronic există cipuri și procesoare.

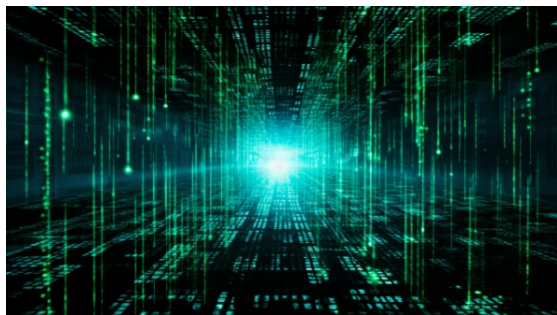


Figura 3: Tehnologia Informației [2]

Aceste componente sunt proiectate pe baza logicii matematice binare, unde informația este reprezentată doar prin două stări: 0 și 1. Calculul și manipularea acestor stări binare se fac prin intermediul algebrei booleene, o ramură a matematicii care studiază operații și funcții pe variabile binare.

În domeniul stocării datelor, algoritmi matematici avansați sunt folosiți pentru

comprimarea datelor, permițând stocarea unei cantități mari de informații în spații reduse. Acești algoritmi, bazându-se pe principii matematice, asigură că informația comprimată poate fi recuperată fără pierderi semnificative de calitate.

Securitatea informatică, un subiect de maximă importanță în tehnologiile informaționale, se bazează pe criptografie, care, la rândul său, se sprijină pe teoria numerelor. Tehnici precum factorizarea numerelor mari și logaritmi discreți sunt esențiale pentru crearea de algoritmi de criptare siguri. Astfel, în spatele instrumentelor și aplicațiilor tehnologice pe care le folosim zilnic, matematica este forța motrice care asigură funcționalitatea, eficiența și securitatea acestora.

Matematica în Securitatea Cibernetică: Coduri, Criptare și Complexitate

Securitatea cibernetică, în esența sa, este fundamentată pe principii matematice. Fie că ne referim la procesul de criptare care protejează datele noastre bancare sau la algoritmi care detectează comportamente neobișnuite în rețele, matematica este piatra de temelie care asigură integritatea și confidențialitatea informațiilor în era digitală. **Criptografia:** La baza multor sisteme de securitate se află criptografia, care presupune transformarea informațiilor într-un format care nu poate fi citit fără o cheie specifică. Un exemplu concret ar fi algoritmi precum Diffie-Hellman [9] sau RSA [6], care se bazează pe proprietățile numerelor prime și pe dificultatea factorizării produsului a două numere prime mari. Această dificultate matematică face ca decriptarea să fie practic imposibilă fără cheia privată corespunzătoare. **Funcții hash:** Acestea transformă date de intrare de lungime variabilă în date de ieșire de lungime fixă. Un exemplu cunoscut este SHA-256 [7] folosit în tehnologia blockchain. Importanța lor matematică rezidă în proprietatea de a produce o ieșire (hash) unică pentru fiecare set unic de intrare, asigurând astfel autenticitatea datelor. **Algoritmi de Randomizare:** Generarea de *numere aleatorii* sau *pseudo-aleatorii* este esențială pentru criptare, autentificare și multe alte aspecte ale securității. Calitatea acestor numere (adică cât de „aleatorii” sunt ele în realitate) depinde de algoritmi matematici sofisticati. **Autentificarea multifactorială:** Matematica stă la baza generării codurilor temporare (TOTP) [8] în autentificarea cu doi factori. Aceste coduri sunt generate pe baza unei semințe secrete și a timpului curent, folosind algoritmi matematici pentru a asigura că fiecare cod este unic și valabil pentru o perioadă scurtă de timp. **Modele Statistice:** Folosite în detectarea intruziunilor, acestea analizează fluxurile de trafic și comportamentele pentru a identifica anomalii. Dacă un comportament sau un model de trafic se abate semnificativ de la ceea ce este considerat "normal", sistemul poate genera alerte sau poate lua măsuri automatizate pentru a contracara potențialele amenințări.

În concluzie, securitatea cibernetică este un domeniu în care matematica nu doar că își găsește aplicabilitatea, ci este esențială pentru funcționarea corectă a sistemelor. Matematica oferă fundația pentru a construi și menține sisteme de securitate robuste,

capabile să reziste la amenințările în continuă evoluție ale peisajului cibernetic. Într-o lume în care datele devin din ce în ce mai valoroase, rolul matematicii în protejarea acestora nu poate fi subestimat, spune Lidia Perov, Manager de Proiecte în sfera IT, ce își desfășoară activitatea în or. Chișinău, R. Moldova.

Matematica în Artă și Cultură: Armonia Ascunsă.

Artă și cultură, deși la prima vedere pot părea departe de rigorile și precizia matematicii, au fost, de-a lungul istoriei, profund influențate și îmbogățite de această disciplină. Fie că ne referim la simetria perfectă a unei sculpturi renescentiste sau la structura complexă a unei piese muzicale, matematica joacă un rol subtil, dar esențial, în crearea și aprecierea operelor de artă.

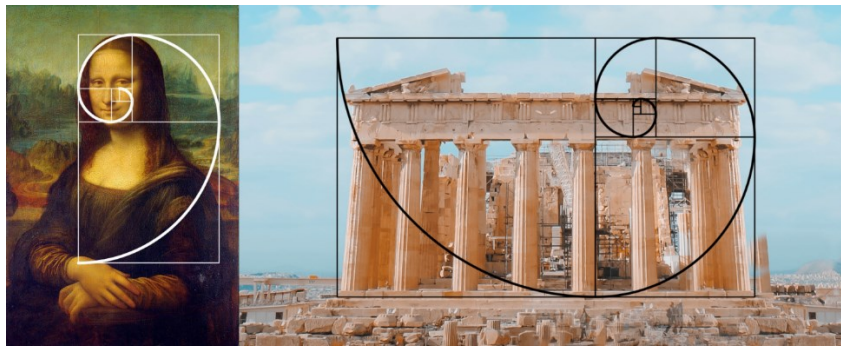


Figura 4. Secțiunea de aur întâlnită în opere de artă celebre [4, 5]

În domeniul artelor vizuale, proporțiile au fost dintotdeauna de o importanță capitală. Un exemplu notabil este Secțiunea de aur [3], un raport matematic care a fost identificat ca fiind plăcut estetic ochiului uman. Această proporție se regăsește în multe opere de artă celebre, precum Partenonul din Atena sau pictura "Mona Lisa" a lui Leonardo da Vinci. Geometria, de asemenea, a influențat creații vizuale, de la mozaicurile elaborate ale antichității până la operele moderne de artă abstractă. *Muzica*, în esența sa, este profund matematică. Ritmurile, armoniile și structurile muzicale se bazează pe relații numerice și proporții. Fiecare notă într-o scară muzicală, fiecare acord și modulație, poate fi analizată și înțeleasă prin matematică. Johann Sebastian Bach, de exemplu, a folosit secvențe matematice și simetrii în compozițiile sale, creând piese care sunt simultan plăcute auzului și fascinante din punct de vedere matematic. *În arhitectură*, matematica asigură nu doar stabilitatea și funcționalitatea unei clădiri, ci și estetica acestora. De la arcele gotice la designul modern, calculul și geometria sunt esențiale pentru crearea de spații care să fie atât frumoase, cât și funcționale.

Astfel, în fiecare aspect al artei și culturii, matematica își face prezența simțită, fie că este în mod explicit sau subtil. Arta și matematica, departe de a fi discipline opuse, sunt, în realitate, două fețe ale aceleiași monede, ambele căutând să exploreze și să exprime frumusețea și armonia lumii înconjurătoare.

Concluzie: Matematica în Contextul Vieții Cotidiene

Matematica, deși adesea considerată abstractă și distantă de experiențele zilnice, se împletește în mod natural cu multe aspecte ale vieții. Este mai mult decât un ansamblu de teoreme și ecuații, fiind esențială pentru înțelegerea și navigarea lumii înconjurătoare. Matematica este aplicată în diverse domenii, precum tehnologie, artă și medicină. Rezultă astfel că matematica este un punct de legătură esențial între teorie și aplicabilitatea practică. Aprecierea acestei discipline ne oferă instrumente mai bune pentru a înțelege și aborda provocările cotidiene.

Bibliografie

1. Matematica aplicată în domeniul stomatologiei. https://www.timeshighereducation.com/student/sites/default/files/istock_62454854_medium1.jpg
2. Imagine generată cu ajutorul Inteligentei Artificiale Generative, MidJourney. <https://www.midjourney.com/>
3. Secțiunea de aur. https://ro.wikipedia.org/wiki/Sec%C8%9Biunea_de_aur
4. Secțiunea de aur. Mona Lisa. <https://i.pinimg.com/736x/a7/e0/b7/a7e0b723b60f38f3b68b3e38f8242754.jpg>
5. Secțiunea de aur. Partenonul. <https://www.linearity.io/blog/content/images/2022/10/image-3.png>

FUNCȚIA UTILITAR-APLICATIVĂ A MATEMATICII ȘI IMPACTUL EI ÎN STUDIUL MATEMATICII ȘCOLARE

Virginia BÎZGU, profesor de matematică, grad didactic unu

<https://orcid.org/0009-0000-4443-8686>

Liceul Teoretic „Nicolae Donici”, s. Dubăsarii Vechi, r. Criuleni

Rezumat. Aplicațiile multiple ale matematicii în diverse domenii, atât în științe exacte (informatica, fizică, chimie), cât și în inginerie, economie sau științe umaniste, inclusiv în viața de zi cu zi, confirmă actualitatea acestei teme.

Cuvinte cheie: funcție de utilitate, funcție aplicativă, funcție cognitivă, educație matematică de calitate, performanță, impact.

Abstract. The multiple applications of mathematics in various fields, both in exact sciences (computer science, physics, chemistry) and engineering, economics or humanities, including everyday life, confirm the actuality of this topic.

Keywords: utility function, applicative function, cognitive function, quality mathematical education, performance, impact.

Pe parcursul anilor de activitate mă preocupă cel mai mult problema: Funcția utilitar-aplicativă a matematicii și impactul ei în studiul matematicii școlare. Multiplele aplicații ale matematicii, în diverse domenii, atât în științele exacte (informatică, fizică, chimie) și la cele ingineresti, economice sau umaniste, inclusiv în cotidian, confirmă actualitatea acestei teme.

Prezența matematicii în economie nu mai trebuie demonstrată pentru că exemplele sunt multiple. Faptul ca matematica se folosește astăzi pretutindeni cred că a devenit de necontestat. În relație strânsă cu funcția utilitară se află funcția cognitivă a matematicii.

Relația dintre aceste doua funcții este una cu adevărat interesantă. Pe de o parte, cea mai bogată sursă de susținere a funcției utilitare a matematicii se află în avansul funcției sale de cunoaștere, dar, pe de altă parte, matematica își extrage probleme de peste tot, cele mai interesante aspecte fiind cele care apar la interfața matematicii cu restul lumii și care conduc la dezvoltarea funcției cognitive a matematicii. Nu putem dezbrăca matematica de toate ideile și conceptele atât de frumoase și să o reducem doar la rolul utilitar. Dacă facem acest lucru, atunci nu mai avem de ce să ne mai mirăm de reacția de respingere față de matematică pe care o au mulți elevi. Rolul de a dezvolta funcția utilitară și cognitivă a ne revine nouă, profesorilor, astfel încât să ajungem la inima și conștiința fiecărui copil.

În procesul educațional elevii sunt orientați în direcția descoperiri ideilor, metodelor, procedurilor etc. prin efort propriu. Găsirea răspunsurilor corecte, soluțiilor interesante în rezolvarea problemelor dificile produce satisfacție, iar aceasta intensifică curiozitatea și dorința de a rezolva și descoperi soluții noi. Ilustrul psiholog contemporan J. Piaget spunea: „Înțelegerea pornește înainte de toate de la acțiune”, e vorba deci de relația dintre

cunoaștere și acțiune, de faptul că orice progres în actul cunoașterii conține elemente de aplicare și atitudine.

Atât funcția utilitară, cât și cea cognitivă a matematicii trebuie să contribuie eficient la formarea competențelor specifice la matematică, a celor trans-disciplinare și competențe cheie/transversale. Astfel profesorul sistematic va ține cont de ambele funcții în procesul educațional la matematică.

De exemplu, în cadrul studierii temei „*Fracții*” (clasa V-a) profesorul va realiza formarea noțiunii de fracție prin exemple, prin interpretarea ei ca rezultat al împărțirii a doua numere naturale când deîmpărțitul nu este multiplu a împărțitorului, sau împărțirea unui măr, unei ciocolate câtorva copii etc. Fără această bază intuitivă cea mai perfectă și bine gândită logică a numerelor raționale este dificilă pentru elevi. Chiar de la primele lecții de studiere a fracțiilor problemele practice de împărțire a obiectelor în părți egale, dau posibilitatea de a privi fracția ca rezultat al împărțirii a două numere naturale cu rest.

De exemplu: Cum să împărțim trei portocale la patru copii?

Copii observă că dacă tăiem portocalele în patru părți egale va fi posibilă această împărțire. Împărțind fiecare portocală în patru părți egale obținem din portocală 12 bucăți care pot fi împărțite ușor la cei patru copii. Deci putem împărți trei portocale la patru copii.

După câteva exemple asemănătoare: $3:5 = 3/5$, $7:9 = 7/9$ se scoate concluzia că, cu ajutorul fracțiilor se poate scrie câtul oricăror numere naturale.

De sine stătător: la ore se aduc mere și copiii mănâncă și donează cui dorește o anumită fracție de măr decupată din mărul întreg (*se pot discuta și numere mixte*), acasă se dă problema dlui profesor Gheorghe Rusu: „*De împărțit în părți egale 7 mere la 12 copii.*” (*Există gluma ca să se prepare compot, dar logica matematică este: 3 mere se împart prin tăiere în câte 4 părți egale fiecare, iar 4 mere se împart prin tăiere în câte 3 părți egale fiecare*); de citit și prelucrat logic textul „*Anecdotei*” din operele lui Ion Creangă.

La final se formulează concluzia: Câtul de la împărțirea unui număr natural la altul nenul, este egal cu fracția numitorul căreia este egal cu deîmpărțitul, iar numitorul fiind împărțitorul.

Deci, împărțirea numerelor naturale o putem efectua tot timpul. Anume pentru a ajunge la această concluzie am avut nevoie de aceste numere noi. Confirmarea acestei ipoteze se realizează rezolvând probleme de tipul: o brigadă de muncitori lucrând singură termină o lucrare în 12 zile, a II-a brigadă în 15 zile, iar a III-a brigadă în 20 zile. În câte zile vor finisa această lucrare dacă cele trei brigăzi, dacă vor lucra împreună?

Brigada	În câte zile	Partea de lucru într-o zi
I	12	1/12
II	15	1/15
III	20	1/20

Calculăm: $1/12 + 1/15 + 1/20 = (5 + 4 + 2)/60 = 12/60 = 1/5$ (din lucrare)

$$1:1/5 = 5 \text{ (zile)}$$

Răspuns: Dacă vor lucra împreună cele trei brigăzi vor finisa lucrarea în 5 zile.

Similar pentru tema „*Sisteme de ecuații de gradul II*”, „*Progresii*”, „*Derivata și aplicațiile ei*”. Desigur funcțiile utilitară și cognitivă se integrează în procesul rezolvării a altfel de probleme. Discuția privind selectarea soluțiilor ecuațiilor și a sistemului de ecuații intensifică funcția cognitivă a matematicii, în contextual luării unei decizii corecte în diverse situații reale și/sau modelate. Integrarea funcției cognitive cu cea utilitară prin: recunoașterea unor corespondențe care sunt șiruri progresii aritmetice și geometrice; reprezentarea în diverse moduri a unor corespondențe, șiruri cu scopul caracterizării acestora; identificarea unor formule de recurență pe bază de raționamente de tip inductive; exprimarea caracteristicilor unor șiruri folosind diverse reprezentări (formule, diagrame, grafice); deducerea unor proprietăți ale șirurilor folosind diferite reprezentări sau raționamente de tip inductive; și în final, asocierea unei situații-problemă cu un model matematic. Intuitive prin rezolvarea de problem cu aspect practice se manifestă funcția utilitară a matematicii. Profesorul va pune sistematic spre rezolvare astfel de probleme, intensificând astfel motivația și interesul pentru studiul matematicii.

Schimbarea paradigmei educaționale, trecerea de la obiective la formare de competențe oferă posibilitatea realizării unui învățământ de calitate. Consider că noile orientări în educație sunt binevenite și vor contribui la majorarea atât a nivelului calității educației în Republica Moldova, cât și a pregătirii elevilor pentru viață din perspectiva formării competențelor preconizate

Bibliografie

1. CARA, A. et all. *Standarde de formare continuă a cadrelor didactice din învățământul secundar general*. Ch., 2007.
2. *Curriculum pentru învățământul gimnazial*. Geografie cl. V-IX. Ch.: Lyceum, 2010.
3. *Curriculum pentru clasele X–XII*. Matematică. Chișinău: Lyceum, 2010.
4. CERGHIT, I. *Metode de învățământ*. București: EDP, 1980.
5. CODREANU, I.; ROȘCOVAN, S.; AXÎNTI, S. *Ghid de implementare a curriculumului modernizat pentru treapta liceală*. Matematica. Cartier, 2010.
6. MARIN M. *Profesorul de succes*. Mini-ghid cu sugestii pentru structura raportului de autoevaluare. Chișinău, 2012.
7. STOICA A. *Creativitatea elevilor*. București: E.D.P., 1983.
8. TEMPLE, CH.; STEELE, J-L.; MEREDITH, K-S. *Aplicarea tehnicilor de dezvoltare a gândirii critice, ghidul IV*. Chișinău, 2003.
9. <http://andreiocila.files.wordpress.com/2010/10/cap1.pdf>– manual de didactică.
10. <http://pshihopedagogie.blogspot.com/>
11. <http://www.scritube.com/profesor-soala/Utilizarea-calculatorului-in-p34219.php>
12. <https://ru.scribd.com>
13. <http://www.didactic.ro/>

UTILIZAREA PROBLEMELOR APLICATE ÎN SCOPUL MOTIVĂRII**STUDENȚILOR SPRE STUDIAREA
OBIECTULUI GEOMETRIE DESCRIPTIVĂ****Alexei BOTEZ**, dr. în șt. tehnice, conferențiar<https://orcid.org/0000-0001-8357-076X>**Sergiu DÎNTU**, dr. în șt. tehnice, conferențiar<https://orcid.org/0000-0003-3482-9039>

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat. Obiectul Geometrie Descriptivă face parte din disciplinele general ingineresti studiate în instituțiile de învățământ cu profil tehnic și pregătește studenții către studierea desenului tehnic. Scopul disciplinei este formarea imaginației spațiale, ale deprinderilor de precizie și acuratețe ale viitorilor ingineri și tehnicieni. Curricula disciplinei cuprinde prelegeri și lucrări practice. Una dintre problemele pedagogice actuale este motivarea studenților spre învățare, trezirea interesului față de obiectul studiat. O influență pozitivă în acest sens o are conexiunea materialului studiat cu diverse probleme din lumea reală, lucru care se înfăptuiește în timpul ocupațiilor practice.

Cuvinte cheie: motivare, interes, probleme aplicate.

Abstract. The Descriptive Geometry is part of the general engineering disciplines studied in educational institutions with a technical profile and prepares students to study technical drawing. The purpose of the discipline is the formation of spatial imagination, precision and accuracy skills of future engineers and technicians. The course curriculum includes lectures and practical work. One of the current pedagogical problems is motivating students to learn, awakening interest in the studied object. A positive influence in this sense is the connection of the studied material with various problems in the real world, something that takes place during practical lessons.

Keywords: motivation, interest, applied problems.

Introducere

Obiectul Geometrie Descriptivă este prima disciplină grafică studiată de către studenții U.T.M. ce au ales să îmbrățișeze o specialitate de profil tehnic. Cursul dat pregătește studenții către studierea desenului tehnic, formează imaginația spațială și deprinderi de precizie și acuratețe ale viitorilor ingineri și tehnicieni. Funcție de specificul specialității concrete se atrage o atenție sporită anumitor teme: „desfășurarea suprafețelor”, „suprafețe de rotație”, „secțiuni plane”.

Una dintre problemele pedagogice actuale este motivarea studenților spre învățare, trezirea interesului față de obiectul studiat. O influență pozitivă în acest sens o are conexiunea materialului studiat cu diverse probleme din lumea reală [1, 2].

Aici este important de dus o paralelă dintre problemele rezolvate la orele practice și problemele din lumea reală, adică formalizarea problemelor reale până la probleme elementare din geometrie[3]. Aici sunt utilizate o serie de principii [4]:

- principiul mulțimilor- dezmembrarea problemei inițiale într-o serie de probleme elementare, cu rezolvarea lor ulterioară;
- principiul reformulării- formularea datelor inițiale în altă succesiune;
- principiul rezolvării de la capăt- presupunerea că problema e rezolvată;
- principiul – presupune că rezolvarea problemei corespunde cerințelor parțial;
- principiul simplificării- se aleg metodele ce permit o rezolvare simplificată la maxim.

Metode și materiale aplicate

În scopul ameliorării situației create titularii cursurilor au selectat și le prezintă studenților o serie de probleme practice ce tind să-i convingă spre necesitatea și importanța obiectului Geometrie descriptivă.

Drept exemplu poate fi prezentată următoarea problemă:

Să se determine traseul optim dintre punctele A și B pe suprafața corpului reprezentat, în scopul utilizării unei lungimi minime de cablu (fig.1).

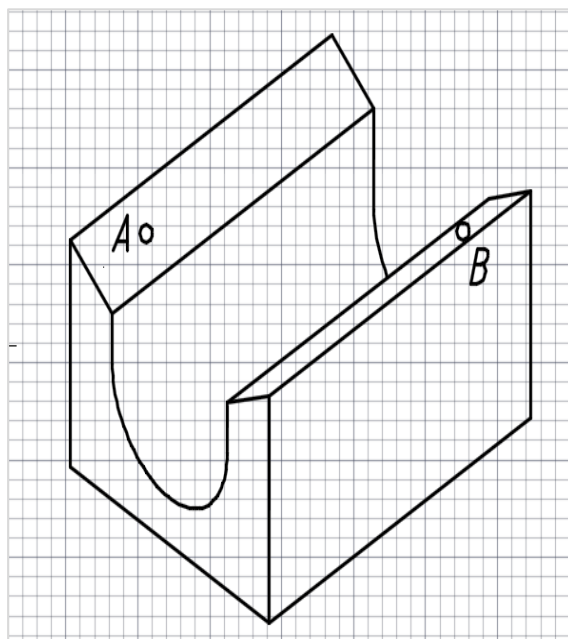


Figura 1. Problemă aplicată

Problema se rezolvă prin examinarea suprafeței exterioare a piesei (fig.2), ce este desfășurată.

Punctele A și B pe desfășurată sunt unite printr-o linie dreaptă, după ce linia dată este construită pe suprafața inițială (pe plan ea va fi de asemenea dreaptă, iar pe suprafața cilindrică va reprezenta o curbă construită prin aproximare) (fig.3).

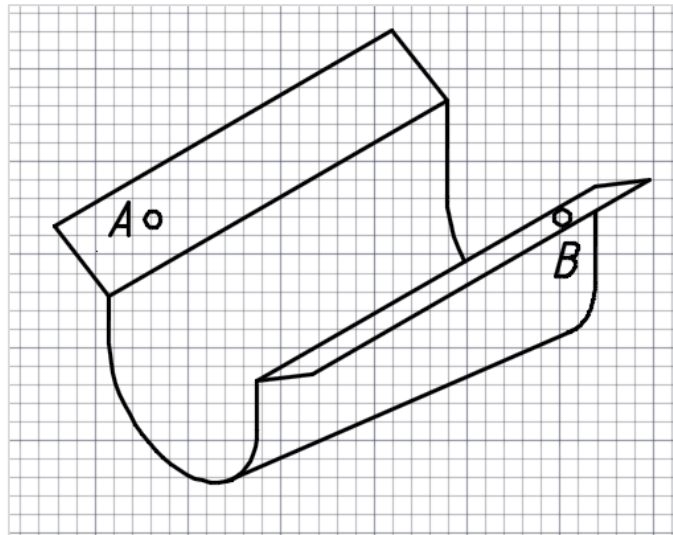


Figura 2. Suprafața exterioară a piesei

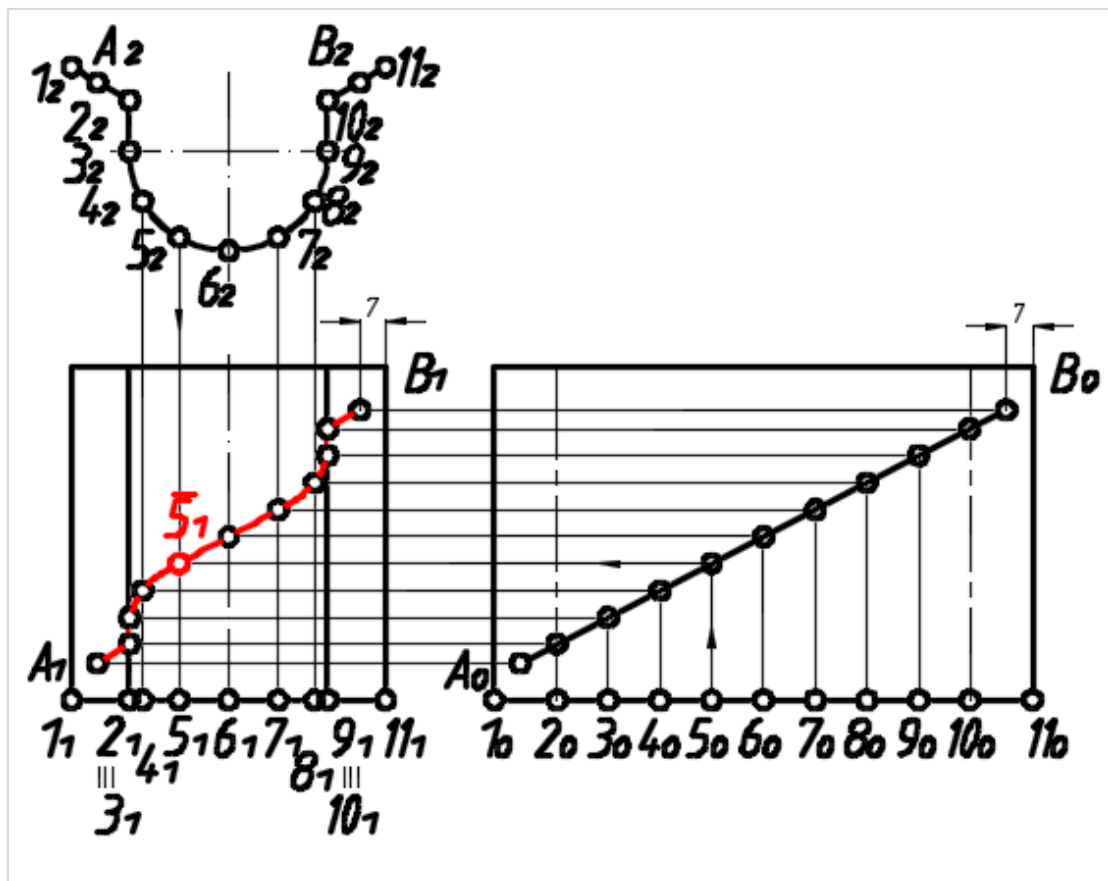


Figura 3. Rezolvarea problemei aplicate

Rezultate obținute

Utilizarea problemelor aplicate la lucrările practice a dus la sporirea interesului față de obiectul studiat, ameliorarea rezultatelor evaluărilor și a creat posibilitatea depistării studenților cu înclinări spre gândire spațială.

Concluzii

Problemele aplicate sporesc interesul studenților spre disciplina studiată duc la ameliorarea reușitei studenților, le creează studenților deprinderi de formalizare a problemelor practice și de utilizare în practică a cunoștințelor teoretice obținute.

Bibliografie

1. DULGHERU, V. O Nouă paradigmă a ingineriei: Educația STEM: Știință-Tehnologie-Inginerie- Matematică. *The 26th Conferece on Applied and Industrial Mathematics*. Chisinau: Bons-Offices, 2018, pp.37- 43. ISBN 978-9975-76-247-2. Disponibil:http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/11145/Conf_CAIM_2018_p130.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. ILIEV, M. STEM, STEAM și învățământul profesional tehnic. *Didactica pro*, 2020, nr.1(119), pp.15-18. ISSN 1810-6455.
3. CANTEMIR, L. Evoluția unor instrumente și dispozitive geometrice utilizate în matematică, arhitectură și construcții (IV) – conice. *Al XI-lea Simpozion Internațional CUCUTENI 5000 REDIVIVUS Științe exacte și mai puțin exacte*, Chișinău: Tehnica-Info, 2016, pp.216- 234. ISBN 978-9975-63-368-0. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Cucuteni-2016.pdf
4. ТИХОНОВ-БУГРОВ, Д. Е.; ШКВАРЦОВ, В. В. *Решение прикладных геометрических задач на ортогональном чертеже*. СПб: БГПУ, 2011. 61 с. ISBN 978-5-85546-592-1.

**METODOLOGIA STUDIERII GEOMETRIEI
GIMNAZIALE PRIN CONȚINUTURI PRACTICE APLICATIVE**

Laurențiu CALMUȚCHI, doctor habilitat, profesor universitar

<https://orcid.org/0000-0001-6665-7927>

Ion COJOCARU, doctor în științe pedagogice, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-5107-614X>

Catedra Algebră, Geometrie și Topologie, UPSC

Rezumat. În acest articol se aduc unele recomandări didactico-metodice referitor la studierea geometriei gimnaziale prin conținuturi practice aplicative.

Cuvinte –cheie: Problemă practc-aplicativă, rezolvarea problemei, competență matematică, activitatea elevului.

Abstract. In this article we bring some didactic-methodical recommendations regarding the study of secondary school geometry through practical applicative contents.

Keywords: Practical-applicative problem, solving the problem, mathematical competence, student activity.

Modificările în sistemul de învățământ public în țara noastră în conformitate cu legea/codul învățământului în care se vorbește despre consolidarea legăturii dintre școală și viață, precum și despre dezvoltarea de mai departe a învățământului în contextul integrării europene, necesită avansarea procesului educațional matematic spre orientarea acestui proces cât mai aproape de practica cotidiană. O atenție deosebită cere dezvoltarea competențelor matematice practice ale elevilor, în particular, în studiul geometriei, deoarece acest compartiment al matematicii gimnaziale este cel mai abstract, dat totodată, el constituie puntea firească de legătură logică a întregii matematică preuniversitare de realitățile vieții cotidiene.

În documentele școlare sunt prevăzute astfel de activități, dar clar și explicit în manuale, nu sunt reflectate, ceea ce diminuează cu mult fundamentele motivaționale ale studierii matematicii preuniversitare. Este necesar de a atrage atenția la suplinirea acestui gol, prin care autorii vin cu elaborarea actualei lucrări.

Multe din însărcinările propuse nu sunt noi, ci abandonate și uitate, la care autorii atrag atenția cuvenită. Prin însărcinări cu conținut practic aplicativ vom înțelege acele lucrări și exerciții efectuate de către elevi în cadrul orelor de matematică în clasă, pe teren, precum și în cadrul activităților de acasă, cu ajutorul instrumentelor de construcții, de măsurat sau a unor aparate și procedee simple în colectiv sau independent.

Sarcinile didactice propuse pentru lucrul practic aplicativ în matematica gimnazială în clasele a V-a – a IX-a (634 sarcini didactice sub formă de probleme și lucrări practice: clasa a V-a – 129, clasa a VI-a – 63, clasa a VII-a – 112, clasa a VIII-a – 166, clasa a IX-a – 164, în plus, la fiecare clasă sunt propuse, cel puțin, câte 108 sarcini didactice orale,

în total 477 ore de cunoștințe aplicative la ciclul matematicii gimnaziale; rezultă că în total lucrarea cuprinde 1101 sarcini didactice cu aplicare practică) au fost elaborate, discutate și cercetate cu studenții și cadrele didactice respective în cadrul activităților practice ale Catedrei Didacticii Matematicei, Fizicii și Informaticii a Universității de Stat din Tiraspol (cu sediul în Chișinău) sub conducerea metodiștilor: Hariton A., Cojocaru I. pe parcursul orelor de curs și a profesorilor școlari pe parcursul activităților în cadrul practicii pedagogice a studenților. Aceste lucrări sub formă de secvențe sunt propuse de a fi practicate pe parcursul studierii materiei în cadrul orelor programate la matematica gimnazială în conformitate cu curriculumul actual. Însărcinările cu conținut practic aplicativ propuse dau posibilitatea de a ajusta compartimentul teoretic al conținutului matematicii gimnaziale la practica realității cotidiene și de a reda matematicii un sens logic practic-aplicativ. În rezultatul cercetărilor practice aplicative asupra figurilor și corpurilor geometrice, a noțiunilor abstracte matematice și a diverselor variante practice de transformare și modelare a lor elevii mult mai conștient, fundamentat și logic motivat însușesc materia de studiu, capătă deprinderi practice de aplicare a cunoștințelor teoretice și competențe matematice necesare de a contempla cât mai real și adecvat reprezentările spațiale și relațiile cantitative din mediul ambiant, precum și a obține o reală motivație a studierii matematicii, ca unul dintre cele mai importante componente ale educației intelectuale a unei personalități dezvoltate multilateral și în corespundere cu cerințele și necesitățile științei și tehnicii moderne, activității eficiente în cele mai diverse domenii ale economiei și științei în continuă dezvoltare. Aceste însărcinări cu conținut practic aplicativ contribuie substanțial la formarea unei cosmografii adecvate cu referire la structura reală a universului omului modern. Materia expusă este menită pentru un studiu practic aplicativ mai aprofundat a noțiunilor matematice studiate în clasele a V-a – a IX-a din gimnaziu. În rezultatul intercalării studiului conținuturilor teoretice conform programului prestabilit de curriculumul actual la matematică și a însărcinărilor practice aplicative ale variațiilor lor propuse de autori, elevii însușesc mai conștient materia de studiu, ceea ce sporește cu mult motivația de învățare a matematicii gimnaziale.

Recomandările didactico-metodice sunt elaborate în conformitate cu conținuturile propuse în Curriculumul Național Gimnazial la Matematică, dar cu care autorii nu sunt de acord completamente. În ediția a doua a acestei lucrări, ce va urma peste câțiva ani, autorii vor propune o variantă posibilă logică de studiere a conținuturilor afiliate compartimentului de noțiuni din geometrie fuzionate în materia matematicii gimnaziale. Autorii nu sunt de acord cu abordarea actuală a studierii matematicii pe conținuturi separate și pledează pentru o abordare armonios îmbinată între ele a tuturor conținuturilor matematice fără a fi observată în mod subliniat care noțiune din care compartiment al matematicii aparține – de cel de aritmetică, algebră sau geometrie [4]. Este necesar de a elabora un conținut consistent al matematicii gimnaziale fuzionat cu noțiuni din toate compartimentele fără a fi observate din care compartiment fac parte, care ar satisface

aceste cerințe, propuneri înaintate de eminentul matematician, geometru de o valoare incontestabilă, germanul Felix Klein [7].

Felix Klein – marele geometru și specialist în didactica matematicii, care a inițiat necesitatea reformei matematice în școala de cultură generală încă la trecerea barierei dintre secolul XIX și XX prin prevederile Programelor de la Erlangen și Meran, a atras atenția la prioritățile necesare de a fi respectate ca niște lucruri sfinte: în clasele primare de apelat de fiecare dată la practica vieții copilului (la experiența de viață proprie a copilului), la metode intuitive, ilustrative; în clasele gimnaziale – la metode practic deductive, iar în clasele mari – la metode abstract deductive. Dar și în clasele mari, eminentul savant menționa, *dacă este posibilitatea de a apela la intuitivitate, apoi trebuie de făcut așa ceva de fiecare dată când apare momentul*. Dar noi, cu părere de rău, sau nu dispunem de timp, sau considerăm că nu este momentul. Tot odată Felix Klein a înaintat ideea de a realiza o fuziune între toate compartimentele matematicii și de a avea o singură disciplină – matematica. Cum a decurs această fuziune suntem cu toții martori.

Introducerea în geometrie a noțiunii de grup a schimbat în mare măsură domeniul matematicii. Eminentul matematician german Felix Klein în 1872 a contrapus fiecărui compartiment din geometrie un anumit grup și a declarat ca problemă prioritară a geometriei constă în studierea proprietăților grupelor corespunzătoare. În continuare ideile lui Klein și Li s-au adeverit a fi destul de fertile pentru cele mai variate despărțituri a matematicii și fizicii matematice, în deosebi pentru fizica cuantică modernă.

Însărcinările constituie acel mijloc didactic, fără de aplicarea cărui nu se poate obține o însușire temeinică, conștientă, clară a conținuturilor de învățare, o dezvoltare și educare multilaterală, un atașament al elevilor la o muncă intelectuală conștientă și creativă. O dozare corectă a conținuturilor, a rolului și locului fiecărei însărcinări matematice în educația matematică, constituie o cerință esențială față de sistemul de însărcinări la geometria gimnazială. Sistemul de însărcinări la fiecare temă din conținuturile studiate nu trebuie să fie ca ceva izolat, ci trebuie să fie legat temeinic cu materia problematică, să contribuie la soluționarea principalelor obiective educaționale, instructive, dezvoltative, prevăzute în curriculumul actual. Însărcinările trebuie să ia în considerație particularitățile individuale ale elevilor, în particular nivelul lor de pregătire, capacități, competențe, capacitatea de muncă. Din aceste considerente astfel de însărcinări trebuie să fie realizate în grupuri de elevi omogene după componența lor.

În procesul de lucru la realizarea însărcinărilor elevii trebuie să mănuiască în mod competent cele mai variate instrumente: rigle, benzi, raportor, șubler, micrometru, pantograf, paletă, scară, compas etc. Este bine de a-i instrui de a se folosi de cele mai variate procedee și mijloace de calcul: tabele, nomograme, rigle de calcul, microcalculator etc. Elevii trebuie să aleagă de sine stătător ce instrument și ce modalitate de a calcula este mult mai eficientă în fiecare caz aparte, pentru a obține rezultatul scontat, fie exact, fie aproximativ și să aplice corect regulile calculului aproximativ.

Elevii trebuie să capete deprinderi de a se folosi corect de sursele informaționale necesare în fiecare caz aparte: manual, literatură informațională de specialitate, tabele, internet, ce contribuie la dezvoltarea deprinderilor de a lucra în mod individual și independent, un mare spor către pregătirea de a activa performant în opera mare de autoinstruire și profesionalism.

Este necesar de a sublinia importanța diversității însărcinărilor practice nu doar după conținut, ci și în conformitate cu obiectivele lor instructiv-educative orientative. În acest context pot fi sistematizate însărcinări de următoarele tipuri:

- 1) **preliminare**, care se realizează cu scopul de a-i cunoaște pe elevi, cu utilajul/rechizitele și cele mai simple procedee de lucru cu ele;
- 2) **ilustrative**, necesare pentru a-i cunoaște pe elevi cu unele figuri/modele aparte, cu proprietățile lor, cu situații geometrice;
- 3) **de antrenament**, care sunt predestinate pentru fortificarea proprietăților deja studiate, corelarea faptelor, proprietăților și evenimentelor, precum și orientarea spre obținerea unor deprinderi de a construi, reprezenta, prezenta și demonstra;
- 4) **de cercetare**, orientate spre căutarea practică a unor proprietăți noi, care mai apoi vor fi fundamentate logic;
- 5) **creative**, legate de construirea ilustrării geometrice, de crearea în baza proprietăților geometrice a unor aparate și mecanisme;
- 6) **de generalizare**, baza cărora constituie sistematizarea și generalizarea cunoștințelor teoretice, a metodelor construcțiilor/modelarilor, reprezentărilor/imaginilor, măsurărilor, prezentărilor sub forma unor serii statistice.

După destinația sa instructivă însărcinările cu conținut practic aplicativ se împart în trei grupe: *pregătitoare, de bază și aplicative*.

- Cu ajutorul *însărcinărilor cu conținut practic pregătitoare* se reactualizează acele întrebări care sunt necesare pentru studierea materiei noi, se pune problema instructivă de inițiere în problema dată într-o formă accesibilă copiilor.
- În timpul activităților de lucru asupra soluționării *însărcinărilor cu conținut practic de bază* elevii examinează, fundamentează, cercetează și demonstrează proprietățile noțiunilor matematice studiate în diverse contexte și forme.
- *Însărcinările cu conținut practic aplicativ* au scopul de a utiliza concluziile obținute în rezolvarea problemelor teoretice și practice, în rezultatul cărora se aprofundează și se extind cunoștințele copiilor, se formează competențele specifice necesare de a activa într-o formă independentă în mod creativ în soluționarea problemei date.

Însărcinările cu conținut practic aplicativ poartă în esența lor un mare potențial educațional. Pe lângă toate acestea elevul, acordând mult timp lucrărilor cu conținut practic și depunând anumite eforturi susținute pentru construcția desenului sau modelarea noțiunii matematice abstracte, poate realiza lucrări de mare valoare pentru sine și face anumite concluzii, care în alt mod ar fi complicat de a le obține.

Însărcinările cu conținut practic aplicativ au o mare importanță metodico-didactică. Tendința de a obține informația necesară și suficientă pentru cercetarea proprietăților unei anumite noțiuni matematice abstracte, este particularitatea caracteristică a metodei lucrărilor cu conținut practic.

Construcția desenelor sau schițelor corecte dă o posibilitate multiplă, în diverse variații și combinații de a reda corect reprezentările noțiunilor matematice abstracte în diverse forme, poziții și combinații, precum și a realiza un studiu cât mai detaliat și aprofundat a elementelor lor.

În cele din urmă, nu putem să nu menționăm:

- în lucrările practice se combină armonios reactualizarea materiei studiate anterior cu studiul noilor cunoștințe;
- se creează premisele necesare pentru studiul ulterior a materiei teoretice pe baza acumulării deprinderilor de aplicare practică a noțiunilor matematice achiziționate.

După realizarea însărcinărilor cu conținut practic aplicativ, elevii obțin cunoștințe profunde, percepți, deprinderi și aptitudini de a opera competent cu noțiunile matematice studiate. Acestea la rândul lor sporesc nivelul motivației de a învăța matematica mult mai aprofundat.

Metoda însărcinărilor cu conținut practic aplicativ, ca una din formele independente creative trebuie de combinat cu alte metode. Exercițiile propuse în această sursă sunt destinate elevilor claselor a V-IX și reprezintă diverse variante de lucrări grafice, din care cadrul didactic le poate alege pe cele mai importante pentru o lecție sau alta. Din șirul de exerciții pot fi alese doar cele necesare pentru lecția respectivă. Elaborând exerciții pentru lucrările grafice sau cu conținut practic, autorii au avut tendința de a demonstra posibilitățile largi de aplicare a lor la lecțiile de matematică în gimnaziu. Cadrul didactic trebuie să țină cont de acel fapt că, nu contează numărul de lucrări cu conținut practic efectuate, cât calitatea îndeplinirii lor. Numărul lucrărilor trebuie astfel ales încât elevii fără grabă să le poată efectua și să primească cât mai mult folos de la ele. Aceasta înseamnă că, la lecții trebuie efectuate așa lucrări cu conținut practic care vizează poziții de principiu.

În literatura didactico-metodică, autorii menționează că, elevii au competențe insuficiente de a rezolva probleme de construcție. Unul din motivele principale ale acestei curențe este aceea că, astfel de probleme se rezolvă separat de studiul teoriei și separat de efectuarea nemijlocită a desenului propriu-zis. Rezolvarea problemelor nu are loc în contextul temei, ci în afara studiului figurilor geometrice. Se pun pentru a fi soluționate după ce a avut loc studiul teoretic al temei respective, la finalul temei puse în discuție. În rezultat din geometria studiată „*dispare*” geometria construcțiilor figurilor studiate și rămâne doar un antrenament al memoriei.

Particularitățile compartimentului geometria, necesită ca problemele de construcție să reprezinte partea organică a cursului dat. O astfel de atitudine se fundamentează și de

teoria cunoașterii, care necesită studiul faptelor în evoluția sa firească: apariție, dezvoltare, confirmare.

Este greu de a estima rolul problemelor de construcție în educația intelectuală a elevilor. Ele, prin modul lor de formare a conceptelor și metodelor de soluționare a situației de problemă, nu contribuie doar numai la achiziționarea reprezentărilor geometrice, ci și dezvoltă capacitatea de a-și imagina clar o anumită figură sau corp geometric în cele mai variate ipostaze, cu atât mai mult de a opera competent cu elementele caracteristice ale figurii date. Problemele de construcție pot contribui la intuirea corectă de către elevi a căii apariției și evoluției obiectului dat, posibilitatea lor de a se modela, ceea ce contribuie substanțial la dezvoltarea cugetării spațiale ale elevilor, dezvoltă gândirea logică și intuiția geometrică. Planul de soluționare a unei probleme de construcție este un lanț de pași logici – construcții de bază, care conduc corect pe calea soluționării problemei în cauză – este nu altceva decât un algoritm. Profesorul de matematică în procesul de soluționare a problemelor de construcție poate destul de eficient forma elemente de cultură algoritmică, cerând de la elevi sistematic de a urma în mod strict toți pașii – toate construcțiile de bază necesare pentru soluționarea problemei date. Problemele de construcție dezvoltă la elevi competențele de cercetare și soluționare a însărcinărilor practice, îi atașează spre o muncă de cercetare independentă după puterile sale, ceea ce este foarte important în opera de formare a unei culturi de muncă intelectuală. Prin intermediul problemelor de construcție, fie chiar și cele mai simple, elevii mult mai profund înțeleg fundamentele teoretice cu referire la principalele figuri geometrice, deoarece în procesul lor de soluționare, ei formează modelul intuitiv a proprietăților și relațiilor studiate și lucrează creativ cu ele. Ele, totodată, dezvoltă la elevi astfel de calități a personalității ca: atenția, insistența, perseverența, inițiativa, inventivitatea, disciplina de muncă.

În continuare propunem în atenția rezolvitorului, prin însărcinările practice, aproape toate problemele fundamentale de construcție care se studiază în cursul de geometrie gimnazială în diverse variante. Astfel, construind paralelogramul după unele anumite elemente, imediat punem problema să construim un paralelogram, congruent cu cel dat, după alte elemente. Desenul efectuat poate servi pentru obținerea noilor cunoștințe și pentru rezolvarea problemelor. Este clar că, problemele de construcție fiind destul de accesibile și înțelese după modalitatea de creare a situației de problemă, începând cu clasa a V-a, când elevii se familiarizează cu definițiile figurilor/corpurilor și totodată, fiind destul de bogate și variate după conținutul lor logic și matematic – devin un adevărat laborator de creație și cercetare în miniatură. În matematica gimnazială recomandăm de a păstra cu strictețe algoritmul logic de soluționare a unei probleme de construcție cu toate cele patru etape ale ei: analiza, construcția, demonstrația și cercetarea, cutoate că doar în linii generale. Desigur unui elev din clasele V-VII, care nu dispune încă de un arsenal bogat și variat de experiență de a demonstra, cu atât mai mult

de a cerceta îi vive destul de anevoios. Din aceste considerente autorii insistă ca în procesul de soluționare a unei probleme de construcție să se păstreze logica strictă a primelor două etape, iar celelalte două doar parțial.

Problemele de construcție contribuie substanțial multor obiective pedagogice:

- a) elevii fac cunoștință cu aplicarea practică a cunoștințelor teoretice;
- b) cunoștințele lor teoretice se extind, se aprofundează, sistematizează și fundamentează logic, în final ele se fortifică prin afirmarea practică;
- c) elevii profund asimilează una dintre ideile fundamentale ale matematicii și dialecticii gândirii – dependența funcțională și algoritmică dintre mărimi;
- d) soluționarea problemelor de construcție proces de creativitate la un nivel înalt ce contribuie la formarea competențelor de lucru independent;
- e) soluționarea problemelor de construcție este un proces sigur de verificare și evidență a cunoștințelor elevilor.

Construcția figurilor fundamentale, conform anumitor date, se efectuează în legătură organică cu studiul acestor figuri. Se poate de remarcat că, construcția, elevii o pot efectua destul de repede și lor le rămâne timp destul pentru rezolvarea independentă a problemelor, precum și pentru meditații suplimentare, pentru a elabora concluzii independente, pe care le cerem lor să le înregistreze sub forma unui eseu. Rezolvarea independentă a problemelor de construcție de către elevi trebuie să fie precedată de construcția imaginilor cu ajutorul materialelor intuitive în spațiu: andrele și stinghii. Acest lucru este foarte important mai ales când este vorba despre însușirea procedurilor de rezolvare a problemelor de construcție.

Menționăm că în recomandările propuse pentru fiecare din clasele gimnaziale V-IX sunt incluse toate temele conform curriculumului. La fiecare temă sunt propuse diferite tipuri de probleme practice aplicative, în fiecare clasă se propun probleme cu nivel sporit de dificultate. La problemele propuse sunt date indicații, rezolvări și răspunsuri.

Concluzii

- În contextul noilor orientări și tendințe privind modernizarea învățământului impuse de cerințele societății actuale, geometriei îi revine un rol esențial în formarea și dezvoltarea personalității elevului, iar utilizarea activităților de învățare cu caracter practic aplicativ eficientizează procesul de formare a competenței matematice, motivează colectivul de elevi pentru a învăța;
- Dezvoltarea competențelor de rezolvare a problemelor matematice la elevii din gimnaziu, în particular în studiul geometriei, cere o atenție deosebită, deoarece acest compartiment al matematicii este mai abstract, dar totodată, el constituie puntea firească de legătură logică dintre întreaga matematică și realitatea vieții cotidiene. Rezolvarea problemelor pune în încercare la cel mai înalt grad capacitățile intelectuale ale elevilor, le solicită acestora toate disponibilitățile psihice, în special

intelența, motiv pentru care în școală se acordă o mare importanță rezolvării problemelor de matematica. Importanța aplicării problemelor cu caracter practic aplicativ în cursul gimnazial de geometrie se justifică prin faptul că conduce elevii la formularea propriilor demersuri matematice, aceștia fiind puși în situația de a descoperi ei înșiși modalitățile de rezolvare, de a formula ipoteze și de a le verifica, de a face asociații de idei, corelații inedite. Dar nu numai procesele de cunoaștere sunt mobilizate în rezolvarea unei probleme, ci întreaga personalitate a celui ce rezolvă problema în toate coordonatele ei raționale, afective, volitive. Nu se lucrează în matematica numai cu mintea. Pasiunea matematica este motorul activității;

- Implementarea conținuturilor practice aplicative sub forma rezolvării de probleme, la lecțiile de geometrie în gimnaziu, conduce la realizarea educației matematice în conformitate cu consolidarea legăturii dintre școală și viață în contextual integrării matematicii, în special a geometriei într-un proces cât mai aproape de practica cotidiană;
- În urma chestionării s-a constatat că majoritatea elevilor acceptă rezolvarea problemelor geometrice cu caracter aplicativ, apreciindu-le ca probleme interesante și necesare pentru a cunoaște mai bine geometria și aplicația ei în viața cotidiană.

Bibliografie

1. ABDULLAH, N.I.; TARMAZI, R. Abu. Efectele învățării bazate pe probleme asupra performanței matematice și a atributelor afective în statisticile de învățare la ciclul gimnazial (traducere din engleză), 2010, p. 370-376.
2. CAI, J.; LESTER, F.K. De ce este importantă predarea cu rezolvarea problemelor pentru învățarea elevilor. Rezolvarea problemelor (rezumat de cercetare în traducere din engleză), 2010, p. 168-192.
3. CALMUȚCHI, L.; FILIPOPOLSCHI, E. Formarea competențelor matematice la elevi prin rezolvare de probleme aplicative, CAIM, 2022.
4. Curriculum Național. Matematica. Cl. V-IX. Ghid de implementare. Ch., 2020. 196 p.
5. LAAL, M.; GHODSI, S.M. Beneficiile învățării prin colaborare (traducere din engleză), 2012, p. 486-490.
6. POLYA, G. How to Solve It: A New Aspect et Mathematical Method. Princeton: Princeton University Press, 2004. 280 p.
7. КЛЕЙН, Ф. *Элементарная математики с точки зрения высшей. Часть I, Арифметика. Алгебра. Анализ.* Москва: Наука, 1987 г., 431 с.
8. СМІРНОВА, І. М.; СМІРНОВ, В. А. Геометрические задачи с практическим содержанием. Москва: МЦНМО, 2010. 136 с.
9. ШАПИРО, І. М. Использование задач с практическим содержанием в преподавании математики. Москва: Просвещение, 1990. 96 с.

INSTRUMENTE PENTRU LIVRAREA CONȚINUTURILOR MATEMATICE LA DISTANȚĂ

Ana CEBAN, doctorand

<https://orcid.org/0000-0003-3529-6967>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Articolul prezintă un șir de instrumente digitale pentru livrarea conținuturilor matematice la distanță. Ele sunt clasificate în funcție de conținutul matematic, de tipul și forma activității educaționale, precum și în funcție de dispozitivul digital.

Cuvinte-cheie: educația matematică, e-Learning, aplicații de matematică.

Abstract: The article presents several digital tools for delivering mathematical content remotely. They are classified according to the mathematical content, the type and form of the educational activity, as well as according to the digital device.

Keywords: mathematics education, e-Learning, mathematics software.

Livrarea la distanță a conținuturilor matematice creează oportunități semnificative pentru educația matematică. Utilizarea software-urilor specializate și soluțiilor cloud pentru a furniza materiale educaționale, lecții, exerciții și resurse matematice online aduce cu sine numeroase beneficii pentru toate categoriile de persoane implicate în procesul de educație. Aceste soluții oferă un șir de avantaje (de exemplu, accesibilitate globală, flexibilitate în învățare și colaborare), care pot fi utile pentru elevi, studenți, profesori și ceilalți, ce-și doresc să-și dezvolte abilitățile matematice [1 – 3]. Grație internetului, oricine poate avea acces la informații matematice de calitate fără a fi limitat de distanță sau geografie. Acest fapt deschide noi oportunități pentru elevi din zone izolate sau în dezvoltare, care altfel ar avea dificultăți în a accesa resurse educaționale de calitate.

Livrarea conținuturilor educaționale la distanță este o formă a comunicării digitale, abilitate descriptor a competenței digitale, care este o competență-cheie esențială în societatea modernă [1].

Să examinăm câteva instrumente utile pentru livrarea la distanță a conținuturilor matematice:

1. Platforme de învățare online a matematicii. Există numeroase platforme de învățare online, cum ar fi *Khan Academy* (www.khanacademy.org); *Coursera* (www.coursera.org), *edX* (www.edx.org), sau *Mathway* (www.mathway.com), care oferă cursuri și lecții matematice pentru toate nivelurile de cunoștințe. Acestea pot fi accesate de la distanță prin intermediul unui browser web. Una dintre platformele de învățare online în limba română, cu conținut matematic pentru clasele gimnaziale este platforma *MQUEST* (mquest.ro), care conține lecții animate, probleme rezolvare, dar și chestionare formative video.

Khan Academy este o platformă educațională online recunoscută la nivel global,

oferind lecții video, exerciții practice și resurse interactive pentru o varietate de subiecte, inclusiv matematică. Această platformă poate fi folosită eficient pentru predarea și învățarea conceptelor matematice în clasele gimnaziale. Khan Academy oferă lecții video explicative, inclusiv în limba română, prezentate într-un stil clar și ușor de înțeles, care acoperă conceptele teoretice și aplicate, ghidând elevii prin pașii necesari pentru înțelegerea și rezolvarea problemelor.

După fiecare lecție video, elevii au acces la exerciții practice interactive care le permit să-și testeze cunoștințele și să-și dezvolte abilitățile în rezolvarea exercițiilor matematice.

Platforma Khan Academy urmărește progresul fiecărui elev și oferă feedback în timp real cu privire la performanța în exerciții și lecții. Aceasta ajută elevii să identifice zonele în care au nevoie de mai multă practică.

2. Soluții de colaborare în educația matematică. Instrumente precum *Google Docs*, *Microsoft Office 365* sau platforme de colaborare dedicate matematicii cum ar fi *Overleaf* sau *Jamboard* permit elevilor și profesorilor să lucreze împreună în timp real la probleme matematice și să împărtășească resurse.

3. Platforme pentru matematică simbolică. Există software specializat în matematică simbolică, cum ar fi *Mathematica*, *Maple*, *GeoGebra*, *SageMath* sau *MATLAB*, care permit rezolvarea simbolică a ecuațiilor, desenarea graficelor, efectuarea calculelor matematice avansate și multe altele.

GeoGebra este o aplicație matematică interactivă extrem de utilă pentru predarea și învățarea funcțiilor în clasele gimnaziale. Ea combină reprezentările grafice cu calculul matematic și este concepută să faciliteze înțelegerea conceptelor matematice complexe într-un mod vizual și interactiv. *GeoGebra* oferă un mediu interactiv în care elevii pot crea și explora graficele funcțiilor matematice. Ei pot introduce ecuații și vedea imediat cum se reflectă schimbările asupra graficului.

Elevii pot manipula punctele și obiectele pe grafic pentru a observa cum modificările în ecuații influențează forma funcției. De exemplu, pot vedea cum mutarea sau redimensionarea unei funcții afectează reprezentarea sa grafică.

GeoGebra permite construirea de tabele de valori asociate funcțiilor. Elevii pot vedea cum perechile de valori (x, y) se schimbă odată cu modificările ecuațiilor funcțiilor.

Aplicația permite crearea de animații pentru a prezenta evoluția unei funcții în funcție de parametri specificați. Aceasta poate fi o modalitate excelentă de a ilustra concepte precum translația, scalarea și reflectarea funcțiilor.

4. Soluții de tabele și grafice. Software-ul de tabele și grafice, cum ar fi *Microsoft Excel*, *Google Sheets*, *Desmos*, *Tableau Public*, *Gnuplot* poate fi folosit pentru a crea grafice, a analiza date matematice și a efectua calcule complexe.

Desmos este o aplicație matematică online ce se concentrează pe reprezentarea grafică și interactivă a funcțiilor matematice. Cu o interfață intuitivă și ușor de folosit,

Desmos este potrivit pentru a ajuta elevii să înțeleagă și să exploreze conceptele legate de funcții într-un mod vizual și captivant. *Desmos* permite elevilor să creeze grafice interactive pentru diferite funcții matematice. Ei pot ajusta parametrii funcțiilor și observa în timp real cum se schimbă graficul.

Aplicația include un calculator matematic integrat, permițând elevilor să efectueze calcule și să vizualizeze imediat impactul acestora asupra funcțiilor.

Desmos permite construirea de tabele de valori asociate funcțiilor, oferind elevilor o perspectivă numerică asupra relației dintre variabilele x și y .

Elevii pot manipula direct graficul și obiectele pentru a vedea cum se schimbă reprezentarea funcției în funcție de modificările efectuate.

5. Platforme de testare și evaluare. Pentru a evalua cunoștințele matematice, se pot folosi platforme precum *Kahoot*, *Quizlet*, *Socrative*, *Formative*, *ClassMarker* sau alte soluții de testare online.

6. Aplicații de matematică pentru device-uri mobile. Există o mulțime de aplicații pentru dispozitive mobile pentru matematică, care oferă tutoriale, exerciții și jocuri interactive pentru a îmbunătăți abilitățile matematice, *Mathway*, *Photomath*, *Khan Academy*, *BrainPOP*, *WolframAlpha*.

De exemplu, *Mathway* este o aplicație matematică care oferă soluții pas cu pas pentru o varietate de probleme matematice, inclusiv conceptele legate de funcții. Această aplicație poate fi folosită ca instrument suplimentar pentru predarea și învățarea funcțiilor în clasele gimnaziale, ajutând elevii să înțeleagă pas cu pas cum să rezolve diverse tipuri de probleme funcționale.

Mathway oferă soluții detaliate și pas cu pas pentru problemele matematice introduse de utilizatori. Aceasta poate fi de ajutor pentru înțelegerea modului în care funcțiile sunt rezolvate și graficele sunt construite. Aplicația acoperă o gamă largă de tipuri de funcții, de la cele liniare și până la cele trigonometrice sau exponențiale. Pentru funcțiile care pot fi reprezentate grafic, *Mathway* poate oferi și grafice corespunzătoare, ajutând elevii să vizualizeze comportamentul funcțiilor.

7. Soluții de whiteboard virtual. Unele platforme oferă instrumente pentru whiteboard virtual, care permit profesorilor să predea matematică și să rezolve probleme în timp real, interacționând cu studenții prin videoconferințe, *Microsoft Whiteboard*, *Zoom*, *Miro*.

8. Platforme de competiții matematice. Există platforme online specializate în organizarea competițiilor matematice, cum ar fi *Math Kangaroo* sau *Alcumus*, care pot fi utilizate pentru a stimula interesul pentru matematică și a evalua abilitățile matematice ale elevilor.

9. Soluții de sesiuni de întrebări și răspunsuri în direct. *Microsoft Teams* [4] oferă opțiunea de organizare a sesiunilor de întrebări și răspunsuri matematice în timp real. *Google Meet* (meet.google.com) oferă funcționalități pentru sesiuni de întrebări și

răspunsuri matematice prin videoconferință. Platforma de videoconferințe Zoom permite organizarea de sesiuni de întrebări și răspunsuri interactive. Discord (www.discord.com) este o platformă de comunicare vocală și text pentru organizarea sesiunilor de întrebări și răspunsuri matematice în direct. GoToMeeting (www.gotomeeting.com) conține opțiuni pentru organizarea de întâlniri online, inclusiv sesiuni de întrebări și răspunsuri în direct.

Concluzii și recomandări

Există o gamă largă de instrumente TIC, platforme și e-resurse pentru livrarea la distanță a conținuturilor educaționale de matematică. Acestea se vor alege în funcție de tipurile activității și a conținuturilor educaționale, precum și în funcție de dispozitivele digitale la care au acces elevii și profesorul.

Constatăm că nu există suficiente cercetări care să explicitizeze modul de valorificare optimă a acestor resurse în educația matematică. În același timp considerăm că sunt motive întemeiate pentru presupune că această valorificare poate crește substanțial gradul de performanță academică a elevilor în învățarea matematicii.

Bibliografie

1. BRAICOV, A.; POPOVICI, I. Soluții cloud pentru comunicarea digitală în educația matematică. In: *CAIM 2023: September 14 – 17, 2023 Iași, Romania: Proceedings of The 30th Conference on Applied and Industrial Mathematics: Section 8, Education*. pp. 41 – 52. ISBN 978-606-13-7848-7.
2. BRAICOV, A. Utilizarea aplicațiilor standard în cadrul orelor de matematică și informatică. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice: Didactica științelor exacte, 26-27 februarie 2022, Chișinău*. Chișinău: UST, 2022, Vol. 1, pp. 108-115. ISBN 978-9975-76-382-0.
3. BRAICOV, A. Competența de creare a conținuturilor digitale educaționale de către profesorii de matematică. *CAIM 2019. Proceedings of the 27th Conference on Applied and Industrial Mathematics. Communications in Education*. Târgoviste, September 19-22, 2019, pp. 22-28. ISBN 978-9975-76-282-3.
4. www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/microsoft-teams/group-chat-software

EDUCAȚIA MATEMATICĂ PRIN POEZIE

Ana COJOCARU, student la Beauchamp College

<https://orcid.org/0000-0002-5107-614X>

Oadby, Leicester, UK

Rezumat. Se știe că copiii dobândesc mult mai ușor ceea ce primesc prin haina poeziei, adică printr-o formă nestingherită, sub formă de joc. O astfel de haină are, de asemenea, unele dintre problemele populare. **Cuvinte cheie:** folclor pentru copii, probleme versificate, matematică populară, logică matematică.

Abstract. It is known that children acquire much more easily what they receive through the garb of poetry, that is, through an unhindered form, in the form of play. Such a coat also carries some of the popular problems.

Keywords: Children's folklore, versified problems, folk mathematics, mathematical logic.

Este cunoscut că copiii însușesc mult mai lejer când ceea ce ei primesc prin haina poeziei, adică printr-o formă nestingherită, sub formă de joc. O astfel de haină poartă și o parte din problemele populare. Unele dintre ele atât de dragi au devenit poporului încât unii amatori de probleme le-au găsit haina comodă a poeziei. Iată un exemplu:

Problemă enigmatică.

*La o margine de drum/Am zărit un falnic prun,
/Care avea prune coapte,/Bune de mâncat chiar toate;
Ca să-mi fac poftă nițel,/Scutur prunul ușurel... /Mă uit în el, dar nu văd prune;
Nici pe jos nu se văd prune!/O enigmă apare acum:/Câte prune-au fost în prun?*

Rezolvare: Este o glumă, deoarece se întreabă la plural, dar fructele au rămas la singular: o prună în pom și altă prună în pom. Prune nu se văd – se vede doar câte o prună. Răspuns: Două. Una a căzut, iar alta a rămas în pom.

Problemă cu ouă.

*Dintr-un coș cu 9 ouă,/Luați unul – puneți două/
Și-încă 3 ca să mai fie/4 dați pe datorie,/5 v-aduce o vecină,/6 spargeți în mașină,/7 aduni și consumi 8,/În umplutură pentru tort
Și dacă mai aduni vre-o două/Câte ai de toate ouă?*

Rezolvare: $9 - 1 + 2 + 3 - 4 + 5 - 6 + 7 - 8 + 2 = 9$. Soluția: 9 ouă.

Până și vechile probleme populare au încercări de a fi îmbrăcate în această haină. În 1851 poetul Anton Pann versifică problema cu referire la persoana care are de trecut peste râu capra, varza și lupul.

*Un țăran la târg plecase/Și de vânzare luase:/Un lup, o capră și-o varză.
Nevrând nici una să piarză,/Când dădu de un râu mare/(Cum nu era nici
călare),/Trebuia ca să-l înoate/Și să le treacă pe toate./Stând pe loc, el socotește/*

*Și în sine își șoptește/Cum și în ce chip să facă/Câte una să le treacă,/Că, fiind apa
prea lată,/Nu putea două deodată./,- Să trec întâi lupul? zice,- Capra varza o să-
mi strice,/Să trec varza, și-așa încă,/Lupul capra îmi mănâncă”./Cum s-a descurcat
țăranul?*

Răspunsul versificat, există în două variante: *Varianta I: Țăranul (după a lui minte)/Trecu
capra înainte/Și stătu iar să gândească/Cum să o mai nimerească./Gândind, zicea-întru
sine:/„Trecui una, merse bine,/Până-aici toate scăpară,/Acum care să trec dară?/Trecând
varza și lăsând-o,/O strică iedul rozând-o,/Precum lupul și el, iară/Îi face iedul
papară.”/Mai gândind: „Ha! el zise,/Nevoia minte-mi trimise”:/Trecu lupul peste apă/Și
veni-însoțit de capră./Trecu și varza îndată,/Mereu făcând judecată –/Și mergând a doua
oară/Trecu capra subțioară.*

Alta este problema despre Copaci și păsări (Ciori și pari)

Problema are varianta versificată, având în ea pari și ciori, în loc de copaci și păsări,
publicată în Gazeta Matematică din 1912: Cine a versificat-o a rămas în anonim.

*Foaie verde de arțari – /Câte ciori sunt și câți pari?/Dacă ele stând răzlețe,
/Ca s-avem un par și-o cioară,/Una din „cinstite fețe”/S-ar roti pe dinafară.../
Însă dacă ele-ar vrea/Câte două-n par să stea/Alt neajuns apare iar –
/Rămâne liber un par.*

Există și varianta populară a acestei probleme:

*Vin în zbor niște stăncuțe/ Și se-așază pe crenguțe,
/Când pe fiecă crenguță/Șade numai o stăncuță – /Nu ajunge o crenguță.
/Când pe fiecă crenguță/Câte 2 stau stăncuțe,/Fără nici o stăncuță
/Ne rămâne o crenguță.*

Răspuns:

*Dacă cioara care zboară/Lângă prima se coboară/Iar a doua dacă pleacă/
Lângă-a treia să petreacă –/Aste ciori perechi s-ar pune/Și-un par liber ar rămâne!
S-a găsit, dar dintr-o dată/Tocmai ceea ce se căută!
Dacă bine socotiți,/Patru ciori, trei pari găsiți.
Iată o problemă populară pur română.*

Trei boieri cu trei servitori sau numită de autor D. Cambureanu încă și *Problemă veche în
versuri noi*

*Trei servitori, cu trei boieri/Au plecat la drum în zori/
Și pe drum, hai, dintr-o dată/S-au luat cu toții la cearta./
Și certându-se boierii/Foarte mult cu servitorii/
Au ajuns mergând în ceartă/La un râu cu matca lată./
Însă nu pot toți de-odată/Ca să treacă apa lată/
Câte doi puteau să treacă/Căci era numai o barcă
Și spre nenorocul lor/Nu era nici vâslitor/*

*Trebuiau atunci boierii/Să treacă cu servitorii./
Treacă ei, cum ca să știe/Dar nu cumva să rămâi/
Pe vreunul dintre maluri/Ce sunt izbite de valuri/
Vre-un boier călător/Stând între doi servitori,/*
Căci, atunci, știm hotărât/Boierul va fi omorât.

Rezolvare:

*Trece mai întâi de toate/Un boier cu-n servitor/
Și vâslind pe-întinsul apei/Se tot duc în drumul lor./
Și-întorcându-se boierul,/Se duc cei doi servitori/
Fără a fi între dânșii/Vreunul dintre boieri./
Ajungând la mal, se-întoarce/Unul dintre servitori/
Și în schimb, cu aceeași barcă/Se duc doi dintre boieri./
Un boier și un servitor/Se întorc din nou înapoi,/*
Și-apoi tot cu aceeași barcă/Se duc boierii cei doi./
Servitorul acum se-întoarce/Înapoi de 2 ori
Și cu aceeași barcă mică/Trec apa cei doi servitori.

Nu în zadar un poet englez, care a trăit prin anii 1400, *D. Cioser*, a scris:

*„Prin ecuații și prin teoreme
Poți rezolva o groază de probleme:
Și seceta să prezici,
Și ploi torențiale –
Să capeți cunoștințe
Ce nu găsești egale...”*

Iată unele din folclorul copiilor:

1. 5 ori 5,/Din tot iau 5/Și înmulțesc iarăși la 5./A 10-a parte-am calculat/
Și alt număr am aflat./De mai iau din el tot 5,/Ce număr rămâne? Ghici!
(5. R: $[(5 \times 5 - 5) \times 5]: 10 - 5 = 5$)
2. Unul, unu și cu altul/Și cu 2 legat de 4./
Cât rămâne știi Andrei/Din total dacă scazi 3?
(6. R: $(1 + 1 + 1 + 2 + 4) - 3 = 6$)
3. **Problemă non standard**
Un triunghi 3 laturi are./Dacă-n vârf la fiecare,/Pun o cifră oarecare
Și-între ele semnul plus – /La ce sumă am ajuns?
(R: Pot fi de la 3 la 27. Se pot obține cele mai variate sume, începând a pune în fiecare vârf cifra 1 și terminând cu scrierea în fiecare vârf a cifrei 9)
4. Într-o pungă-avem 8 bile/Dintre toate una-i mai grea./
Poți acum a căuta,/Care-anume este ea?/Ai de tot doar o balanță
Și-i necesar să reușești,/Doar din 2 cântăriri,/Bila grea să o găsești.

(R: 2 cântăriri. *Indicație:* Se separă bilele din pungă în 3 grupe: 3 bile, 3 bile și 2 bile).
Răspunsul poate fi tot în versuri:

În 3 părți eu le separ:/2 câte 3 și-n alta 2./

Cântărește-acum cum vrei – /Negreșit tu determini

Bila cea mai grea/Doar din 2 cântăriri. Inițial se cântăresc pe balanță câte 3, dacă ele se află în echilibru, atunci bila mai grea se află între cele 2, cea ce se poate determina dintr-o cântărire; în caz că unul dintre talerele balanței indică prezența bilei grele – bilele se separ iarăși în 3 grupe, deja câte una în grup și în continuare se poate determina bila mai grea doar dintr-o cântărire)

(*Varianta II:*

Pe țăran (de-ar mai trăi)

Și-n alt fel l-am sfătui:

După ce capra a adus

Pe țărnuț celălalt (opus),

Varza s-o ducă apoi

Și să ia capra-înapoi

Să o lase fără pază,

Ducând lupul lângă varză,

Că pe el nu-l ispitește

S-o mănânce, așa, caprește!

După capră să se ducă

Ca din nou să o aducă

Pe malul unde-acum așteaptă

Lupul, varza – laolaltă.)

5. Zice tata:

„ – Măi copile!

O bilă dintre 8 bile,

Care sunt la fel de grele,

Este cu ceva mai grea.

Eu te rog a căuta

Care-anume este ea.

Ai la îndemână numai o balanță

Și trebuie să reușești

Doar din 2 cântăriri

Bila mai grea să o găsești.” (Se poate. Cele 8 bile se împart în trei grupe a câte: 3; 3; 2 bile. Dacă se pun pe balanță câte 3 bile și balanța se află în echilibru, atunci bila mai grea se află printre cele 2 bile din grupa a treia, care poate fi determinată prin următoarea cântărire. Dacă se pun pe balanță câte 3 bile și balanța nu se află în echilibru, atunci bila

mai grea se află printre cele 3 bile mai grele, care poate fi determinată prin următoarea cântărire, fiind cele 3 bile împărțite în 3 gripe câte o bilă în fiecare: 1; 1; 1. Pe balanță se pun oricare bile – câte una, dacă balanța se află în echilibru, atunci bila mai grea este cea rămasă, sau dacă nu se află în echilibru, atunci este evident.)

6. Unu, unu și cu altul

Și cu 3 legat de 4.

Cât rămâne, măi Andrei,

Din total dacă scazi 3? ($7 \cdot 1 + 1 + 1 + 3 + 4 - 3 = 7$)

Bibliografie

1. FREUDENTAL, H. *Matematica în știință și în jurul nostru*. Moscova: Mir, 1977, 261 p. (în rusă).
2. GOROVEI, A. *Folclor și folcloristică*. Chișinău: Hiperion, 1990, 515 p.
3. REVUZ, A. *Matematica modernă-matematica vie*. București: E.D.P., 1970, 75 p.
4. VANGHELI, S. *Auraș, păcuraș (Din folclorul copiilor)*. Ediția a II-a. Chișinău: Lumina, 1976, 48 p. (cu caractere chirilice)
5. VIERU, G. *Spune-i soarelui o poezie*. Chișinău: Literatura artistică, 1989, 36 p. (cu caractere chirilice)

STUDIAREA ISTORIEI 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>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Abstract. Pentru a expune în toată deplinătatea evoluției Istoriei Didacticii și Matematicii este necesar să se marcheze acele premise care au influențat necesitatea apariției acestora. Aceste premise sunt monumente geografice, cronologice, social-economice-culturale, istorico-arheologice, monumente matematice, probleme remarcabile din activitatea pop.

Cuvinte cheie: Istoria Didacticii Matematicii, istoria civilizațiilor lumii, probleme remarcabile, necesitatea apariției matematicii practice.

Abstract. In order to expose in all its fullness the evolution of the History of Didactics and Mathematics, it is necessary to mark those premises that influenced the necessity of its appearance. These premises are geographical, chronological, social-economic-cultural, historical-archaeological monuments, mathematical monuments, remarkable problems from pop activity.

Keywords: History of Didactics of Mathematics, history of world civilizations, remarkable problems, the need for the emergence of practical mathematics.

*Necunoscând trecutul, este imposibil de a distinge
adevăratul sens al prezentului și scopul viitorului.*

*Aceste adevăruri, desigur, se referă
și la matematică.*

Înțelepciune populară

În lucrare ne vom referi la evoluția didacticii matematicii în toată plinătatea sa de la începuturile ei cele mai empirice, de la origini, cu referire la civilizația umană până la secolele XV-XVIII în contextul civilizațiilor recunoscute istoricește: hindusă, chineză, arabă, mesopotamiană, egipteană, greacă, slavă, a Europei Occidentale, române, a meso-americii, romano-bizantine. Perioada discutată este analizată în contextul modificărilor condițiilor geografice și social-economice, în paralel cu toate realizările culturale, științifice și matematice ce au avut loc pe parcursul evoluției civilizației date în context ce s-a configurat, s-a dezvoltat, a înflorit și a decăzut în condițiile istoric-geografice în care a evoluat. Este examinată împletirea acestor culturi și a tuturor realizărilor științifice, îndeosebi limba și matematica, cu cultura și realizările științifice ale statelor cu care populația civilizației date a conviețuit până la decăderea acestui teritoriu de pe arena istoriei sau transformarea acestei civilizații în alta mult mai performantă. Pentru a expune în toată

plinătatea sa evoluția Istoriei Didacticii Matematicii este necesar de a marca acele premise care au influențat necesitatea apariției ei. Aceste premise sunt de ordin geografic, cronologic socio-economic-cultural, monumente istoric-arheologic, monumente realizări matematice, probleme remarcabile propriu zise din activitatea poporului civilizației date de evidență contabilă, târguială, calcule economice și gospodărești etc., adică totul ce demonstrează că matematica a apărut din necesități practice. Din aceste considerente lucrarea numită Istoria Didacticii Matematicii care este preconizată de a apărea în număr de 12 volume va fi structurată în fiecare volum în șase capitole. Ultimul volum va fi un eseu general cu referire la activitatea generației umane în acest sens: cu evoluția problemelor remarcabile în contextul genetic-istoric: enunțuri, metode didactice de soluționare a problemelor și influența acestor vestigii asupra educației matematice a tinerii generații.

Ca să fie mai clar mă voi strădui să fac o mică analiză a fiecărui capitol.

Primul capitol (A) este consacrat geografiei teritoriului în care s-a format și a evoluat istoricește civilizația corespunzătoare și unei mici documentări istorice a evoluției matematicii în acest ținut/areal. Aici se examinează condițiile naturale, bogățiile și condițiile de viață care au condiționat apariția scrisului: cuneiform pe tablite de lut la mesopotamieni, hieroglific pe papirus la egipteni și bambus chinezi, pe coji de bambus la hinduși și coji de mesteacăn la slavi, pe piei la popoarele migratoare, pe șireturi la peruani etc. și a unui mod specific de existență, ce au avut ca rod multe realizări miraculoase, printre care și matematica.

În capitolul al doilea (B) a fiecărei lucrări sunt expuse într-un tabel, aranjat în context cronologic, cele mai importante realizări social-culturale, în paralel cu realizările științelor și ale matematicii în mod special sincron.

Capitolul al treilea (C) al fiecărei lucrări este consacrat unor mărturii istorice, arheologice, de artă și literare, care au o oarecare tangență cu evoluția firească a matematicii civilizației date.

Conținutul celui de-al patrulea capitol (D) este dedicat expunerii unor realizări matematice ale civilizației date cu caracteristici concrete doar pentru ea:

- evoluția matematicii elementare în context istoric;
- expunerea metrologiei, ca unul dintre cele mai importante produse ale evoluției matematicii și didacticii ei;
- evoluția astronomiei, astrologiei, calendarului, științelor, meșteșugurilor, comerțului ca factori adiacenți ce au contribuit la dezvoltarea matematicii și didacticii ei;
- apariția cunoștințelor științifice, organizarea școlilor de scribi/specialiști/persoane de cult, a bibliotecilor și transmiterea cunoștințelor acumulate tinerei generații.

Capitolul al cincilea (E) este consacrat unor probleme din viața cotidiană a civilizației date. Problemele sunt însoțite uneori de varianta de rezolvare a unui matematician anonim antic sau un matematician al timpului, de unele explicații succinte și de răspunsul respectiv.

În capitolul al șaselea (F) se propun unele modalități de utilizare a informațiilor istoric-matematice în cadrul activităților extrașcolare.

În expunerea acestei lucrări au fost utilizate cele mai recente realizări din domeniul istoriei civilizațiilor date, care au condus la făurirea unei noi imagini a acestei epoci din Istoria Matematicii, precum și a Didacticii Matematicii.

Autorii și-au propus să elucideze dezvoltarea genetic-istorică a necesităților apariției matematicii, a evoluției noțiunilor matematice, a operațiilor matematice, a problemelor puse în discuție și metodele de soluționare a acestora.

Cunoașterea Istoriei Didacticii Matematicii este necesară pentru a trasa cât mai corect căile de dezvoltare a acestei științe în viitor și a ajuta cadrul didactic de a înțelege esența procedeelelor de soluționare a problemelor. Doar istoria matematicii și a didacticii matematicii poate depăși acea superstiție cu referire la prejudecata inutilității trecutului, prejudecată care a conviețuit adeseori în conștiința arogantă a contemporanului atotștiutor. Anume, datorită cunoașterii trecutului, matematica contemporană îi datorează uimitoarea evoluție care a avut loc în ultimele două milenii: de la o aplicare empirică a procedeelelor de calcul matematic rudimentar uneori la transformările lor în metode didactice de calcul impecabil.

Fiecare dintre civilizațiile menționate au adunat în tezaurul lor tot ceea ce a fost bun la predecesorii lor. Ele s-au constituit și afirmat odată ce s-au creat premisele necesare pentru apariția și statornicirea unei civilizații anume. Oricare civilizație a putut să apară doar când s-au cristalizat cele 9 caracteristici (după V. Childe Gordon), adică: apariția orașelor, construcțiilor obștești monumentale, impozitelor sau tributului, economiei intense, având în context și comerțul, separarea meșteșugarilor-specialiști, apariția scrisului și a științei rudimentare, a unei artei dezvoltate, a claselor privilegiate și a statului. Într-o formă mai restrânsă (după alți cercetători), până la triada – arhitectura monumentală, orașele și scrisul.

Cele mai vechi documente istorice cu texte matematice care s-au păstrat și sunt cunoscute în istoria civilizațiilor lumii antice sunt cele atestate în Mesopotamia, Egipt, China și India. Ele datează aproximativ de prin mileniul al IV-lea î.e.n.

Ne despart câteva milenii de timpul, când au apărut primele popoare civilizate pe văile fluviilor Nil, Tigru și Eufrat, Huan-Hă și Yangtze, Indus și Gange ș.a. În aceste locuri au existat condițiile prielnice pentru agricultură – un sol aluvionar fertil, posibilitatea irigațiilor artificiale, climă blândă subtropicală.

Regulile matematice, necesare pentru prelucrarea pământului, astronomie și lucrările de construcție. Încă cu peste 5000 ani în urmă se rezolvau probleme practice de aritmetică, algebră și geometrie. În problemele de aritmetică ei foloseau nu numai numere întregi, ci și fracționare.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii. Antichitatea până la secolul VI (XIII)*. Pitești: Editura Nomina, 2009, 457 p.
2. AVDIEV, V.I. *Istoria Orientului Antic*. București: Editura de Stat, 1951, 424 p.
3. БАРВИН, И. И., ФРИБУС, Е. А. *Старинные задачи*. Москва: Просвещение, 1994. 129 с.
4. ГЛЕЙЗЕР, Г. И. *История математики в школе. Пособие для учителей*. Москва: Просвещение, 1964. 375 с.
5. ДААН-ДАЛЬМЕДИКО, А.; ПЕЙФФЕР, Ж. *Пути и лабиринты. Очерки по истории математики*. Москва: Издательство Мир, 1986 г. 432 с.
6. МРОЧЕК, Е.; ФИЛИППОВИЧ, Ф. *Педагогика математики*. С.- Пб: 1910, 198 с.
7. ЧИСТЯКОВ, В. Д. *Старинные задачи по элементарной математики*. Минск: Вышэйшая школа, 1978, 3-е издание, 270 с.
8. ШАБАШОВА, О. З. *Элементы истории математики как средство формирования общей культуры учащихся основных школ // Автореферат и Диссертация на соискание степени К.П.Н.* Москва: 1995, 127 с.

PROBLEME POPULARE NON STANDARD**John COJOCARU**, cibernetician, inginer bancar<https://orcid.org/0000-0002-5107-614X>

Leicester, Marea Britanie

Abstract. Folclorul matematic este o bogăție imensă a poporului din care problemele populare constituie o mică parte. Sunt perle, fiecare dintre ele constituind o particulă din partea cea mai prețioasă a calității unui popor - a înțelepciunii sale, care este educată până la cea mai fină latură - gândire logică impecabilă.

Cuvinte cheie: folclor, probleme non-standard, matematică populară, logică.

Abstract. Mathematical folklore is an immense wealth of the people of which popular problems constitute a small part. They are pearls, each of them constituting a particle of the most precious part of a people's quality - of their wisdom, which is educated to the finest side - impeccable logical thinking.

Keywords: folklore, non-standard problems, popular mathematics, logic.

Consider că nu există un om cult care să nu aibă un atașament pozitiv față de problemele populare, probleme care l-au însoțit toată calea vieții pe care el a parcurs-o până la moment de la un copil mic până la om matur. Aceste probleme constituie o avere neestimată a oricărui popor numită simplu – *folclorul matematic* – o imensă avere din care problemele populare constituie o mică părticică. Sunt niște perle, uneori fin șlefuite, altele nu prea bine lustruite, dar fiecare dintre ele constituie o părticică a celei mai de preț părți calități a unui popor – a înțelepciunii lui, un fel de mediu specific în care se educă cea mai de fină latură – gândirea logică impecabilă. Cred că stocarea acestor perle într-o culegere aparte merită și, ar fi binevenită pentru orice familie de oameni culți în direcția educării tinerei generații. Problemele populare constituie o imensă varietate: unele fiind asemenea crestomației *Didacticii Matematicii* moderne și care se rezolvă în conformitate cu regulile și procedeele cunoscute, altele fiind niște creații neordinare, dar, tot odată, destul de captivante. Unele dintre ele poartă haina versului popular, care, de multe ori este o prelucrare mai modernă a problemei vechi scrisă de un matematician-poet mai modern, dar care, subiectul nu a modificat în nici un fel.

Am să mă strădui de a caracteriza, pe cât am să pot posibil, în timpul rezervat să evaluez unele caracteristici a astfel de probleme, pe care le-am cunoscut, selectat și promovat în viața mea. Iată unele dintre ele, care mai pot fi numite și probleme logice populare. Unele probleme le voi analiza și rezolva, iar altele doar le voi anunța, și cei curioși vor căuta, găsi și consulta cartea respectivă *Folclorul Matematic. Probleme Populare*, care va apărea în timpul apropiat.

Unele probleme ne-au venit din timpurile îndepărtate, din negura timpurilor. De exemplu, problema despre persoana care avea de trecut peste râu un lup, o capră și o varză,

care puteau fi trecute cu o luntre în care încăpeau doar două lucruri, unul dintre care trebuia să fie persoana dată – omul.

În alte probleme apar subiecte legate de activitatea păstorilor, vânătorilor, crescătorilor de animale. De exemplu:

Doi vânători

Doi vânători: unul tânăr și altul mai în vârstă s-au oprit pentru a înnopta într-o poiană din pădure lângă un râu. Inițial ei au aprins un foc. Vânătorul tânăr strângea vreascuri pentru foc, iar vânătorul mai în vârstă amenaja locul pentru odihnă. Nu departe de rug erau 2 pietre. Vânătorul mai în vârstă a decurs la o șmecherie – a luat un cărbune și pe partea pietrelor care erau ascunse în pământ a semnat câte o cruciuliță. Când s-au așezat la foc, vânătorul mai în vârstă spune: „- *Trebuie de adus apă de la râu pentru o fiertură din plante bune. Uite colo 2 pietre. Ia una dintre ele. Vezi pe partea dosită în pământ, dacă are vre-un semn, pleacă după apă acela a cui piatră are cruciuliță.*” Vânătorul tânăr a intuit că lucrurile nu sunt curate, că este un șiretlic la mijloc. Ce a făcut el? Cum a procedat, că după apă a plecat vânătorul mai în vârstă?

(Rezolvare:/Răspuns:

Vânătorul tânăr a luat la întâmplare una dintre pietre și fără a se uita la ea a aruncat-o în foc. Mai departe este clar, că el a spus vânătorului în vârstă să se uite la piatra a doua, pe care, desigur era semnată o cruciuliță, ceea ce a și determinat cine trebuie să se ducă după apă.)

Calul negociat

Un viteaz din neamul Jderilor în rezultatul unei vânători care a depășit granițele arealului controlat de neam a căzut în plen la un neam nomad. Aflând de căderea lui în plen, prietenii lui au trimis o solie cu propunerea unei chezășii de relații pașnici între triburi și a condiției de răscumpărare a lui. Conducătorul neamului nomad nu a cerut nici aur, nici argint, ci un cal de o astfel de culoare cum nu a mai fost pe lume: nici alb, nici negru, nici șarg, nici murg, nici roib, nici sur, nici cenușiu și i-a dat drumul cu condiția că timp de trei zile să aducă calul. Au trecut acele trei zile și conducătorul tribului nomad a primit înștiințare de la Viteazul Jder, cum că calul dorit a fost găsit și l-a rugat să trimită după cal escorta săptămâna viitoare, în ziua indicată în înștiințare. Din ziua cea au trecut mulți ani, dar conducătorul neamului nomad așa și nu a mai putut trimite escorta după calul dorit. Cum credeți, de ce conducătorul neamului nomad nu a trimis după cal?

(Rezolvare:/Răspuns:

Viteazul Jder l-a înștiințat pe conducătorul neamului nomad să trimită după cal în orice zi din săptămână dorește, însă nici luni, nici marți, nici miercuri, nici joi, nici vineri, nici sâmbătă, nici duminică.)

Steaua

Unui deținut i s-a propus de a rezolva problema de a construi o stea cu ajutorul a 5 chibrituri întregi, fără a le rupe pe fiecare în două bucăți, cu condiția că soluționarea corectă a problemei îi asigură libertatea. După șiruri chinuitoare de încercări nereușite de a rezolva corect problema, deținutul ajuns la disperare, a frânt între degetele sale cele 5 chibrituri, lăsându-le pe masă grămadă. Cuprins de jale și mare dor după libertate o lacrimă i s-a scurs de pe obraz, căzând pe cele 5 chibrituri frânte. Mare i-a fost mirarea când șeful închisorii a venit și a văzut pe masă steaua construită, ceea ce i-a adus mult-așteptata libertate. Puteți lămuri situația?

(Rezolvare:/Răspuns:

Lacrima ce s-a scurs de pe obraz a căzut între cele 5 chibrituri frânte în două, care fiind udate au tins să se întindă și au format steaua. Încercați și voi de a frânge doar 5 chibrituri, fără a le rupe. Puneți-le pe masă în cerc ruptură la ruptură. Turnați între ele, la ruptură 1-2 picături de apă și veți vedea rezolvarea.)

Ochii

Mama mamei și cu soacra tatei și cu bunica mea, câți ochi de tot aveau?

Persoanele

Pe drum mergeau 2 tați, 2 feciori și un bunel. Câte persoane de tot erau?

Unele probleme poartă o haină a unei logice de ordine bine cunoscută:

Dacă ziua de mâine ar fi cea de azi, iar ziua de azi ar fi cea de mâine, atunci până duminică ar rămânea atâtea zile, câte sunt de duminică până în ziua de azi. Ce zi este azi?

Rezolvare:/Răspuns:

Miercuri.

Întreceri la alergări de cai

Într-o comunitate a păstorilor pelasgi se practica o sărbătoare, când cei mai buni călăreți se întreceau la întâietate. În ultimul timp, mereu ieșeau doi prieteni, cărora li s-a părut că vechea înțelegere: „cine vine cu calul său primul la finish acela este declarat învingător” deja nu mai prezintă interes și au acceptat în glumă o altă înțelegere: „al cui cal vine al doilea acela este declarat învingător”. Iată că a sosit ziua întrecerilor, toată lumea cointeressată s-a strâns, călăreții stau pe cai, jurații sunt la locul lor, dar nimic nu se mișcă din loc. Cine este acel prost care ar dori ca calul lui să vină primul și el să piardă? Așa ceva nu prezintă interes. Așa stau ei o oră, două ore, trei ..., deja a trecut de ora amiezii, dar nimic nu se schimbă. Iată că pe drum merge un pelerin. Se uită el la lume, vede o oarecare neclaritate și întreabă ce așteaptă tot poporul. Cineva îi lămurește pelerinului situația creată. Pelerinul, zâmbind îi roagă pe competitori că coboare de pe cai și să vină la el, căci el nu poate să se abată de la drumul său. Prietenii, sau apropiat de pelerin și zâmbind și-au cerut scuze că l-au oprit din drum, deoarece ei în glumă au propus un lucru nechibzuit: „al cui cal vine al doilea acela este declarat învingător”, la

care pelerinul le-a spus: „N-aveți de ce să vă cereți scuze, deoarece totul este corect!” „Păi, cum este corect, - zic ei, - dacă nu ne putem permite de a ne porni din loc?” Pelerinul le face un semn tainic să se apropie de el și le șoptește ceva la urechi, după care prietenii se dau mai la o parte și privesc atent la pelerin. Acela, ridică o mână sus și numără: „Unu! Doi! Porniți!” După care cei doi prieteni aleargă iute spre cai, încalecă din mers și pornesc în goană nebună după gloria întrecerii. Ce le-a spus la ureche pelerinul și de ce ei acum cu atâta ardoare călăresc spre a se afirma cine dintre ei este cel mai bun?

(Rezolvare/Răspuns:

Pelerinul le-a spus să schimbe caii, deoarece merge vorba de cai și nu de stăpânii lor. Acum fiecare prieten mână fără cruțare calul prietenului, pentru ca calul lui să ajungă al doilea, care și îi va aduce lui triumful.)

Testamentul negustorului

Un negustor de vin a lăsat celor trei fii prin testament 21 poloboace: 7 pline cu vin, 7 – pe jumătate cu vin, 7 goale. El a lăsat porunca ca fiii lui să împartă între ei cele 21 poloboace astfel, încât numărul de poloboace să fie egal împărțit și conținutul din ele la fel împărțit în mod egal, fără a turna nici un litru de vin dintr-un poloboc în altul și, în plus, fiecare dintre ei să primească măcar câte un poloboc plin.

Testamentul baciului

Trei fii a unui baci moștenesc de la tatăl lor 319 oi. După ce primul fiu vinde 22 oi, al doilea – 35 oi și al treilea 10 oi, numărul oilor din fiecare cele trei turme este egal. Câte oi a moștenit fiecare fiu? (de rezolvat fără a aplica ecuații)

Vinul otrăvit

Pe masa domnitorului au fost puse 5 sticle de vin aduse în dar de la domnitorul țării vecine, cu care se dușmăneau, cu toate că acela mereu se prefăcea a fi mereu un bun prieten. Printre sticle aduse se afla o sticlă cu vin otrăvit. Paharnicul domnitorului avea doi șoareci, care mureau îndată cum gustau doar o picătură de vin otrăvit. Cum poate paharnicul testa sticla cu vin otrăvit doar din două încercări?

(Rezolvare:/ Răspuns:

El numerotează sticlele cu numerele de la 1 la 5. I-a niște păhare. Într-un păhar a turnat câte o picătură din sticlele cu numerele 1, 2, 3, iar în altul a turnat câte o picătură din sticlele cu numerele 3, 4, 5. Un șoarece testează I-ul păhar, altul testează păharul al II-lea. Dacă primul șoarece moare, iar al II-lea nu, atunci vinul otrăvit se află în sticlele cu numerele 1 sau 2. Dacă șoarecele al II-lea moare, iar primul nu, atunci vinul otrăvit se află în sticlele cu numerele 4 sau 5. Dacă ambii șoareci mor, atunci vinul otrăvit se află în sticla cu numărul 3.)

Cafeaua

Dimineața eu mi-am pregătit un pahar de cafea. Când am dus paharul la gură, a venit mama cu laptele în ulcior. După ce am băut a șasea parte din pahar, mama a împlut

paharul cu lapte. Eu am băut a treia parte din pahar, mama iarăși l-a împlut cu lapte. Am mai băut încă jumătate din paharul plin, mama iarăși l-a împlut cu lapte. Am băut paharul până la fund. Ce am băut mai mult: lapte sau cafea?

100 oi

Un moș-baci ce păștea oile a fost întrebat câte oi are în turmă și dacă are 100. La care moșul răspunde:

– Dacă aș avea aceste oi ce le am peste sută, atunci vor fi întocmai de nouă ori câte nu-mi ajung până la sută.

Câte oi păștea baciul?

Săpunul

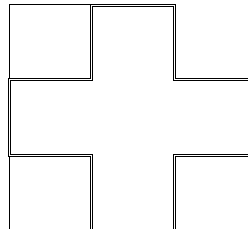
Un săpun de forma unui paralelipiped dreptunghiular, fiind administrat în același mod zilnic, peste șapte zile și-a micșorat toate cele trei dimensiuni exact în jumătate. Pentru câte zile a mai rămas săpun, dacă este administrat în același mod

Problema poate fi rezolvată destul de ingenios ilustrativ, analitic, aritmetic.

Problema referitoare la cruce

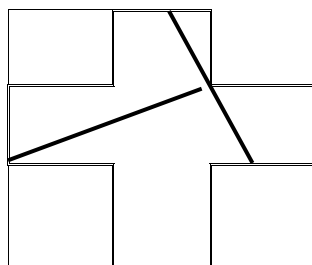
De decupat crucea în patru părți și din părțile obținute de compus un pătrat.

Crucea este un simbol etern al pelasgilor, strămoșii mitici ai tracilor, de la care grecii au împrumutat multe obiceiuri, datini și ritualuri. Tracii antici pe pâini desenau crucea, considerând-o simbolul vieții.

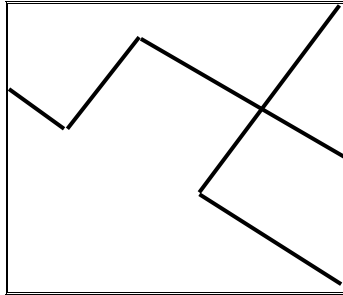


Rezolvare:

Se duc liniile de decupare de la mijlocul de sus al brațului de sus către mijlocul de jos al brațului din dreapta – prima linie și din colțul de jos al brațului din stânga către linia de unire a brațului de sus al crucii cu brațul din dreapta.



Răspuns:



Problema Lidiei Tuka

Într-un conac din Carpați a unui cavaler medieval se află un mormânt pe stela cărui se află următoarea inscripție: „Aici sunt înmormântați tata și fiica, fratele și sora, soțul și soția – în total două persoane: un bărbat și o femeie”. Încercați a rezolva enigma.

Răspunsul îl veți găsi în cartea respectivă.

Bibliografie

1. FREUDENTAL, H. *Matematica în știință și în jurul nostru*. Moscova: Mir, 1977. 261 p. (în rusă).
2. GOROVEI, A. *Folclor și folcloristică*. Chișinău: Hiperion, 1990. 515 p.
3. REVUZ, A. *Matematica modernă-matematica vie*. București: E.D.P., 1970. 75 p.
4. БАРВИН, И. И., ФРИБУС, Е. А. *Старинные задачи*. Москва: Просвещение, 1994. 129 с.

MATEMATICA ȘI EDUCAȚIA STEM ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PRIMAR: ASPECTE TRANSDISCIPLINARE

Georgeta CORCIMARI, învățător, grad didactic unu,

IPLT, „N.Iorga” mun.Chișinău

[ORCID: 0009-0000-1026-5094](https://orcid.org/0009-0000-1026-5094)

Rezumat. Lumea contemporană este inundată de tehnologii informaționale. De la o vârstă fragedă copiii devin consumatori ale conținuturilor media, prinși de tehnologii. Dar cât de conștient ajung să o folosească? STEM este un concept modern de pedagogie activă, bazat pe ideea educării elevilor prin intermediul a patru discipline specifice: științe, tehnologie, inginerie și matematică într-o abordare inter/transdisciplinară aplicată. Cum aduc STEM în clasă? Articolul abordează problema realizării conexiunilor transdisciplinare ale matematicii din perspectiva educației STEM în clasa 1.

Cuvinte cheie: matematică, educația STEM, competență, transdisciplinaritate.

Abstract. The information technologies have flooded the society nowadays .From an early age, children become consumers of media content, caught up in technology. However, how consciously do small students actually use it? STEM is a modern concept of active pedagogy, based on the idea of educating students through four specific disciplines: science, technology, engineering and mathematics in the application of an inter- or transdisciplinary approach. How do I bring STEM into the classroom? The article deals with the issue to ensure the transdisciplinary connections of mathematics from the perspective of STEM education in grade 1.

Keywords: mathematics, STEM education, competence, transdisciplinarity.

Introducere

Lumea contemporană este inundată de tehnologii informaționale. Copiii devin consumatori de informații, tehnologie de la o vârstă fragedă. Dar cât de conștient ajung să o folosească? Cum putem răspunde mai bine nevoilor de învățare ale copiilor?

Predarea și învățarea tradițională a unei discipline au dezavantajul folosirii percepției secvențiale și insulare a realității unice făcând-o artificială. Din acest motiv este necesară realizarea unor conexiuni între anumite discipline școlare pentru o percepere unitară și coerentă a fenomenologiei existențiale [8, p.5]. Profesorul bucureștean I. Cerghit constată că „...practica școlară se vede nevoită să-și schimbe orientarea, să treacă formația înaintea instrucției, să pună formarea și dezvoltarea capacităților intelectual- acționale și a proceselor mentale ale elevului înaintea transiterii și asimilării cunoștințelor, fără a nega câtuși de puțin importanța acestora din urmă” [3, p.67]

O activitate educațională nu poate fi o sumă de exerciții disparate, oricât de utile, interesante și eficiente ar fi. Ea conduce spre un produs final, iar pașii prin care se ating obiectivele sunt într-o conexiune organică, logică. Profesorul cunoaște tehnologia și urmărește ca ea să se respecte, intervine când e necesar, sugerează și verifică, dar îi lasă pe

elevi să încerce ei să facă totul; profesorul nu oferă soluții, ci îi face pe elevi să gândească pe cont propriu. [2 , p.16]

Educația în Republica Moldova se întemeiază pe principiul calității, se raportează la standardele naționale de referință și la bunele practici naționale și internaționale [5].

Educația STEM este anticipată în Recomandarea Consiliului Europei referitoare la învățarea pe tot parcursul vieții, care include, la nivelul competențelor-cheie, competența matematică, științifică și tehnologică, realizabilă, în cadrul unui sistem de învățământ cu caracter deschis [6]. Conceptul de educație STEM a fost promovat de Ministerul Educației. În baza documentelor reglatoare, învățătorii pot implementa educația STEM [7, p.6-7]. Este o modalitate inteligentă eficientă de „a învăța prin a face”. Copiii se conectează în mod natural cu lumea prin experiențe multisenzoriale, creative, de joc, cercetează oriunde, precum savanții sau inginerii: observând, plasând întrebări, formulând idei, ipoteze, experimentând și aplicând ceea ce se descoperă, ca ulterior să emită concluzii.

Activități STEM aplicate în cadrul lecțiilor de matematică, clasa 1

Cum aduc STEM în clasă? Cum să stimulez interesul și entuziasmul permanent de a explora lumea? Experiența STEM pornește de la o problemă existențială, iar natura este mediul perfect pentru explorarea și stimularea curiozității elevilor.

1. Modulul „Evocare” Generic: „*Secretele naturii*” (*Expediție de cercetare*)

S- Pregătire pentru cercetare (Top-5 cele mai interesante curiozități. Întrebări, ipoteze, nevoia de cercetare, reguli)

T- Laboratorul savantului -lopățele, săculețe, pungi, lupe...

E- Observări, cercetări

M- *Clasificarea* rocilor : culoare, mărime, greutate; *Comparația*: -Care pom e mai subțire/ de o înălțime mai mică?; - Alegeți drumul cel mai scurt între două obiecte; *Asemănări /deosebiri* -sortarea unor semințe / frunze / flori după anumite criterii;

Atenție: Cercetătorul are misiunea de a examina atent natura pentru a descoperi legitățile ei fără a trauma, fără a face daune! Măsurați lungimea furnicii;

Competiție: - Cine va găsi cea mai mica frunză/ ființă vie/ pasăre/ plantă ?

☀ Impactul activității omului în sânul naturii.

2. Modulul „Numerele naturale 0-10” Generic: „*Secretele matematicii*”

S - Ce este matematica? Importanță, necesități, curiozități...Matematica este regina științelor!

T- Care sunt Roadele matematicii? (invenții utile folosite zi de zi, instrumente, tehnologii...)

E - Studiem însoțiți de...învățător, manual, echipă, părinți, calculator, aplicații digitale, ghiozdan, rechizite.....Ce rol are fiecare? -Cum să nu ne pierdem în o așa mulțime ?

- Cum calculatorul păstrează și găsește atât de rapid informația? Este vreun secret?

Ordonarea implică capacitatea de a aranja lucrurile/ideile într-o ordine, după diverse criterii:

- restabilirea ideilor/ evenimentelor al unui text literar; - constituirea formației de mers într-o drumeție (câte doi; întâi fetele, apoi băieții; după înălțime etc.
- realizarea unor albume cu fotografii proprii, așezate în ordine cronologică;
- ordonarea evenimentelor importante familiare/istorice în timp, folosind cifre.

M - Matematica disciplinează!

- Să găsim lucruri care pur și simplu trebuie făcute în clasă/ acasă/ în stradă...(patul... trebuie făcut, temele – pregătite, aranjarea cărților în ghiozdan; a hăinuțelor în dulap...)

3. Modulul „Adunarea și scăderea în centrul 0-10”

Studiul Tematic „**Fructe și legume zilnic consumate oferă sănătate!**” (I)

S - Nutriționiști suntem, piramida alimentară cercetăm! Discuții despre alimentația sănătoasă, rolul fructelor, legumelor

T - Exercițiu de sinceritate: „Câte fructe și legume consumi în 1 săptămână?” , aplicații web

E -Elevii estimează/notează răspunsurile într-un tabel. Se propun următoarele sarcini:

- Observarea, înregistrarea și culegerea datelor necesare studiului;
- Selectarea /completarea/citirea datelor dintr-un tabel;

M -Utilizarea termenilor matematici: total, comparare, clasificare etc. Ce am observat? (formă, culoare, cantitate, etc.) Generalizări, concluzii. Citirea, scrierea, compararea numerelor naturale; Calculul sumei/diferenței.

4. Modulul „Numerele naturale 0-20. Adunarea și scăderea în centrul 0-20”

Studiul Tematic „**Fructe și legume zilnic consumate oferă sănătate!**” (II)

Fiecare elev completează un nou tabel cu sarcina de a nota consumul zilnic de fructe și legume al tuturor membrilor familiei pe parcursul unei săptămâni după modelul de mai sus. Consumul de fructe/legume, de obicei, crește semnificativ. Generalizări, concluzii.

5. Modulul „Numerele naturale 0-20. Adunarea și scăderea în centrul 0-20”

Proiect „**Amprentele toamnei. Culege și crează**”

S - Joc de rol „Experții” (Ce? (produsul dorit/ proiectat)/ De ce? (motivul/întrebarea/sursa de inspirație)/ Cu ce? (materialele necesare/décor) /Când? (timp)/ Unde? (spațiu)

T- colectarea, selectarea, pregătirea materialelor, etapele de uscare, depozitare,

E - etapele de creare a colajelor,

M - tabele, grile, date statistice, timp, eficiență.

6. Modulul „Numerele naturale 0-100. Adunarea și scăderea în centrul 0-100”

6.1. Vizitele tematice introductive pot fi organizate înaintea predării unui bloc de subiecte cu scopul de a-i pregăti pe elevi pentru înțelegerea și asimilarea cunoștințelor ce se vor preda, aceștia având posibilitatea să culegă informațiile necesare atingerii obiectivului

vizat. Până a purcede la studierea subiectului „*Măsurarea lungimii*” putem merge cu elevii la o *fabrică de confecții*, iar vizita la *un meșter olar* poate precede studierea subiectului „*Măsurarea capacității*” etc.

S - selectăm informația

T - tehnologiile croitorului/olarului trecut/prezent

E - aplicații moderne, aspect, branding, motive

M - utilizare, aspect, buget.

6.2. Ateliere de construcție „Puterea vântului”

Elevii construiesc bărci/ avioane/ elice (pentru mori/generatoare) conform algoritmului:

- 1) Tehnica „Știu/Vreau să știu/Învăț (părțile unei vas marin/avian/elice, echipaj, principii de navigare/funcționare).
- 2) În etapele de construcție am aplicat noțiuni matematice: diverse tipuri de linii, diagonală, unghiuri, măsurări. Materiale necesare.
- 3) Etapele de construcție (tehnica origami, diverse materiale)
- 4) Unde/cum aplicăm?

6.3. Jocul de rol „Parteneri buni” (Cercetătorul /arheologul/ pădurarul/ nutritionistul/ constructorul/ biologul/ agricultorul...)

- Ce ajutor poate oferi matematicianul unui agricultor? (Poate să-l învețe să calculeze corect schema de plantare a unei livezi, distanța optimă dintre copaci, cantitatea necesară de îngrășăminte, a cantității minime de semințe pentru o recoltă maximă, cheltuielilor de combustibil...)
- Ce ajutor poate oferi inginerul unui agricultor? (Asigură gospodăriei agricole tehnică performantă, unde tractorul ară lanurile, efectuând programarea după legătura cu un satelit.)
- Ce misiune are agricultorul? (Asigură hrana noastră, adică viața, sănătatea)

Rezultate obținute

Am observat că elevii manifestă un interes sporit față de activitățile STEM. Ele permit elevilor să investigheze și să caute soluții pentru problemele din lumea reală, încurajează curiozitatea și gândirea analitică, facilitează cooperarea și comunicarea, încurajează inovația, integrează matricea valorică a elevului. Grație abordării aspectelor transdisciplinare în desfășurarea demersului educațional am înregistrat în ultimii ani o creștere a numărului de elevi participanți la diverse activități, concursuri, proiecte de talie națională și internațională - oportunități reale de sesizare a valorii perseverenței și a responsabilității.

Concluzii

Joburile de viitor au nevoie de oameni care îmbină componentele educației STEM. Se preconizează că în următorii 10 ani va crește accelerat cererea de oameni creativi, inovatori în detrimentul specializării pe un domeniu foarte nișat. Acest gen de formare începe cel mai sănătos la kilometrul 0, prin joc și experiment, pe baza unei curiozități native susținute în fiecare etapă a educației [13]. Educația STEM poate rezista provocărilor timpului.

Bibliografie/ Surse Web:

1. BULAT, A. Proiectul - metoda modernă de evaluare. În: *Didactica Pro*. 2018, nr.1, pp.6-9. ISSN 1810-6455. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/6-8_7.pdf
2. CARTALEANU, T.; COSOVAN, O.; GORAȘ-POSTICĂ, V.; LÎSENCO, S.; SCLIFOS, L. *Formare de competențe prin strategii didactice interactive*. Chișinău: Centrul Educațional PRO DIDACTICA, 2028. 204 p. ISBN 978-9975-9763-4-3.
3. CERGHIT, I. *Metode de învățământ*. Iasi: Polyrom, 2026. Disponibil: <https://fliphtml5.com/vgki/xnqq/basic>
4. CODREAN, E.; RÎBALCO, A. *Proiecte de succes la activități în grup: Culegere*. Chișinău: Tipografia Reclama, 2021. 192 p. ISBN 978-9975-58-241-4.
5. Codul Educației al Republicii Moldova, modificat LP138 din 17.06.16, MO184-192/01.07.16 art. 401, intrat în vigoare 01.07.2016.
6. CRISTEA, S. Educația STEM. În: *Didactica Pro*. 2020, nr. 1, pp. 55-56. ISSN 1810-6455. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/54-56_30.pdf
7. Curriculum național Învățământul primar. Chișinău: Lyceum, 2018. 212 p. ISBN 978-9975-3258-0-6.
8. MALACHII, M. Școala fără manuale în clasă: ghid cu activități transdisciplinare pentru cadre didactice și părinți. Chișinău: Învățătorul Modern, 2023. 99 p. ISBN 978-9975-59-255-0.
9. SÎMBOTEAN, L. Prin activități STEM, experiențe învățăm. Chișinău: Învățătorul Modern, 2022. 89 p. ISBN 978-9975-59-243-7.
10. <https://blog.robofun.ro/2019/05/24/educatia-stem-viitorul-pentru-dezvoltarea-creativitatii-si-ingeniozitatii-copiilor/>
11. <https://blog.robofun.ro/2019/09/11/educatia-stem-ce-este-si-de-ce-este-importanta-pentru-copii/>
12. [https://www.isjsalaj.ro/red/resurse/primar/preg_1_2_3_4/22-04-2021-Nivel-primar-Ce-vreau-sa-devin-cand-voi-fi-mare-\(C.D.S.\)-clasa-I.pdf](https://www.isjsalaj.ro/red/resurse/primar/preg_1_2_3_4/22-04-2021-Nivel-primar-Ce-vreau-sa-devin-cand-voi-fi-mare-(C.D.S.)-clasa-I.pdf)
13. <https://www.futurelearn.com/info/blog/effectively-teach-stem-subjects>
14. <https://thestemlaboratory.com/stem-activities-for-kids/>

DEZVOLTAREA GÂNDIRII CRITICE A ELEVILOR/STUDENTILOR PRIN UTILIZAREA CONTRAEXEMPLELOR ÎN STUDIAREA MATEMATICII

Dumitru COZMA, dr. hab., profesor universitar

<https://orcid.org/0000-0003-4794-1935>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În lucrare sunt examinate unele aspecte ale dezvoltării gândirii critice, în particular, este dezvoltat rolul contraexemplilor din matematică în formarea acestor abilități la elevi și studenți.

Cuvinte-cheie: exemplu, contraexemplu, gândire critică.

Abstract. In this paper, some aspects of the development of critical thinking are examined. In particular, the role of counterexamples in mathematics is developed for the formation of these skills in pupils and students.

Keywords: example, counterexamples, critical thinking.

1. Introducere

Gândirea critică reprezintă abilitatea de a imagina, analiza și evalua informațiile, pentru a determina integritatea și validitatea acestora. Ea ajută elevii/studenții să formuleze probleme, să înainteze ipoteze, să analizeze idei și să adopte un mod critic de raționament, pentru a stabili diverse cauze posibile, a identifica soluții plauzibile, a evalua corectitudinea acestora folosind un raționament logic. De asemenea, gândirea critică reprezintă capacitatea de a face conexiuni creative între idei cu caracter interdisciplinar [4], [5].

Adesea, învățarea este pasivă, elevii/studenții învață mai mult cum să memoreze informații, decât să gândească, învață prin repetare, fie ce spune profesorul, fie ce este scris în manuale. Așadar, elevii învață să urmeze anumiți pași, despre care cred că sunt cei corecți, într-o anumită ordine, astfel încât să obțină răspunsul „cel bun” și, implicit, o notă sau un calificativ pe măsură.

Gândirea critică se referă la curiozitate, flexibilitate și menținerea unei minți deschise. Rezolvarea creativă a problemelor depinde de capacitatea de gândire critică și, cu cât această abilitate este mai bine dezvoltată, cu atât elevii vor identifica cele mai bune soluții, vor putea comunica mai bine, vor înțelege mai bine cum funcționează lucrurile în lumea reală, vor veni cu idei creative [4].

Abilitatea de a găsi exemple care să ilustreze concepte sau să confirme afirmații, sau contraexemplu care să respingă afirmații presupuse corecte, este o calitate importantă a gândirii critice. A-i învăța pe elevi să creeze exemple și contraexemplu necesare înseamnă a-i învăța să aibă o abordare creativă în studiului matematicii. Exemplele prezentate în cadrul orelor de matematică au rolul de a ilustra definițiile, precum și funcționarea teoremelor. Totodată, atunci când se prezintă o definiție, se dau exemple de

obiecte matematice care se rezumă sub concept (care arată că definiția este corectă), dar și exemple de obiecte care nu o satisfac.

În procesul evaluării critice a unor afirmații (teoreme sau enunțuri de probleme), dacă planează vreun dubiu asupra corectitudinii lor, există o cale de clarificare a acestora, deseori mai scurtă decât încercarea de a parcurge o demonstrație, care poate fi complexă. Aceasta se realizează prin construirea rapidă unui contraexemplu, dacă este posibil, care va arata că afirmația este falsă. Un contraexemplu infirmă o afirmație presupus a fi aplicabilă tuturor obiectelor dintr-o anumită categorie: contraexemplul este un obiect din categoria vizată, la care afirmația pretins-generală nu se aplică [5].

Contraexemplele vin să pună în evidență anumite „delimitări” teoretice, în principal, în următoarele moduri [5]:

- arată cum, uneori, o legitate aparent plauzibilă nu se validează;
- arată cum, atunci când nu sunt îndeplinite toate cerințele din ipoteza unei teoreme, concluzia poate să nu mai fie valabilă, adică teorema să nu mai funcționeze (pe scurt, arată cum omiterea unor cerințe din ipoteza unei teoreme poate s-o infirm);
- arată că unele cerințe din ipotezele teoremelor reprezintă doar condiții suficiente (nu și necesare);
- argumentează, pentru cazuri individuale de teoreme, situația generală că reciprocele unor teoreme nu sunt adevărate.

Un exemplu este o dovadă că o afirmație generală ar putea fi adevărată, în timp ce un contraexemplu demonstrează că o afirmație generală este falsă. În cele ce urmează, vom analiza contraexemple ce țin de proprietățile funcțiilor, limite de șiruri, funcții continue, funcții derivabile, funcții care admit primitive, funcții integrabile etc.

2. Contraexemple la studierea reciprocității unor teoreme

Contraexemplele sunt foarte utile pentru a evidenția că cerințe din ipotezele teoremelor reprezintă doar condiții suficiente (nu și necesare) sau invers [3], [5].

Teorema 2.1. Dacă șirul $(x_n)_n$ are limită, $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = a$, atunci acest șir este mărginit.

Exemplul 2.1. Șirul $(x_n)_n$, unde $x_n = \frac{1}{n}$ are limita $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 0$ și acest șir este mărginit

$$0 < \frac{1}{n} \leq 1, \quad \forall n \in \mathbb{N}^*.$$

Afirmația reciprocă nu este adevărată și eroarea este ușor vizibilă prin construirea următorului contraexemplu.

Contraexemplul 2.1. Șirul cu termenul general $x_n = (-1)^n$ este mărginit $x_n \in [-1; 1]$, $|x_n| = 1$, însă acest șir nu are limită

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \begin{cases} 1, & \text{pentru } n \text{ par} \\ -1, & \text{pentru } n \text{ impar} \end{cases}$$

fiindcă are două limite diferite.

Imediat după introducerea noțiunii de derivată, se demonstrează

Teorema 2.2. Orice funcție derivabilă într-un punct este și continuă în acel punct.

Reciproca afirmației nu este adevărată: este posibil ca o funcție să fie continuă într-un punct x_0 , fără să fie derivabilă în acel punct.

Contraexemplul 2.2. Funcția cu modul, $f(x) = |x|$, $x \in \mathbb{R}$ este continuă în $x_0 = 0$, dar nu este derivabilă în acest punct. Folosind definiția derivatei, ne convingem că derivata la stânga $f'_s(0) = -1$ și derivata la dreapta $f'_d(0) = 1$ nu sunt egale, ceea ce implică că nu este derivabilă în acest punct.

Teorema 2.3. Dacă funcția $f(x)$ este integrabilă pe intervalul $[a, b]$, atunci ea este mărginită pe acest interval.

Teorema reciprocă nu e valabilă: este posibil ca o funcție să fie mărginită pe un interval $[a, b]$, dar să nu fie integrabilă pe acest interval.

Contraexemplul 2.3. Fie funcția lui Dirichlet pe intervalul $[0, 1]$:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{dacă } x \text{ este număr rațional.} \\ 0, & \text{dacă } x \text{ este număr irațional} \end{cases}$$

Funcția este mărginită pe intervalul $[0, 1]$. Să considerăm o diviziune arbitrară a intervalului $[0, 1]$ într-un număr finit de intervale $[x_{k-1}, x_k]$ cu puncte $\{x_k\}_{k=1}^n$. Notăm cu $\Delta x_k = x_k - x_{k-1}$, $k = 1, 2, \dots, n$ lungimea intervalului $[x_{k-1}, x_k]$ și cu $\lambda = \max\{\Delta x_k\}$ norma acestei diviziuni. Pe fiecare interval elementar $[x_{k-1}, x_k]$ alegem în mod arbitrar câte un punct ξ_k . Dacă punctele ξ_k sunt raționale, atunci sumă integrală asociată funcției $f(x)$ este

$$\sigma = \sum_{k=1}^n f(\xi_k) \Delta x_k = \sum_{k=1}^n 1 \cdot \Delta x_k = 1,$$

iar dacă punctele ξ_k sunt iraționale, atunci

$$\sigma = \sum_{k=1}^n f(\xi_k) \Delta x_k = \sum_{k=1}^n 0 \cdot \Delta x_k = 0.$$

Deci suma integrală σ asociată funcției $f(x)$ nu are limită pentru $\lambda \rightarrow 0$.

3. Contraexemple la studierea corectitudinii unor enunțuri

Contraexemplele sunt cel mai des folosite atunci când este necesar să convingem elevii că greșesc. Pentru a ne convinge de falsitatea unei anumite afirmații generale, este suficient să formulăm un contraexemplu. Astfel, contraexemplul apare ca instrument în analiza corectitudinii unor enunțuri, cât și a evitării unor posibile erori [1], [2], [3].

Afirmația 3.1. Dacă funcțiile $f(x)$ și $g(x)$ sunt continue și monotone pe \mathbb{R} , atunci suma lor $f(x) + g(x)$ la fel este o funcție monotonă pe \mathbb{R} .

Contraexemplul 3.1. Funcțiile $f(x) = x + \sin x$ și $g(x) = -x$ sunt continue și monotone pe \mathbb{R} , dar suma lor $f(x) + g(x) = \sin x$ nu este o funcție monotonă pe \mathbb{R} .

Adăugarea unei condiții suplimentare transformă acest enunț incorect într-un enunț corect: suma a două funcții $f(x)$ și $g(x)$ continue și crescătoare (descrescătoare) este o funcție crescătoare (descrescătoare).

Afirmația 3.2. Dacă valoarea absolută $|f(x)|$ a funcției $f(x)$ este continuă pe (a, b) , atunci și însăși funcția $f(x)$ este continuă pe (a, b) .

Contraexemplul 3.2. Fie funcția

$$f(x) = \begin{cases} -1, & \text{dacă } x \leq 0, \\ 1, & \text{dacă } x > 0. \end{cases}$$

Valoarea absolută a ei este $|f(x)| = 1$. Funcția $|f(x)|$ este continuă pentru toate valorile $x \in \mathbb{R}$, dar însăși funcția $f(x)$ este discontinuă ($f(x)$ este discontinuă în punctul $x = 0$).

Afirmația 3.3. Dacă limita unui șir $(x_n)_n$ este $+\infty$, atunci, începând de la un rang N , șirul este strict crescător.

Eroarea este ușor detectabilă și se evidențiază prin construirea următorului contraexemplu.

Contraexemplul 3.3. Șirul cu termenul general

$$x_n = [2 + (-1)^n]n = \begin{cases} 3n, & \text{pentru } n \text{ par} \\ n, & \text{pentru } n \text{ impar} \end{cases}$$

are limita $+\infty$, dar șirul nu este strict crescător cu începere de la nici un rang.

Afirmația 3.4. Dacă un șir $(x_n)_n$, cu toți termenii pozitivi este nemărginit, atunci

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = +\infty.$$

Greșeala este ușor vizibilă și se semnalează cu ajutorul unui contraexemplu.

Contraexemplul 3.4. Șirul cu termenul general

$$x_n = \begin{cases} n, & \text{pentru } n \text{ par} \\ 1, & \text{pentru } n \text{ impar} \end{cases}$$

este nemărginit, dar nu are limita $+\infty$. Adăugarea unei condiții suplimentare transformă acest enunț incorect într-un enunț corect: Dacă un șir $(x_n)_n$ este nemărginit și crescător, atunci $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = +\infty$.

Afirmația 3.5. Dacă funcțiile $f(x)$ și $g(x)$ nu sunt diferențiabile în punctul $x = x_0$, atunci și suma lor $f(x) + g(x)$ la fel nu este o funcție diferențiabilă în punctul $x = x_0$.

Contraexemplul 3.5. Funcțiile $f(x) = |x|$ și $g(x) = -|x| + 1$ nu sunt diferențiabile în punctul $x_0 = 0$ (vezi Contraexemplul 2.2), însă suma lor $f(x) + g(x) = 1$ este o funcție diferențiabilă în punctul $x_0 = 0$.

Afirmația 3.6. Dacă funcția $F(x)$ este o primitivă a funcției $f(x)$, atunci

$$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a).$$

Contraexemplul 3.6. Funcția $F(x) = \ln|x|$ este o primitivă a funcției $f(x) = 1/x$, însă nu există integrala (funcția $f(x)$ este discontinuă în punctul $x = 0$)

$$\int_{-1}^1 \frac{1}{x} dx.$$

Adăugarea unei condiții suplimentare transformă acest enunț incorect [3] într-un enunț corect: Dacă funcția $f(x)$ este continuă pe intervalul $[a, b]$, iar $F(x)$ este o primitivă a funcției $f(x)$ pe acest interval, atunci

$$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a).$$

Afirmația 3.7. Pentru orice matrice pătratică A și B are loc egalitatea $AB = BA$.

Contraexemplul 3.7. Fie matricele

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Atunci $AB = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$, $BA = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ și $AB \neq BA$. Prin urmare, înmulțirea matricelor nu este comutativă.

4. Contraexemple la studierea extremelor locale ale funcției

Fie funcția $f(x)$ definită în intervalul deschis $I \subset \mathbb{R}$ și $x_0 \in I$.

Definiția 4.1. Se spune că $f(x)$ are maxim (sau minim) local în punctul x_0 , dacă există așa interval $(x_0 - \delta, x_0 + \delta) \subset I$, încât $\forall x \in (x_0 - \delta, x_0 + \delta)$ are loc inegalitatea

$$f(x) \leq f(x_0) \quad (\text{sau } f(x) \geq f(x_0)).$$

Teorema 4.1 Dacă funcția $f(x)$ admite în punctul $x_0 \in I$ un extrem local și este diferențiabilă în acest punct, atunci $f'(x_0) = 0$.

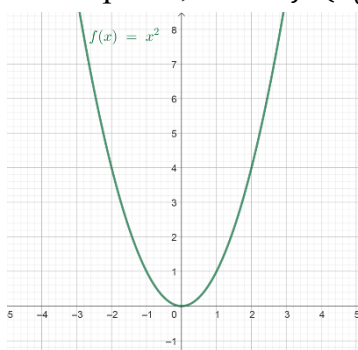


Figura 1.

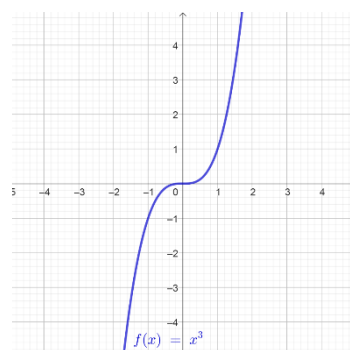


Figura 2.

Exemplul 4.1. Funcția $f(x) = x^2$ (fig. 1) are *minim local* în punctul $x_0 = 0$. Derivata funcției este $f'(x) = 2x$ și $f'(0) = 0$.

Afirmația reciprocă nu este adevărată, adică condiția Teoremei 4.1 este necesară, dar nu și suficientă.

Dacă $f'(x_0) = 0$, atunci în punctul x_0 funcția poate să nu aibă extrem local, ceea ce este confirmat de următorul contraexemplu.

Contraexemplul 4.1. Funcția $f(x) = x^3$ (fig. 2) are derivata $f'(x) = 3x^2 > 0, \forall x \in (-\infty, 0) \cup (0, +\infty)$. Prin urmare, $f(x)$ este strict crescătoare pe intervale $(-\infty, 0)$, $(0, +\infty)$. Cu toate că $f'(0) = 0$, în punctul $x_0 = 0$ funcția $f(x)$ nu are extrem local.

Punctele x_0 în care derivata funcției este egală cu zero se numesc *staționare*. Deci condiția $f'(x_0) = 0$ este numai necesară dar nu și suficientă pentru existența extremului local. Funcția $f(x)$ poate avea extreme locale și în punctele, în care derivata $f'(x)$ este infinită sau nu există [6].

Exemplul 4.2. Funcția $f(x) = \sqrt[3]{x^2}$ (fig. 3) are *minim local* în $x_0 = 0$. Derivata ei este

$$f'(x) = \left(\sqrt[3]{x^2}\right)' = (x^{2/3})' = \frac{2}{3}x^{-1/3} = \frac{2}{3\sqrt[3]{x}}.$$

În punctul $x_0 = 0$, derivata este infinită $f'(0) = \infty$.

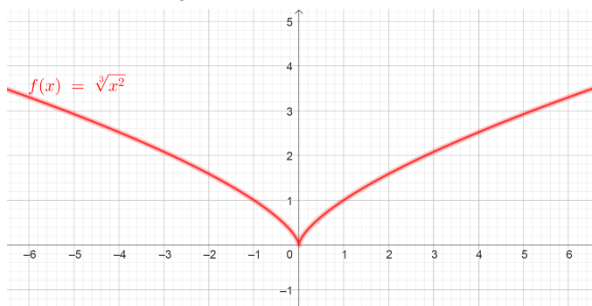


Figura 3.

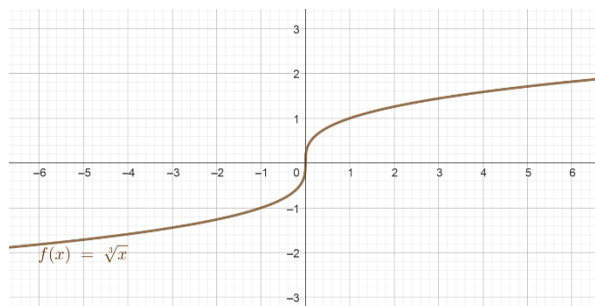


Figura 4.

Contraexemplul 4.2. Funcția $f(x) = \sqrt[3]{x}$ (fig. 4) are derivata

$$f'(x) = \left(\sqrt[3]{x}\right)' = (x^{1/3})' = \frac{1}{3}x^{-2/3} = \frac{1}{3\sqrt[3]{x^2}}$$

și este strict crescătoare $\forall x \in (-\infty, 0) \cup (0, +\infty)$. În punctul $x_0 = 0$, cu toate că derivata funcției este infinită $f'(0) = +\infty$, funcția nu are extrem local.

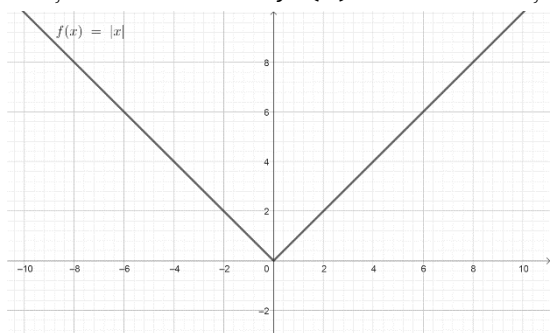


Figura 5.

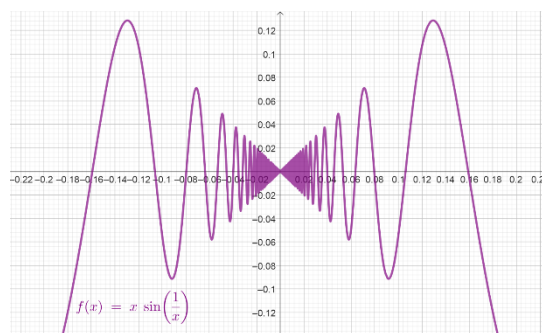


Figura 6.

Exemplul 4.3. Funcția $f(x) = |x|$ are *minim local* în $x_0 = 0$ (fig. 5) și nu are derivată în acest punct. Derivatele laterale, la dreapta $f'_d(0) = 1$ și la stânga $f'_s(0) = -1$, nu sunt egale.

Contraexemplul 4.3. Funcția $f(x) = x \sin\frac{1}{x}$ nu are derivată în punctul $x_0 = 0$. Această funcție (fig. 6) nu este continuă în punctul $x_0 = 0$, deci, nu are extrem local.

Definiția 4.2. Punctele în care derivata funcției se anulează sau derivata este infinită, sau derivata nu există se numesc *puncte critice*.

Așadar, funcția poate avea extrem local numai în punctele critice, dar fiecare punct critic trebuie cercetat la extrem local prin condiții suficiente (Teorema 4.2).

Teorema 4.2. Fie x_0 un punct critic al funcției $f(x)$, iar $f(x)$ este continuă în punctul x_0 și diferențiabilă într-o vecinătate $\delta(x_0) = (x_0 - \delta, x_0 + \delta)$ a punctului x_0 (poate cu excepția punctului x_0). Atunci: a) x_0 este punct de maxim local, dacă $f'(x_0) > 0$ pentru $x \in (x_0 - \delta, x_0)$ și $f'(x_0) < 0$ pentru $x \in (x_0, x_0 + \delta)$; b) x_0 este punct de minim local, dacă $f'(x_0) < 0$ pentru $x \in (x_0 - \delta, x_0)$ și $f'(x_0) > 0$ pentru $x \in (x_0, x_0 + \delta)$; c) x_0 nu este punct de extrem local (de maxim sau de minim), dacă $f'(x_0)$ nu-și schimbă semnul la trecerea lui x prin punctul x_0 .

5. Concluzii

Construirea exemplelor și contraexemplurilor nu este în niciun caz o activitate algoritmică și necesită o gândire matematică destul de dezvoltată. Exersând construirea de exemple și contraexemple, elevii/studentii își dezvoltă creativitatea și gândirea critică, care este parte integrantă a modului de gândire matematică.

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. BARAHMAND, A. On mathematical conjectures and counterexamples. In: *Journal of Humanistic Mathematics*. 2019, 1 (9), pp. 295-303. ISSN 2159-8118.
2. GELBAUM, B.R., OLMSTED, John M.H. *Counterexamples in Analysis*. New York: Dover Publications. 1964. 195 p. ISBN 0 486 42875-3.
3. KLYCHUK, S. *Counterexamples in Calculus*. New Zealand: Maths Press, 2004. 101p. ISBN: 978-0-88385-765-6
4. SALI, L., ANTON, F. Dezvoltarea gândirii critice prin utilizarea contraexemplurilor în procesul de studiere a matematicii. În: *Proceedings of CAIM 2022 (Education)*, Chisinau, Moldova, August 25-27, 2022, pp. 184-193.
5. VERENESCU, A. *Exemple și contraexemple în analiza matematică. Funcții de o singură variabilă*. București: Matrix Rom, 2012. 148 p. ISBN 978-973-755-813-8.
6. ШИБИНСКИЙ, В.М. *Примеры и контрпримеры в курсе математического анализа*. Москва: Высшая школа, 2007. 543 с. ISBN 978-5-06-005774-4.

ABORDARI INTERDISCIPLINARE IN PROCESUL DE STUDIERE A MATEMATICII IN ÎNVĂȚĂMANTUL PREUNIVERSITAR

Elisa Ioana FETĂNU, profesor de matematică

<https://orcid.org/0009-0005-1363-5202>

Liceul Teoretic „Marin Preda”, București

Rezumat. Articolul prezent cuprinde aspecte utile pentru folosirea predării inter și transdisciplinare, pentru a putea fi mai aproape de nevoile omului modern. Am argumentat cu unele exemple concrete modalitatea de aplicare a acestor metode la lecțiile de matematică. În același timp sunt descrise lecții în care poate fi aplicat proiectul STEAM la disciplina matematică.

Cuvinte-cheie: metode, lucrare practică, metode active, interdisciplinaritate, transdisciplinaritate, lucrare practică, STEAM.

Abstract. The present article includes useful aspects for the use of inter and transdisciplinary teaching, in order to be closer to the needs of modern man. I have argued with some concrete examples how to apply these methods to math lessons. At the same time, lessons are described in which the STEAM project can be applied to mathematics.

Keywords. method, practical work, active learning, interdisciplinarity, transdisciplinarity, work practice, STEAM.

1. Introducere. Promovarea întredisciplinarității

A integra conținuturile în învățământul preuniversitar este o tendință din ce în ce mai întâlnită în organizarea conținuturilor din perspectivă integrată. Din acest motiv, a fost elaborat planul cadru care este structurat pe șapte arii curriculare. Ariile curriculare reprezintă un grupaj de discipline care au în comun anumite obiective de formare. De asemenea, la nivelul unor programe pentru învățământul preuniversitar se operează cu teme sau orientări tematice.

Integrarea conținuturilor presupune stabilirea unor relații strânse, convergente între următoarele elemente: concepte, abilități, valori aparținând disciplinelor școlare distincte (De Landsheere, 1992). Principalele niveluri ale integrării cunoștințelor sunt:

- ❖ integrarea INTRADISCIPLINARĂ,
- ❖ integrarea MULTIDISCIPLINARĂ,
- ❖ integrarea PLURIDISCIPLINARĂ,
- ❖ integrarea INTERDISCIPLINARĂ,
- ❖ integrarea TRANSDISCIPLINARĂ.

Promovarea *interdisciplinarității* constituie un element definitoriu al progresului cunoașterii. În lucrarea „Programe de învățământ și educație permanentă” autorul L.D. Hainault aprecia că: „Se acordă mai multă importanță omului care merge decât drumului pe care îl urmează. Astăzi disciplinele sunt invadate de un gigantism care le înăbușă, le

abate de la rolul lor simplificator și le închide în impasul hiperspecializării. Inconveniențele tot mai evidente ale compartimentării, necesitatea din ce în ce mai manifestă a unor perspective globale și contestarea unui devotament față de obiect care face ca omul să fie uitat, au dus treptat la conceperea și la promovarea a ceea ce s-a numit *interdisciplinaritate*”.

În procesul de învățământ se regăsesc demersuri interdisciplinare la nivelul corelațiilor minimale obligatorii, sugerate chiar de planul de învățământ sau de programele disciplinelor sau ariilor curriculare. În înfăptuirea unui învățământ modern, formativ, considerăm predarea – învățarea interdisciplinară o condiție importantă. Corelarea cunoștințelor de la diferitele obiecte de învățământ contribuie substanțial la realizarea educației elevilor, la formarea și dezvoltarea flexibilității gândirii, a capacității lor de a aplica cunoștințele în practică; corelarea cunoștințelor fixează și sistematizează mai bine cunoștințele, o disciplină o ajută pe cealaltă să fie mai bine însușită.

Predarea – învățarea prin corelarea obiectelor de studiu reprezintă noul în lecții, care activează pe elevi, le stimulează creativitatea și contribuie la unitatea procesului instructiv – educativ, la formarea unui om cu o cultură vastă.

Legătura dintre discipline se poate realiza la nivelul conținuturilor, obiectivelor, dar se creează și un mediu propice pentru ca fiecare elev să se exprime liber, să-și dea frâu liber sentimentelor, să lucreze în echipă sau individual.

2. Utilizarea metodelor de predare-învățare pentru dezvoltarea gândirii creatoare

Utilizarea metodelor de predare-învățare, atât cele moderne cât și cele tradiționale, au o puternică influență pozitivă asupra activității intelectuale, activizând memoria logică, atenția, imaginația, **gândirea creatoare. Strategiile creative** la orele de matematică pun în valoare anumite valențe formative și de cultivare a capacității de muncă a elevilor. Ele stârnesc curiozitatea, interesul, dorința de a căuta, descoperirea prin forțe proprii.

În rezolvarea exercițiilor și a problemelor am solicitat elevilor diferite modalități de calcul, diferite căi de rezolvare, completare și compunere a problemelor cu scopul de a forma capacitatea de analiză, de sinteză și de abstractizare.

Sinteza realizată prin punerea problemei în exercițiu denotă gradul de abstractizare pe care îl poate atinge fiecare elev.

Este important ca fiecare secvență a lecției să incite elevii la răspuns, la căutări și rezolvări de sarcini diversificate, dezvoltând gândirea divergentă.

Ca un exemplu, m-am gândit la lecția „UNITĂȚI MONETARE” de la clasa a V-a, pe care am lucrat-o cu elevii mei. Am folosit diverse mijloace moderne: videoproiector, tabla inteligentă, cât și google.

Pe langă faptul că pentru desfășurarea lecției am adus bancnote și monede pentru a putea percepe mai bine toate detaliile în materie de bani și a fi pe înțelesul tuturor, am încercat să vin și cu un mic joculeț care să le trezească interesul și să apeleze la cultura generală, călătorind astfel prin sfera mai multor arii curriculare, pentru a-l rezolva.

1. Completează textul de mai jos folosind cuvintele potrivite:

La început, oamenii nu aveau bani dar făceau schimburi în natură, pentru a-și asigura tot ce le trebuie. Acest schimb se numește

Mai târziu, pentru schimburi și plăți au început să folosească
acestea fiind făcute din argint sau aur.

Pentru că erau grele și nu se puteau transporta ușor, monedele au fost apoi completate de
din hârtie.

Astăzi, monedele sunt fabricate din

Fiecare țară are propriii

Banii altei țări se numesc

Dacă vrei să schimbi banii unei țări în banii alteia, folosești

Banii în România sunt numiți

Pe bancnota de 100 lei este portretul lui

În Uniunea Europeană, banii celor mai multe țări sunt
subdiviziunea fiind numită

(euro; troc; valută; bani; monede; lei; Ion Luca Caragiale; metal; banca; eurocentul, Banca)

2. Realizați corespondențe între cele trei coloane, prin colorarea casetelor cu culoarea potrivită bancnotelor:

<i>Muzică</i>	<i>Mihai Eminescu</i>	<i>1</i>
<i>Pictură</i>	<i>George Enescu</i>	<i>5</i>
<i>Teatru</i>	<i>Aurel Vlaicu</i>	<i>10</i>
<i>Poezie</i>	<i>Ion Luca Caragiale</i>	<i>50</i>
<i>Aviație</i>	<i>Nicolae Grigorescu</i>	<i>100</i>
<i>Istorie</i>	<i>Lucian Blaga</i>	<i>200</i>
<i>Literatură</i>	<i>Nicolae Iorga</i>	<i>500</i>

3. Rezultate obținute

1. Completează textul de mai jos folosind cuvintele potrivite:

La început, oamenii nu aveau bani dar făceau schimburi în natură, pentru a-și asigura tot ce le trebuie. Acest schimb se numește troc.

Mai târziu, pentru schimburi și plăți au început să folosească monede acestea fiind făcute din argint sau aur.

Pentru că erau grele și nu se puteau transporta ușor, monedele au fost apoi completate de bani din hârtie.

Astăzi, monedele sunt fabricate din metal.

Fiecare țară are propriii bani .

Banii altei țări se numesc valută.

Dacă vrei să schimbi banii unei țări în banii alteia, folosești Banca.

Banii în România sunt numiți lei.

Pe bancnota de 100 lei este portretul lui Ion Luca Caragiale.

În Uniunea Europeană, banii celor mai multe țări sunt euro, subdiviziunea fiind numită eurocentul.

(euro; troc; valută; bani; monede; lei; Ion Luca Caragiale; metal; banca; eurocentul, Banca)

2. Realizați corespondențe între cele trei coloane, prin colorarea casetelor cu culoarea potrivită bancnotelor:

Muzică	Mihai Eminescu	1
Pictură	George Enescu	5
Teatru	Aurel Vlaicu	10
Poezie	Ion Luca Caragiale	50
Aviație	Nicolae Grigorescu	100
Istorie	Lucian Blaga	200
Literatură	Nicolae Iorga	500

Am considerat absolut necesară prezentarea bancnotelor și monedelor românești, cât și cele de folosite în Uniunea Europeană, pentru o mai bună fixare a noțiunilor discutate.

- Unitatea monetară a României este leul.

1 leu = 100 de bani

Monede și bancnote românești:



- Unitatea monetară folosită în unele țări din Uniunea Europeană este euro.

1 euro = 100 de cenți

Monede și bancnote din UE:



Concluzii

Am captat imediat atenția tuturor, făcându-i pe elevi să aibă o gândire în ansamblu, nu să perceapă lecția ca pe una clasică de predare-învățare.

După ce obiectivele au fost atinse, am reușit să intrăm și în sfera finanțelor, Am pornit de la faptul că fiecare are o sumă de bani, am făcut plăți imaginare pentru diferite produse, dar nu înainte de a evalua piața și a alege cel mai mic preț pentru produsul care urmează sa-l achiziționăm, bănușii economisiți au fost adunați într-un „CONT DE ECONOMII”, pe care-l vom folosi doar în cazuri de necesitate maximă.

La finalul lecției am împărțit clasa în două grupe egale, prima grupa, a confecționat monede și bancnote din hârtie, le-au marcat și colorant corespunzător, a doua grupă au organizat un fel de supermarket universal. Am învățat că fiecare bănuș contează, iar calitatea este primordială.

În aria curriculară „Matematică și Științe“, interdisciplinaritatea este absolut obligatorie, având în vedere aplicabilitatea directă în practică a biologiei, chimiei, fizicii și matematicii. Abordarea inter/transdisciplinară are drept scop formarea unor personalități moderne, cu gândire critică, analitică, sistemică, cu capacități de înțelegere profundă și aptitudini de modelare a fenomenelor, a proceselor ce ne înconjoară, contribuind la crearea premiselor pentru conștientizarea tabloului integru al lumii vii.

Bibliografie

1. NICOLESCU, B. *Transdisciplinaritatea*. București: Polirom, 1999.
2. IONESCU, M.; RADU, I. *Didactica modernă*, Editura Dacia, Cluj- Napoca, 2004
3. PETRESCU, P.; POP, V. *Transdisciplinaritatea - o nouă abordare a situațiilor de învățare*. București: E.D.P., 2007.
4. NICOLESCU, B. *Transdisciplinaritate – Manifest*. Iași: Editura Polirom, 2008.

ISTORIA DIDACTICII MATEMATICII ÎN CONTEXTUL CIVILIZAȚIEI CHINEI ANTICE

Gabriela GHERMAN, inspector școlar la matematică

<https://orcid.org/0000-0001-8598-3576>

IȘJ Vrancea, România

Abstract. Cultura chineză, inclusiv matematica lor, are rădăcini foarte vechi și specifice. Multe dintre cele mai importante descoperiri în știință și tehnologie care au fost făcute de oamenii de știință chinezi au anticipat de mult descoperiri în alte țări, în special în Europa de Vest.

Cuvinte cheie: Istoria Didacticii Matematice, civilizația Chinei Antice, probleme remarcabile, hieroglife, cărți monumente matematice.

Abstract. Chinese culture, including their mathematics, has very ancient and specific roots. Many of the most important discoveries in science and technology that have been made by Chinese scientists have long anticipated discoveries in other countries, especially Western Europe.

Keywords: History of Didactics of Mathematics, civilization of Ancient China, remarkable problems, hieroglyphs, books mathematical monuments

*Trei căi duc spre cunoaștere,
calea cugetării – cea mai distinsă și respectabilă,
calea imitării – cea mai ușoară și mai accesibilă,
calea experienței personale – calea cea mai amară ...
Confucius*

Apariția civilizației chineze pe malurile fluviului Huang – Ho (fluviul Galben) este atestată către începutul mileniului al II-lea î.e.n. S-a păstrat notările cifrelor pe zarurile de ghicit din secolul al XIV-lea î.e.n. pe cioburile veselelor din secolul XIII – XII î.e.n. Sunt atestate imagini cu ornamente geometrice având ca părți componente poligoane regulate cu 5, 7, 8, 9 laturi. Cultura chineză, inclusiv și matematica lor, are rădăcini foarte vechi și specifice. Multe dintre cele mai importante descoperiri în știință și tehnică, care au fost realizate de savanții chinezi, cu mult au anticipat descoperirile din alte țări, în special, din vestul Europei.

Pentru întâia oară în istoria tehnicii mondiale savanții chinezi au inventat busola (*sec. III î.e.n.*), seismograful (*sec. II e.n.*) și spidometrul. Cu mult înaintea europenilor poporul chinez s-a învățat a prepara silitra pentru obținerea prafului de pușcă (*sec. X e.n.*). Încă în secolul al VII-lea î.e.n. meșterii iscusiți din popor posedau secretul producerii porțelanului. Este cunoscut de asemenea, că China este – patria mătăsii, vopselelor uimitoare și a lacului. În secolul al XI-lea e.n. fierarul Bi Șen a inventat tiparul cărților cu buchii mobile (*cu litere*), care după idee și construcție puțin diferă de cele moderne.

În China a apărut astronomia descriptivă, adică știința despre corpurile cerești și calendarul. Deja în adâncă antichitate savanții chinezi duceau observări sistematice asupra

bolții cerești, urmăreau sistematic poziția și mișcarea astrilor cerești. Încă din secolul al IV-lea î.e.n. astronomul chinez Și Șiăni a alcătuit primul catalog cunoscut stelar (*lista de inventariere*), în care sunt date descrierile a 800 stele. În partea europeană un catalog analog a fost alcătuit prin secolul al II-lea e.n. (*catalogul lui Hiparh*).

Observările asupra boltii stelare astronomii chinezi efectuau în încăperi în mod special înzestrate cu aparatajul necesar numite observatorii. Un monument antic al astronomiei chineze la momentul actual este observatorul din Beijing cu utilajul ei antic construit la o periferie a orașului Beijing în 1279.

În vasta lucrare (în 5 volume) *Culegere de lucrări din istoria matematicii* a lui Li Yen, scrisă în 1954–1955 se indică următoarea periodizare a istoriei matematicii chineze: I. Perioada veche: a) Antică (2750 î.e.n. – 200 e.n.), b) Medie (200 – 1000 e.n.), c) Veche propriu-zisă (1000 – 1367 e.n.); II. Perioada nouă (1367 – 1750); III. Perioada modernă. Filele expuse în lucrarea dată se referă la civilizația Chinei din perioada veche, numită de autori – civilizația Chinei Antice, adică care se raportează la anii 2750 î.e.n. – 1367 e.n.

Încă din antichitate chinezii posedau un sistem de numerație bine pus la punct, probabil împrumutate de la alte civilizații mult mai vechi despre care nu s-au păstrat informații – să zicem, în cel mai adecvat caz, civilizațiile ariene de păstori și vânători. Această civilizație cunoștea și aplica în mod impecabil evidența calendarului și lucrările de observări astronomice (*este curios că majoritatea civilizațiilor lumii folosesc cele 12 semne ale zodiacului, cu toate că unele idei nu au ce reprezintă să zicem Ursa Mare*), care în mod implicit presupun ca necesare cunoștințe matematice avansate. Din această perioadă antică există indicații privitoare la un sistem de predare a aritmeticii la copii bazate pe folclor. În perioada medie cercetările matematice și astronomice se perfectează și aceasta coincide cu marele construcții hidrotehnice (*Marele Canal*), construirea drumurilor și a marelui zid chinez. *Coeficientul cercului*, adică π (π) are aproximările $\sqrt{10}$; $92/29$; $355/113$, utilizând poligoane regulate până la 3072 laturi (3×2^{10}). Realizările în domeniul matematicii, până la această perioadă, sunt cuprinse în zece cărți clasice, dintre cea mai importantă este **Tin-Cijan** (*Matematica în nouă cărți*). Către această epocă, când au înflorit o sută de școli de savanți, se referă activitatea eminentului înțelept Confucius (551-479 î.e.n.), care a elaborat fundamentele învățaturii despre „*comportamentul virtuos*” (*doctrina lui și astăzi veste una de stat*). *Matematică în nouă cărți* (sec. III î.e.n.) este o operă colectivă care cuprinde 246 probleme diverse, împreună cu soluțiile lor. Conținutul fiecărei probleme este selectat din agricultură, construcții și negustorie. Informații despre această carte ne-au parvenit de la Liu Huei (263 e.n.). Cel mai mare număr întâlnit în această carte este $1.644.866.437.500$ care urma încă să fie înmulțit cu $16/9$. Pentru a uita tradițiile trecute împăratul Qin Shihuangdi în anul 221 î.e.n. a dat ordin să ardă toate cărțile. Însă deja, nu mult după acest eveniment oribil, în secolul al II-lea î.e.n., a fost inventată hârtia și au început să fie restabilite cărțile vechi. Pe timpul

dinastiei Tang (618-907 e.n.) China, ca o țară înfloritoare, se întindea de la Pacific, până în Tibet. Se inventează tiparul cu litere gravate (*sec. VII*), iar mai târziu (*sec. IX*) tiparul cu litere mobile. Unele surse informaționale consemnează utilizarea unui tipar cu litere de argilă (1048). Marele canal, de 1700 km (*începe în sec. VII și este terminat în sec. XIII*), lega Sudul cu Nordul țării. În secolul al VIII-lea în China se răspândește budismul. O dată cu aceste realizări, în paralel, se dezvoltă comerțul și, implicit, aparatul birocratic. În rândul funcționarilor care lucrau în acest aparat se putea intra doar numai pe baza unui examen de admitere, din care nu lipsea matematica. La Academia Imperială, cea mai superioară instituție de învățământ în China acelor timpuri, matematica se învăța timp de 7 ani. Tot în acest timp se înființează primele instituții științifice precum „*Camera învățaților*” și „*Biroul de astronomie*”. Algebristul-astronom Van-Siao rezolva ecuații până la gradul III. Tot în această perioadă se face o măsurare a gradului de meridian (1725), evaluată la 351 hi 80 pu, al cărei echivalent actual nu se cunoaște. Un călător arab scrie că pe timpul dinastiei Tang, capitala Canton (*Guan-Cijou*) număra 120 000 străini. China avea pe acele timpuri 3260 matematicieni diplomați. Datorită contractelor cu Iranul și Asia Centrală, se dezvoltă astfel de cunoștințe matematice ca cunoștințe de geometrie și algebră. Prin 1248, în lucrarea ***Te iuan Rai jin*** (*Oglinda marină*) a lui Li-Ye (1178-1265), se dă o regulă de aflare a rădăcinilor raționale ale unei ecuații de gradul superior.

În perioada nouă (dinastiile Ming și Qing) marchează o evidentă stagnare a culturii matematice, secolele XIII, XIV, fiind caracterizate de cuceririle mongole. Se importă din Europa calculele cu logaritmi, precum și unele noțiuni de trigonometrie. Pe la 1607 misionarul Mateo Ricci (*Li*) traduce primele 6 cărți din *Elementele* lui Euclid. Evenimentele mai importante sunt legate de calendar, abac (*su-an-pan*) și unele aplicații practice. Se dezvoltă scrisul chinez sub formă de hieroglife (la momentul actual alcătuit din 49000 hieroglife în fond se utilizează și funcționează doar 5000).

Deși cotropită de manciurieni (secolul al XVIII-lea), apoi servită capitalului străin, această perioadă înregistrează o relativă înviorare a matematicii chineze. Se reeditează cele 10 cărți clasice și se fac cercetări în noile ramuri ale matematicii. A fost creată enciclopedia chineză *Culegerea completă de cărți, hărți, desene tehnice, plane și desene din timpurile antice până la momentul actual* în 5163 volume.

Realizări matematice științifice:

1. *Matematică în nouă cărți* (sec. III î.e.n.) – operă matematică colectivă de o importanță incontestabilă, care cuprinde 246 probleme diverse, împreună cu soluțiile lor, probleme cu conținut de agricultură, construcții și negustorie. Informații despre această carte ne-au parvenit de la Liu Huei (263 e.n.). Cel mai mare număr întâlnit aici este 1.644.866.437.500 care urma încă să fie înmulțit cu 16/9.
2. *Începutul artei de calcul* (o istorie a matematicii chineze până către finele secolul al XVI-lea) – operă matematică compusă din 12 cărți în care sânt atestate informații și

- probleme din cele mai variate compartimente ale matematicii: aritmetică, geometrie, algebră unele împrumutate din *Matematica în nouă cărți*.
3. *9 secții ale artei de calcul* (circa anul 1247) – operă matematică importantă considerată ca un comentariu al unui tratat antic din secolul al VIII-lea cu denumirea ***Taen lin-Șu***, care cuprinde diverse probleme matematice.
 4. Suan-Pan-ul – un dispozitiv de calcul numeric practic, care permite de a realiza cu succes operațiile de adunare, scădere, înmulțire și împărțire a numerelor, inventat în adâncă antichitate.
 5. Printre cele mai importante realizări matematice chineze se poate remarca: Regula celor două false presupuneri; Introducerea numerelor negative; Introducerea numărului zero; Operația de extragere a rădăcinilor; Introducerea fracțiilor zecimale; Introducerea metodelor de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare și a ecuațiilor algebrice de gradul superior; Cunoașterea numerelor pitagoriene; Calcularea ariilor figurilor plane; Reguli de calcularea volumelor: paralelipipedului, prisme și a corpurilor de formă prismatică, a cilindrului, conului și a trunchiului de con; Rezolvarea problemelor în baza asemănării triunghiurilor dreptunghice; Introducerea în uz a ideii de matrice și regulile de operație cu ele; Utilizarea teoriei resturilor; Extragerea rădăcinii de orice ordin.
 6. Ei au cunoscut *legea referitoare la catete și ipotenuză* – regula *gou-gu*, adică teorema lui Pitagora, pentru triunghiul dreptunghic cu laturile 3, 4, 5 circa 2200 ani î.e.n.
 7. Chinezii antici calculau volumul unui con circular drept după formula $V = \frac{h}{3} \cdot \frac{c^2}{4\pi}$, presupunând, că $\pi = 3$.
 8. Se cunoștea formula de calculare a volumului triunghiului de con, care se determina după formula $V = \frac{(cc+C^2+c^2) \cdot h}{36}$ sau, punând $\pi = 3$, căpătăm $V = \frac{h}{3} \cdot \frac{Cc+C^2+c^2}{4\pi}$, unde C și c – sânt lungimile cercurilor bazelor de jos și de sus, iar h – înălțimea trunchiului de con.
 9. În China a apărut astronomia descriptivă, adică știința despre corpurile cerești și calendar, datorită cărei astronomii chinezi puteau prezice eclipse de soare și de lună și de a determina succesiunea periodică de apariție a lor.
 10. Primul catalog stelar din lume (sec. IV î.e.n.) în care sânt descrise 800 de stele de pe sfera vizibilă.
 11. Prima hartă stelară din lume (anul 1193 î.e.n.) imprimată pe o piatră de dimensiuni imense care descrie 1140 stele.
 12. Erau cunoscute perioadele de rotație a mișcării planetelor Miercuriu, Venera, Marte, Jupiter, Saturn (către î.e.n.).
 13. Este construit observatorul astronomic de la Beijing (Pekin) (reconstruit în anul 1729 e.n.).

14. Prima rachetă zburătoare (1200).
15. Se construiește marele zid cu o lungime de peste de 6000 km (*începe în anul 316 î.e.n.*), care apăra țara de năvălirea popoarelor nomade din nord.
16. Se construiește marele canal de 2574 km (*începe în secolul al VII-lea și terminat în secolul al XIV-lea*), care lega Sudul cu Nordul țării.
17. Pe timpul dinastiei Min (sec. XIV-XVII) a fost introdus un semn ce nota ordinul lipsă – un cerculeț analogul zeroului nostru de astăzi.
18. Pentru a nu încurca ordinele se utilizau anumite hieroglife care serveau ca *de serviciu* și care erau scrise după hieroglifa de bază. Ele indicau ce valoare capătă hieroglifa-cifră în ordinul dat.
19. Această civilizație a editat *culegerea completă de cărți, hărți, desene tehnice, plane și desene din timpurile antice până la momentul actual* în 5163 volume în baza cărui a apărut dicționarul enciclopedic chinez inițiat în secolul al XV-lea alcătuit din 11095 cărți.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii. Antichitatea până la secolul VI (XIII)*. Pitești: Nomina, 2009. 457 p.
2. AVDIEV, V.I. *Istoria Orientului Antic*. București: Editura de Stat, 1951. 424 p.
3. БЕРЕЗКИНА, Э.И. *Математика древнего Китая*. Москва: Наука, 1980.
4. ДЕПМАН, И.Я. *История арифметики*. Москва: Издательство Просвещение, 1965 г. 415 с.
5. ВЫГОДСКИЙ, М.Я. *Арифметика и алгебра в древнем мире*. Москва: Издательство Наука, 1967г. 368 с.
6. ЧИСТЯКОВ, В.Д. *Материалы по истории математики в Китае и Индии*. Москва: Учпедгиз, 1960 г. 168 с.

STUDIAREA GEOMETRIEI GIMNAZIALE PRIN CONȚINUTURI PRACTICE APLICATIVE ÎN CLASA A V-A

Valentina GHIMP, profesor de matematică

<https://orcid.org/0000-0002-9455-3436>

Liceul Teoretic Mălăiești, Criuleni, RM

Abstract. Interpretarea practică geometrică a noțiunilor matematice poate contribui substanțial la atașamentul elevilor de a înțelege și de a înțelege mult mai profund și clar sensul logic al fiecărei formule, teoreme matematice, care printr-o astfel de expunere devin pline de pulsul vieții, capătă sensibilitate, sunt accesibile, ușor de asimilat și de înțeles. De aici devine mult mai ușor să se determine cele mai raționale modalități de rezolvare a problemelor/sarcinilor, crește interesul pentru ocupațiile matematice.

Cuvinte cheie: Geometrie practică, educație matematică non-standard, măsurători, estimări, comparații, calcule matematice, demonstrații simple, construcții intuitive.

Abstract. The practical geometric interpretation of mathematical notions can substantially contribute to students' attachment to understand and grasp much more deeply and clearly the logical meaning of each formula, mathematical theorems, which through such exposure become full of the pulse of life, acquire sensitivity, are accessible, easily assimilated and understood. From here it becomes much easier to determine the most rational ways of solving problems/tasks, increases interest in mathematical occupations.

Keywords: Practical geometry, non-standard mathematical education, measurements, estimates, comparisons, mathematical calculations, simple demonstrations, intuitive constructions.

*Multe lucruri aș fi fost capabil să cunosc și să înțeleg
dacă mi se explicau
prin aplicarea practică a celor învățate ...*

Un fost elev mediocru, care se hrănește prin meseria practică
bazată pe geometria populară

Materia de studiu care se studiază în școală este tratată destul de formal și ruptă de la realitatea cotidiană, este o neconcordanță uluitoare, accentele fiind puse doar pe expunerea teoretică, fără a lua în considerație cerințele stringente ale vieții, cerințelor și necesitățile altor discipline de studiu, cum ar fi, fizica, chimia etc.

O fortificare a orientării practice a educației matematice în gimnaziu într-o măsură oarecare va contribui la soluționarea problemelor de formare a unei cosmografii adecvate cu referire la structura mediului ambiant și cea a Universului.

O interpretare geometrică practic aplicativă a noțiunilor matematice poate contribui substanțial la atașamentul elevilor de a înțelege și a sesiza mult mai profund și plin de claritate sensul logic al fiecărei formule, teoreme matematice, care printr-o astfel de expunere devin pline de pulsul vieții, capătă sensibilitate, sunt accesibile, ușor sunt asimilate și înțelese. De aici devine mult mai lesne de a determina cele mai raționale căi de soluționare a problemelor/însărcinărilor, sporește interesul față de ocupațiile matematice.

O altă pricină a unei slabe orientări practice a cursului de geometrie preuniversitară este legată de particularitățile construirii unui sistem adecvat de sarcini didactice. O mare importanță în realizarea unei legături între teorie și practica cotidiană în cazul studierii matematicii, îndeosebi la compartimentul legat de studierea noțiunilor din geometrie, îl au problemele/lucrările practice (în continuare în text se va utiliza termenul sarcini didactice) speciale aplicative: sarcini didactice, care pot fi soluționate doar prin metode constructive cu aplicarea și folosirea concretă a măsurărilor, construcțiilor, reprezentărilor, modelării geometrice concrete. În procesul îndeplinirii acestor sarcini didactice într-o unitate organică se realizează perfecționarea deprinderilor de a măsura, construi, reprezenta, modela, a efectua calcule aproximative. Din aceste considerente sistemul de sarcini didactice este orientată spre o dezvoltare a competențelor constructiviste și a deprinderilor de a aplica în practica cotidiană a cunoștințelor achiziționate în procesul educațional la matematică.

Sarcinile didactice constituie acel mijloc didactic, fără de aplicarea cărui nu se poate obține o însușire temeinică, conștientă, clară a conținuturilor de învățare, o dezvoltare și educare multilaterală, un atașament al elevilor la o muncă intelectuală conștientă și creativă. O dozare corectă a conținuturilor, a rolului și locului fiecărei însărcinări matematice în educația matematică, constituie o cerință esențială față de sistemul de însărcinări la geometria gimnazială. Sistemul de însărcinări la fiecare temă din conținuturile studiate nu trebuie să fie ca ceva izolat, ci trebuie să fie legat temeinic cu materia problematică, să contribuie la soluționarea principalelor obiective educaționale, instructive, prevăzute în curriculumul actual. Însărcinările trebuie să ia în considerație particularitățile individuale ale elevilor, în particular nivelul lor de pregătire, capacități, competențe, capacitatea de muncă. Din aceste considerente astfel de însărcinări trebuie să fie realizate în grupuri de elevi omogene după componența lor.

În procesul de lucru la realizarea sarcini didactice elevii trebuie să mânuiască în mod competent cele mai variate instrumente: rigle, benzi, raportor, șubler, micrometru, pantograf, paletă, scară, compas etc. Este bine de a-i instrui de a se folosi de cele mai variate procedee și mijloace de calcul: tabele, nomograme, rigle de calcul, microcalculator etc. Elevii trebuie să aleagă de sine stătător ce instrument și ce modalitate de a calcula este mult mai eficientă în fiecare caz aparte, pentru a obține rezultatul scontat, fie exact, fie aproximativ și să aplice corect regulile calculului aproximativ. Elevii trebuie să capete deprinderi de a se folosi corect de sursele informaționale necesare în fiecare caz aparte: manual, literatură informațională de specialitate, tabele, internet, ce contribuie la dezvoltarea deprinderilor de a lucra în mod individual și independent, un mare spor către pregătirea de a activa performant în opera mare de autoinstruire și profesionalism.

E bine aici de atras atenția la maxima lui Platon „*Tu știi că cei care se ocupă de geometrie se folosesc de figuri vizibile și fac judecăți asupra lor, deși nu se gândesc la*

aceste figuri ci la altele din mediul ambiant cu care se aseamănă. Astfel ei fac raționamente asupra pătratului în sine, asupra diagonalei în sine și nu asupra diagonalei pe care au desenat-o ... Aceste figuri sunt pentru ei numai niște imagini, dar ei nu se gândesc decât la celelalte figuri, care nu pot fi concepute decât cu mintea ... ”

În clasa a V-a se operează cu noțiuni elementare geometrice, ce pot fi măsurate, ca: segmentul, operații cu segmente, unghiuri, măsură în grade, cerc, diametrul unui cerc, coardă, arc de cerc, lungimea unei linii frânte, perimetrul unei figuri geometrice cunoscute (pătrat, dreptunghi, triunghi), aria pătratului, dreptunghiului și a triunghiului, dar deja cât se poate mai aproape de rigoarea matematică, având la bază definiția noțiunii date.

Sarcinile didactice pot fi de tipul: **a) de constatare și descriere:** estimare din ochi, joc didactic, construcții elementare, comparare după anumite caracteristici, citire a unui desen tehnic etc.; **b) de calcul numeric:** Determinați toate triunghiurile cu laturile exprimate în numere naturale și care au perimetrul 18., Un împărat cu împărăția de forma unui dreptunghi cu laturile de 60 km și 74 km, avea trei fete de măritat. Cea mai mare dintre surori s-a măritat cu un prinț și a primit jumătate din toată împărăția. Cea de-a doua soră s-a măritat cu un mare dregător și a primit drept zestre din ceea ce a rămas din împărăția inițială o întindere de forma unui pătrat cu perimetrul egal cu 148 km. Cea mai mică a primit o moștenire cu o arie de 850 km. p. 999965 m. p. Ce parte din împărăție i-a revenit fiecărei din surori și ce și-a lăsat pentru sine împăratul? (R: Surorii mai mari i-a revenit 2220 km. p. din împărăție. Surorii mijlocii – 1369 km. p. Meziei – 850 km. p. 999965 m. p. Împăratului i-au rămas 35 m. p.) Centrul seismic Vrancea se află în Carpații de curbură la o distanță de cca 40 km de la Focșani. Undele de transmitere a unui cutremur de pământ se răspândesc pe suprafața terestră a Pământului cu o viteză de până la 800 m/s. Ce arie a suprafeței Globului Pământesc poate fi cuprinsă de calamitatea seismică peste 1 minut de la apariția cutremurului? Peste cât timp populația Focșanilor pot simți efectul undelor seismice? Dar cei de la Chișinău sau Vadul lui Vodă, care se află la o distanță de 400 km de la Focșani? (R: În nu mai puțin de 8,(3) s. 7238 km. p. *Indicație:* 1) $800 \text{ m/s} \times 60 \text{ s} = 48000 \text{ m} = 48 \text{ km. p.}$ 2) $A = \pi R^2 = 3,14 \times 48 \times 48 \approx 7238$. La Chișinău sau Vadul lui Vodă undele seismice pot fi atestate peste 8,33 min. *Indicație:* $400 \text{ km} : 800 \text{ m/s.} = 400000 : 800 \text{ s} = 500 \text{ s.} \approx 8,33 \text{ min.}$) . Ana de ziua Drapelului Țării a primit cadou de la buni 336 m de panglică tricoloră. Ei i-au cerut Anei să împartă toată panglica în șase părți astfel, încât: prima și ultima parte care se vor obține să fie egale între ele, cea de a doua parte să fie de trei ori mai mare decât prima, cea de a treia parte – de patru ori mai mare decât ultima, cea de a patra – în jumătate ca a treia, cea de a cincea – de cinci ori mai mare decât ultima. Câți metri de panglică revin la fiecare parte tăiată de la panglica primită cadou de către Ana? (R: Prima parte conține 21 m, a doua – 63 m, a treia – 84 m, a patra – 42 m, a cincea – 105 m, a șasea – 21 m.); **c) de demonstrație:** În localitate sunt 10 străzi paralele una cu alta, iar altele 10 străzi le intersectează pe primele sub un unghi drept. Demonstrează, care

este numărul minimal de cotituri pentru a avea un itinerar turistic închis, care să treacă în mod obligatoriu prin toate intersecțiile a oricăror două străzi. (R: *Așa ceva puteți realiza pe un desen executat de sine stătător, când avem la dispoziție 20 de cotituri. Se poate de demonstrat că mai puțin de 20 de cotituri în cazul intersecției a 10×10 străzi, nu poate fi. Cercetăm o serie de 10 străzi pe o oarecare direcție. E mai bine de cotit la fiecare intersecție. Dacă deplasarea trebuie să fie executată pe fiecare dintre cele 20 străzi, atunci cu certitudine pe fiecare dintre străzi vor fi cel puțin 2 cotituri (doar pe 10 străzi într-o direcție). Ceea ce și trebuia de demonstrat. Dacă însă se va găsi o astfel de stradă, pe care totuși deplasarea nu s-a realizat, atunci deplasarea trebuie să fi făcut pe alte 10 străzi perpendiculare la ea. La acest caz (la strada dată) putem aplica același mod de cugetare.);*

d) de construcție: Construim două pătrate identice cu dimensiunile: 2×2 (cm). Primul pătrat îl împărțim în 4 sferturi după axele simetrice ale laturilor. Al doilea pătrat îl împărțim în 4 sferturi după diagonalele pătratelor. Care sfert al pătratului are aria mai mare, cel obținut după axele de simetrie sau cel obținut după diagonale? (R: *Ariile lor sunt egale.*)

Bibliografie

1. DĂNCILĂ, I. *Geometria de care ai nevoie la școală, la examene, la concursuri*. București: Teora, 1997. 310 p.
2. MARIN, A. *Geometria pentru învățători*. București, 1839. 234 p.
3. MARIN, A. *Geometria practică. Moș Pătru sau învățătorul de la sat. Convorbiri asupra geometriei*. București, 1839. 231 p.
4. VARDANEAN, S.S. *Probleme la planimetrie cu conținut practic*. Moscova: Prosveșcenie, 1989. 144 p. (în rusă: Варданиян С.С. *Задачи по планиметрии с практическим содержанием*. Москва: Просвещение, 1989 г., 144 стр.)
5. VELIKINA, P.I. *Culegere de probleme de geometrie pentru școala de 8 ani*. Moscova: Prosveșcenie, 1964. 167 p. (în rusă: Великина П.Я. *Сборник задач по геометрии для восьмилетней школы*. Москва: Просвещение, 1964 г., 167 стр.)

MĂRIMI CARACTERISTICE CURENTULUI ALTERNATIV ASPECTE MATEMATICE

Serghei MAFTEA, dr. științe fizico-matematice

<https://orcid.org/0000-0001-9497-2967>

Academia „Ștefan cel Mare” a MAI, Chișinău, RM

Rezumat. Articolul este orientat spre prezentarea de aspecte matematice, precum sunt valori ale funcțiilor, formule, reprezentarea grafică a funcțiilor și alte elemente specifice, care pot fi aplicate în reliefaarea legăturii existente cu ramura fizicii ce se proiectează în mărimi caracteristice curentului alternativ monofazat și nu numai.

Cuvinte cheie: matematică, educație STEM/STEAM, trigonometrie, tensiune, flux.

Abstract. The article is oriented towards the presentation of mathematical aspects, such as function values, formulas, drawing graphs of functions and other specific elements, which can be applied in highlighting the existing link with the branch of physics that is projected in sizes characteristic of single-phase alternating current and not only

Keywords: mathematics, STEM/STEAM education, trigonometry, voltage, flux.

Educația STEM/STEAM este o abordare educațională care integrează știința, tehnologia, ingineria, matematica și artele, fiind direcționată pe dezvoltarea abilităților de gândire critică, rezolvare de probleme și rezolvare creativă a problemelor. Matematica și fizica sunt două discipline STEM esențiale pentru dezvoltarea acestor abilități atât din perspectiva limbajului necesar științei și ingineriei, cât și din cel al necesității de a studia fenomene și realități ale naturii.

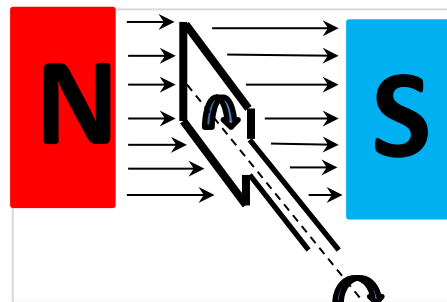
Educația STEM prin matematică poate ajuta elevii să dezvolte abilitățile de gândire critică, rezolvare de probleme și rezolvare creativă a problemelor. Această abordare educațională poate pregăti elevii pentru succes în carierele STEM, precum și în alte domenii.

Exemplele de activități de educație STEM propuse în continuare pentru a fi implementate la lecțiile de matematică vizează dezvoltarea de competențe privind lucrul cu modelarea matematică a unui sistem fizic, rezolvarea de probleme matematice cu caracter aplicativ și desigur privind formarea de atitudini ce promovează luarea de decizii matematice.

Alegerea evidențierii conexiunii dintre fizică și matematică prin subiectul curentul alternativ este relaționat și de faptul că acesta este utilizat pe scară largă în aplicații electrice și electronice. Curentul alternativ fiind sursa de alimentare standard pentru majoritatea dispozitivelor electrice și electronice. Curentul alternativ este un curent electric al cărui sens se schimbă periodic, spre deosebire de curentul continuu, al cărui sens este unidirecțional. Forma de undă uzuală a curentului alternativ este sinusoidală

cea ce induce legătura cu matematica și prin intermediul trigonometriei. Acest tip de curent este caracterizat de mai multe tipuri de mărimi precum tensiunea electromotoare, fluxul magnetic, amplitudinea, pulsația, faza etc.

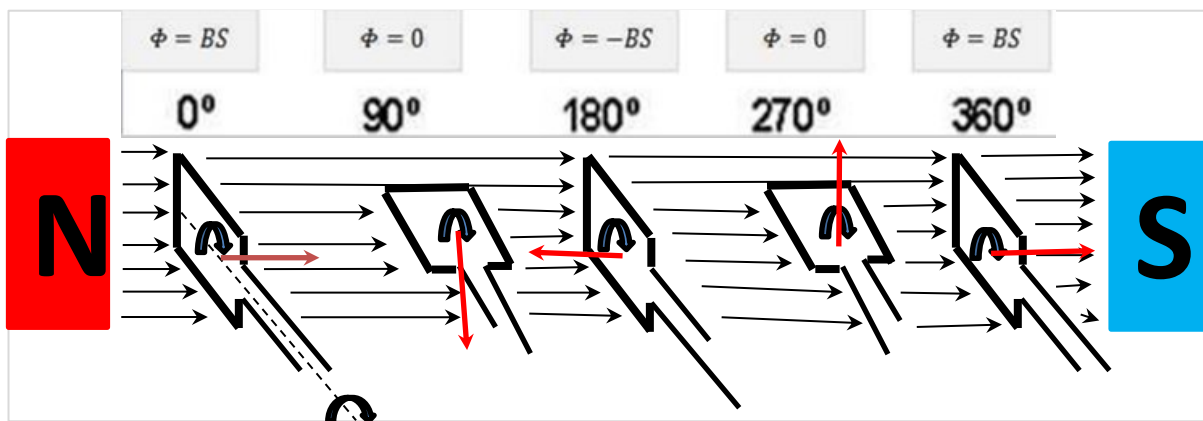
În vederea explicării practice a curentului alternativ se prezintă exemplul prin care se obține un curent alternativ numit curent alternativ monofazat. În acest sens, este considerat efectul obținut la plasarea unei spire într-un câmp magnetic omogen și situația când viteza unghiulară, cu care spira se rotește în jurul unei axe perpendiculare pe direcția liniilor de câmp magnetic (linii imaginare, care au rolul de a descrie câmpul magnetic și care sînt întotdeauna linii închise, fără început sau sfârșit) este ω . Ca urmare a aplicării legii inducției electromagnetice (Faraday), se obține o *t.e.m. alternativă* sinusoidală, deci și curentul respectiv este alternativ.



Pentru a evidenția relația dintre geometria suprafețelor intersectate, liniile câmpului magnetic și inducția magnetică se folosește noțiunea de *flux magnetic*. Determinarea fluxului magnetic permite de a putea vorbi despre configurația spațială a câmpului magnetic. Fluxul magnetic, în cazul în care unghiul dintre planul spirei și un plan perpendicular pe liniile de câmp magnetic (normala la planul liniilor de câmp magnetic) formează unghiul α , inducția magnetică este B , iar S este suprafața delimitată de spirală, se determină prin formula:

$$\Phi = BS \cos \alpha.$$

Din punct de vedere al matematicii acest exemplu generează mai multe probleme ce pot fi discutate și cercetate cu elevii la disciplina Matematica clasa a 10 în cadrul lecțiilor de sinteză. Astfel, în vederea aplicării proprietăților funcțiilor trigonometrice se poate discuta despre cazul *când fluxul magnetic care străbate suprafața delimitată de spirală, are valoarea maximală, minimală etc.*

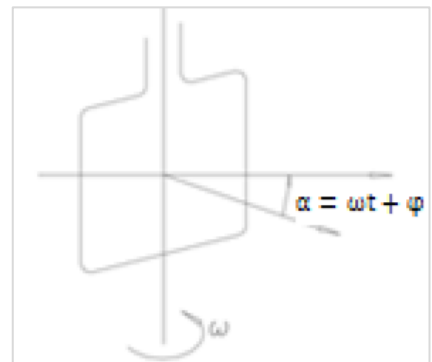


Aici, intervin cunoștințele despre domeniul de valori al funcției cosinus și faptul că măsura unghiului α , în situația examinată, este cuprinsă între 0 și 2π . În aceste condiții, bazându-se pe valorile funcției cosinus, elevii, pentru măsura unghiului, trebuie să aleagă valorile corespunzătoare zero. Așadar pentru $\alpha=0$ se obține $\cos \alpha=1$. Ca urmare $\Phi = BS$ și această valoare este notată prin Φ_m .

Acest rezultat, din punct de vedere al geometriei, implică că fluxul magnetic care străbate suprafața delimitată de spiră obține valoarea maximală atunci când normala la planul spirei coincide cu direcția liniilor de câmp magnetic.

O altă problemă ce poate fi abordată în cadrul lecției de matematică, referitor la subiectul discutat, ține de **obținerea formulei pentru fluxul magnetic în condiția prezentată, cea de rotație a spirei cu o careva viteză unghiulară ω** .

În această situație, presupunând că viteză unghiulară ω , cu care se rotește spira, este constantă, elevii trebuie să genereze relația care ar exprima măsura unghiului α în dependență de timp și anume: $\alpha = \omega t + \varphi$, unde t este un oarecare moment de timp, φ este unghiul format, la momentul inițial de timp $t = 0$, între normala la planul spirei și direcția liniilor de câmp magnetic. Ca rezultat, se obține următoarea formulă: $\Phi(t) = \Phi_m \cos(\omega t + \varphi)$.



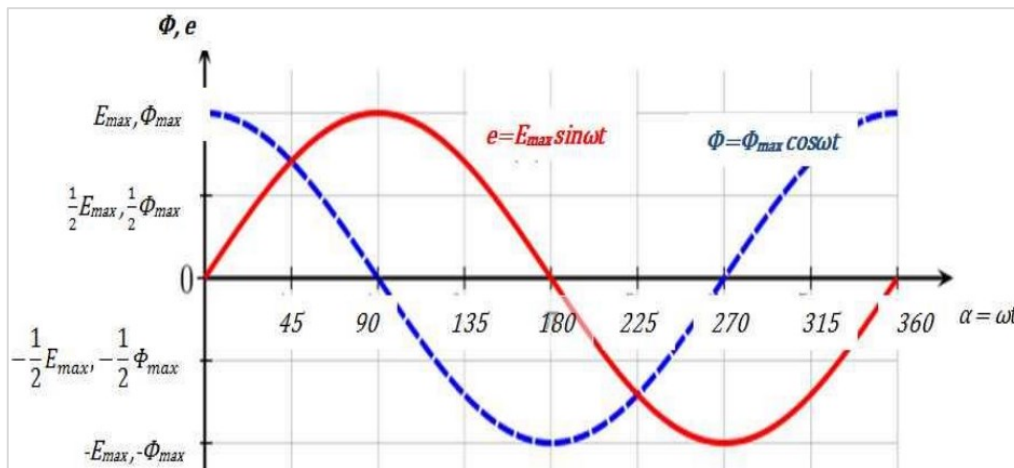
O altă mărime ce caracterizează curentul alternativ monofazat este tensiunea electromotoare indusă, care se obține din formula: $e(t) = E_m \sin(\omega t + \varphi)$, unde $E_m = \omega \Phi_m$.

Problema care poate fi formulată este următoarea: **Să se determine măsura unghiului α pentru care inducția electromotoare indusă este maximală și respectiv minimală.**

Elevii folosind proprietățile funcției sinus apreciază că valoarea maximală se obține pentru $\alpha = \frac{\pi}{2} + 2k\pi, k \in Z$, valoarea nulă pentru $\alpha = k\pi, k \in Z$ și valoarea minimală $\alpha = \frac{3\pi}{2} + 2k\pi, k \in Z$. Deci, $E_m = \omega \Phi_m$ reprezintă valoarea maximală, fiind numită și **amplitudine** a tensiunii electromotoare alternative.

O altă problemă ce poate fi propusă și care este necesară pentru a consolida cunoștințele de reprezentare a graficelor funcțiilor trigonometrice este: **Să se reprezinte schematic graficul fluxului magnetic ce străbate suprafața spirelor circuitului și a tensiunii electromotoare timp de o perioadă (o rotație completă de 360 de grade) pentru cazul $\varphi=0$.**

Pornind de la formulele $\Phi(t) = \Phi_m \cos(\omega t + \varphi)$, $e(t) = E_m \sin(\omega t + \varphi)$ și $E_m = \omega \Phi_m$ problema se reduce la reprezentarea grafică pentru $\Phi(t) = \Phi_m \cos \omega t$ și $e(t) = E_m \sin \omega t$.



De asemenea, în contextul acestei probleme se pot formula diverse alte sarcini, care servesc inclusiv pentru evidențierea a diferite alte aspecte ale fizicii prin intermediul cunoștințelor matematice:

- Stabiliți defazajul dintre tensiunea electromotoare și fluxul magnetic (este defazat cu $\frac{\pi}{2}$)
- Stabiliți modulul raportul dintre valoarea tensiunii electromotoare și fluxul magnetic (este egal cu ω).
- Care este funcția cu ajutorul este descrisă *tensiunea electromotoare indusă* într-o rotație completă a spirei (se spune că aceasta are o *variație sinusoidală*).
- Stabiliți numărul care reprezintă de câte ori se modifică sensul tensiunii electromotoare și deci a curentului indus în circuitul exterior (se modifică de 2 ori, deoarece în prima jumătate a perioadei tensiunea electromotoare indusă are o anumită polaritate și curentul în circuitul exterior va avea un anumit sens; în a doua jumătate a perioadei tensiunea electromotoare indusă are sens opus și curentul va circula în circuitul exterior în sens invers. Ca urmare tensiunea generată în acest fel va fi o mărime alternativă sinusoidală).

Prin „mărime sinusoidală” se înțelege o mărime alternativă a cărei expresie analitică are ca factor funcția „sinus”, fiind prezentată de formula de forma: $x(t) = X_m \sin(\omega t + \varphi)$, unde: X_m este valoarea maximală (aceasta este numită și amplitudinea semnalului); ω este viteza unghiulară de rotație (aceasta este numită și pulsație); φ este faza inițială, $\omega t + \varphi$ este argumentul sau faza semnalului.

Pornind de la prezența unui curent alternativ într-un circuit și de la *formulele legii lui Ohm* pentru intensitatea curentului generat în circuit se obține formula:

$$i(t) = \frac{e(t)}{R + r} = I_m \sin(\omega t + \varphi),$$

iar pentru tensiunea din circuit se obține:

$$u(t) = i(t)R = U_m \sin(\omega t + \varphi).$$

I_m și U_m reprezintă valorile maxime corespunzătoare mărimilor respective.

Problema care poate fi propusă se referă la aplicarea formulelor de transformare a produsului în sumă și este următoarea: ***Se considerăm un circuit prin care trece curentul $i(t) = \sqrt{2}I \sin(\omega t + \varphi_2)$ și în care unui dipol liniar i se aplică tensiunea sinusoidală $u(t) = \sqrt{2}U \sin(\omega t + \varphi_1)$. Să se determine puterea instantanee a dipolului.***

Soluția inițial este demarată de la formula prin care se exprimă legătura dintre mărimile *putere*, *intensitate* și *tensiune*, care este $p(t) = i(t)u(t)$. De asemenea, este necesar ca elevii să aplice formulele trigonometrice în vederea exprimării produsului dintre sinus. Se obține

$$p(t) = 2UI \sin(\omega t + \varphi_2) \sin(\omega t + \varphi_1) = UI \cos(\varphi_2 - \varphi_1) - UI \cos(2\omega t + \varphi_1 + \varphi_2).$$

Prin prezentarea acestor aspecte ale matematicii în vederea susținerii înțelegerii și însușirii de mărimi caracteristice asociate curentului alternativ sîntem în fața fundamentării conceptului de transdisciplinaritate ca element de bază în educația STEM/STEAM. Acesta din urmă fiind un concept care implică colaborarea și integrarea ideilor, metodelor și conceptelor din diferite domenii, în acest caz matematică și fizică, pentru a aborda probleme complexe sau pentru a dezvolta înțelegerea într-un mod cât mai cuprinzător și temeinic. În ceea ce privește transdisciplinaritatea în matematică și fizică, cele prezentate se referă mai degrabă la *fizica matematică*. Fizica matematică fiind o platformă care se concentrează pe dezvoltarea și aplicarea tehnicilor matematice pentru a rezolva probleme din fizică. Aceasta implică adesea utilizarea conceptelor matematice pentru a dezvolta modele matematice ale fenomenelor fizice, a efectua calcule, precum și pentru analize teoretice. Prin urmare, impulsivitatea fizicii matematice este o direcție unde se dezvoltă domeniul transdisciplinar al matematicii, fizicii și tehnicii. Această model de integrare a matematicii cu fizica este un alt exemplu de posibilitate de educație STEM în cadrul orelor de matematică. Ca urmare se poate în cadrul orelor de sinteză de aprofundat cunoștințele matematice prin aplicarea acestora în cadrul problemelor propuse de domeniile fizicii și tehnicii, acestea evidențiat și bazîndu-se pe utilizarea matematicii în vederea dezvoltării de modele, teorii și soluții la problemele propuse de fizică, totodată ajutînd astfel la extinderea cunoașterii în ambele domenii.

Concluzii

Includerea de probleme care vizează mărimi caracteristice ale curentului alternativ, este o modalitate eficientă de a implementa educația de tipul STEAM, prin aceasta se produce trecerea de la cunoașterea de fenomene și realități ale fizicii, precum și de la cunoștințe matematice privind diferite compartimente ale matematicii, la elemente din viața cotidiană aferente acestora. Această abordare este necesar de a fi utilizată în cadrul orelor de matematică și prin prisma alinierii la principiul calității, principiul relevanței și

desigur principiul centrării educației pe beneficiarii, stipulate în Codul Educației al Republicii Moldova.

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, I. Matematica și educația steam: aspecte transdisciplinare. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale”* dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol GREMALSCHI, V. I, p.25, 282.
3. MAFTEA, S. Idealul educațional și misiunea educației prin prisma conceptului STEAM. În: *Materialele Conferinței științifice international „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale”* dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol GREMALSCHI, V. I, p. 114.
4. MAFTEA, S. *Inițiere în trigonometrie*. Chișinău: Departamentul Editorial-Poligrafic al Academiei „Ștefan cel Mare”, 2021.

ISTORIA DIDACTICII MATEMATICII CIVILIZAȚIEI INDIEI ANTICE**Gabriela MARCHITAN**, inspector școlar general<https://orcid.org/0000-0001-5558-4136>

IȘJ Vrancea, România

Abstract. Crearea matematicienilor hinduși a avut o influență enormă asupra evoluției ulterioare a aritmeticii (sistemul de numere zecimal pozițional hindus), algebrei (metoda de dispersie pentru rezolvarea ecuațiilor nedeterminate de gradul I și II cu două necunoscute) și trigonometriei (șiruri infinite pentru sinus, cosinus și arctangent). Cele mai vechi informații cu referință în India antică se referă la epoca compoziției cărților sfinte filozofico-religioase „Vedele”.

Cuvinte cheie: Istoria Didacticii Matematicii, civilizația Indiei Antice, probleme remarcabile, synddhats, vede, cifre, sistem de numere zecimale pozițional, algebră, aritmetică, cărți monumente matematice.

Abstract. The creation of Hindu mathematicians had an enormous influence on the subsequent evolution of arithmetic (the Hindu positional decimal number system), algebra (dispersion method for solving indeterminate equations of the first and second degree with two unknowns) and trigonometry (infinite strings for sine, cosine and arctangent). The earliest information with reference in Ancient India relates to the era of the composition of the philosophical-religious holy books "The Vedas".

Keywords: History of Didactics of Mathematics, civilization of Ancient India, remarkable problems, synddhats, vedas, figures, positional decimal number system, algebra, arithmetic, books mathematical monuments

India are o cultură amplă și bogată, o cultură originală, specifică, izvoarele cărei au o rădăcini în cea mai îndepărtată negură a timpului. Multe mii de ani în urmă, încă înaintea erei noastre, în India, în valea râului Ind încă în mileniul III î.e.n. exista o civilizație dezvoltată, unul din centrele cărei era Mohendjdo-Daro. În India se construiau canale de irigare, sisteme orășenești de scurgere a apei, se construiau clădiri cu multe etaje din cărămizi bine arse. În trecutul îndepărtat hindușii posedau arta prelucrării ceramicii (*producerea obiectelor din lut ars*), în mod abil utilizau roada olarului, cu succes dezvoltau arta confecționării bijuteriilor (*confecționarea obiectelor din pietre scumpe și metalelor prețioase*).

Încă în vechea antichitate în India au fost acumulate cunoștințe vaste în domeniul matematicii, gramaticii, astronomiei și alte științe. În mileniul I î.e.n. în India Antică apar statele stăpânitorilor de robi. Lupta pentru putere în aceste state se duceau între ostașii – cășatrii și preoții – brahmani. Tot în această epocă apar cărțile sfinte a brahmanilor „Vedele” (*în traducere din sanscrită „Cunoștințele”*). Primele monumente hinduse se referă la secolele VII-V î.e.n. în secolul al V-lea î.e.n. în India apare o nouă religie – budismul. În legenda referitoare la Buda se povestește, că el putea enumera după denumiri toate ordinele zecimale ale numerelor de la 1 până la 10^4 .

Cele mai importante cuceriri savanții hinduși au atins în domeniul matematicii. Ei au fost fondatorii aritmeticii și algebrei, în elaborarea căror ei au mers mult mai departe decât grecii.

Cea mai valoroasă cucerire a matematicii hinduse antice reprezintă mai întâi de toate descoperirea sistemului pozițional de numerație, alcătuit în baza celor zece cifre hinduse, inclusiv și semnul zero, numit în hindusă „*sunja*”, ceea ce cuvânt în cuvânt înseamnă „*nimic*”. E de remarcat, că în varianta inițială imaginea zeroului se reprezenta printr-un punct și doar peste multe secole – sub forma unui mic cerculeț, care desemna golul. Cine primul dintre savanții hinduși a început a utiliza în calcule practice sistemul zecimal de numerație nu este cunoscut. Însă sunt mărturii, că acest sistem a fost inventat la începutul secolului I e.n. Ceea ce se referă la primele utilizări ale semnului lui zero, atunci acest fapt se referă la secolul al II-lea e.n.

În secolul al IV-lea î.e.n. o mare parte Indiei de Nord a fost cucerită de Alexandru Macedon (356-323 î.e.n.). Aproximativ în același timp au fost create operele astronomice-matematice *sinddhatele* (*învățătură, doctrină*). Astfel cei mai notorii matematicieni hinduși ai timpului sunt Aryabhata (*sfârșitul secolului I*), Brahmagupta (*secolul al VII-lea*) și Bhașcara I și II (*secolul XII*). Una din cele mai importante *sinddhate* a fost scrisă de Brahmagupta (cca 598-660) aproximativ în anul 628, compusă din 20 cărți și care se numea „*Brahma-spuhta-siddhanta*” („*Învățătura (doctrina) perfectată a lui Brahma*”).

Bhașcara II în secolul al XII-lea a scris tratatul „*Siddhanta-șironamī*” („*Cununa învățăturii*”) în patru părți, dintre care cea în versuri „*Lilavati*” („*Preafrumoasa*”) dedicată aritmeticii, iar „*Bidjagonita*” – algebra. În secolul al XIII-lea acest tratat a fost transcris pe fâșii de foi de palmier.

Matematicienii hinduși din trecutul îndepărtat iubeau și practica să se întrecă la adunări populare publice. Cu această motivare un autor hindus și anume Brahmagupta din secolul al VII-lea terminând cartea sa scria „*În mod analog cum soarele întunecă prin lucirea sa stelele, la fel și înțeleptul umbrește gloria altor oameni, propunând și îndeosebi rezolvând la adunările populare problemele matematice*”.

Creația matematicienilor hinduși a avut o influență enormă asupra evoluției ulterioare a aritmeticii (*sistemul numeric zecimal pozițional hindus*), a algebrei (*metoda dispersării pentru rezolvarea ecuațiilor nedeterminate de gradul întâi și doi cu două necunoscute*) și trigonometriei (*șirurile infinite pentru sinus, cosinus și arctangentă*). Cele mai timpurii informații cu referire în India Antică se raportează la epoca alcătuirii cărților sfinte filozofic-religioase „*Vedele*”.

Succese și realizări:

- Magavira (*secolul IX*) s-a ocupat cu calculul unor sume de pătrate a termenilor unei progresii aritmetice.

- Hindușii sunt primii care folosesc scrierea pozițională, utilizându-l pe zero atât ca simbol, cât și ca număr.
- Pentru prima dată, zero apare pe o inscripție hindusă (680) din Cambodgia, la scrierea numerelor 605 și 608.
- Originea cifrelor moderne sunt cifrele de tipul: Brahmi și Kharoști.
- Denumirea cifrelor inițiale erau împrumutate din lumea reală, astfel: 1 = Brahma, Luna, 2 = ochi, gemeni, 5 = simțuri, săgeți (cele 5 săgeți ale zeului hindus al dragostei, Kamadeva), 0 = Gaură (Kha, Nimic, Sunya) etc.
- Pronunțarea orală a numerelor se făcea de la dreapta spre stânga: 867 = Ghiri-Rasa-Vazu (munți (7) – mirosuri (6) – zei (8)). 1021 = Sași-Paksa-Kha-Eka (Luna-Aripi-Gol-Unic).
- Arzabhata din Pataliputra (475) – s-a ocupat cu astronomia și calculul (*mai ales trigonometria*). La el întâlnim regula extragerii rădăcinilor pătrate și cubice, regula de trei, proba prin nouă etc.
- Brahmagupta (628) – este primul care utilizează numerele negative, dă o regulă de soluționare a ecuației de gradul II, la el găsim regula de trei, progresii și probleme de aritmetică, pătrate magice.
- Apastamba a scris o lucrare despre „Regulile funiei” (*Sulva-Sutra*), sub formă de comentarii la o Sulva-Sutră mult mai veche.
- Bhașcara Acarya (1114-1178) – opera remarcabilă „Cununa științei (învățăturii)” (*Siddhamta-Siromani*) în două părți: Lilavati (*Frumoasa*) dedicată aritmeticii și Bidja-Ganita – dedicată calculului rădăcinilor. Este scrisă în versuri cu demonstrații în proză. Bhașcara dă o demonstrație figurativă a teoremei lui Pitagora, pentru π recomandă valoarea $22/7$, iar pentru $\sqrt{2}$ utilizează 1,4142, care finisează 5 zecimale exacte, la soluționarea ecuației de gradul II reține deja ambele soluții.

Un vechi manuscris anonim, descoperit în 1881 la Bakshali (*scris pe scoarță de copac*) relevă metode aproximative de soluționare a ecuațiilor, printre care și metoda „falselor presupuneri” a aproximațiilor succesive.

Încă de prin secolul al XII-lea (*cu două secole înaintea europenilor*) hindușii utilizau în problemele aplicative formule de trigonometrie, serii trigonometrice și fracții continue. Dezvoltarea în serie a fracțiilor $\sin x$, $\cos x$ savanții hinduși cunoșteau cu mult înainte de Newton. Triunghiul caracteristic combinatoriciei, adică triunghiul aritmetic era cunoscut de mult timp înaintea lui Pascal. De asemenea, prima notație a fracției a/b apare tot la hinduși în secolul al VI-lea.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii. Antichitatea până la secolul VI (XIII)*. Pitești: Nomina, 2009. 457 p.
2. AVDIEV, V.I. *Istoria Orientului Antic*. București: Editura de Stat, 1951. 424 p.
3. ДЕПМАН, И.Я. *История арифметики*. Москва: Издательство Просвещение, 1965г. 415 с.
4. ВЫГОДСКИЙ, М.Я. *Арифметика и алгебра в древнем мире*. Москва: Издательство Наука, 1967 г. 368 с.
5. ЧИСТЯКОВ, В.Д. *Материалы по истории математики в Китае и Индии*. Москва: Учпедгиз. 1960 г. 168 стр.

CONSTRUCȚIA CURBELOR DE ORDINUL DOI PRIN METODA DREPTUNGHIULUI

Natalia NEAGU, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-3944-3688>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. În acest articol va fi prezentată construcția curbilor de ordinul doi (elipsa, hiperbola și parabola) prin metoda dreptunghiului. Această metodă constă în determinarea unui număr necesar de puncte, unirea cărora să reprezinte curba de ordinul doi de o suficientă precizie și poate fi utilizată în predarea cursului universitar *Geometria analitică în plan*, la studenții specialităților: Matematică și informatică și Informatică și matematică. Totodată astfel de metode vor fi utile la scrierea tezelor de licență legate de geometrie.

Cuvinte cheie: curbe de ordinul doi, elipsă, hiperbolă, parabolă, metoda dreptunghiului.

Abstract. In this article will present the construction of second order curves (ellipse, hyperbola and parabola) by the rectangle method. This method consists in determining a necessary number of points, the union of which represents the second-order curve with sufficient precision and can be used in the teaching of the university course Analytical geometry in the plane, for students of the specialties: Mathematics and Computer Science and Mathematics and Computer Science. Moreover, such methods will be useful for writing undergraduate theses related to the modeling problems of geometry.

Keywords: second order curves, ellipse, hyperbola, parabola, rectangle method.

Introducere

Curbele de ordinul doi, sunt liniile ce se definesc printr-o ecuație de gradul doi în raport cu două variabile, care au fost descoperite în sec. XVII-lea, sub impulsul cercetărilor lui Johannes Kepler în astronomie și ale lui Galileo Galilei în mecanică (elipsa în primul caz și parabola, în cel de al doilea). Aceste figuri geometrice înregistrează o excepție în construcția reprezentării geometrice a ecuațiilor canonice, iar în baza proprietăților acestor curbe, sau inventat diverse metode eficiente de construcție: metoda generală, metoda dreptunghiului, metoda tangentelor, etc. [1].

În acest articol va fi prezentată metoda dreptunghiului de construcție a curbilor de ordinul doi (elipsa, hiperbola și parabola), care se axează nemijlocit pe definiția curbilor respective și proprietăților caracteristice acestor curbe.

Elipsa

Metoda dreptunghiului, în cazul elipsei, ne reprezintă un dreptunghi în care se construiește o elipsă cu o suficientă precizie. Deci este necesar să cunoaștem lungimile axelor, care vor fi lungimea și lățimea dreptunghiului [2].

Se construiește un dreptunghi $EFGH$ [5], unde

$$[EF] = 2a, \text{ iar } [FG] = 2b.$$

Acest dreptunghi se secționează în patru dreptunghiuri identice

$$EAOC, AFDO, CHBO, BODG,$$

încât

$$[AE] = [AF] = [BG] = [BH]$$

și

$$[CE] = [DF] = [DG] = [CH].$$

Cu alte cuvinte construim axele elipsei și anume AB (semi-axa mică) și CD (semi-axa mare).

Se analizează fiecare din cele patru dreptunghiuri secționate. Fie dreptunghiul $EAOC$, laturile $[EC]$ și $[OC]$ se împart în același număr de părți egale, în funcție de precizia cerută la construcția elipsei.

Notăm punctele de divizare de pe segmentul $[OC]$ prin P_i ($i=1..n$), iar de pe segmentul $[EC]$ prin R_i ($i = \overline{1, n}$), respectând ordinea notării: începem de la punctul E spre punctul C și respectiv de la punctul O spre punctul C .

Din punctul A se duc semidrepte prin toate punctele R_i ($i = \overline{1, n}$) de pe segmentul $[EC]$.

Respectiv, din punctul B se duc semidrepte prin toate punctele P_i ($i = \overline{1, n}$) de pe segmentul $[OC]$.

Punctele de intersecție formate de aceste semidrepte sunt puncte ale elipsei (fig. 1).

Astfel, obținem o secțiune de elipsă, însă pentru a trasa întreg contur al elipsei, se procedează în mod similar și cu celelalte dreptunghiuri. În rezultat, vom obține o elipsă de suficientă precizie.

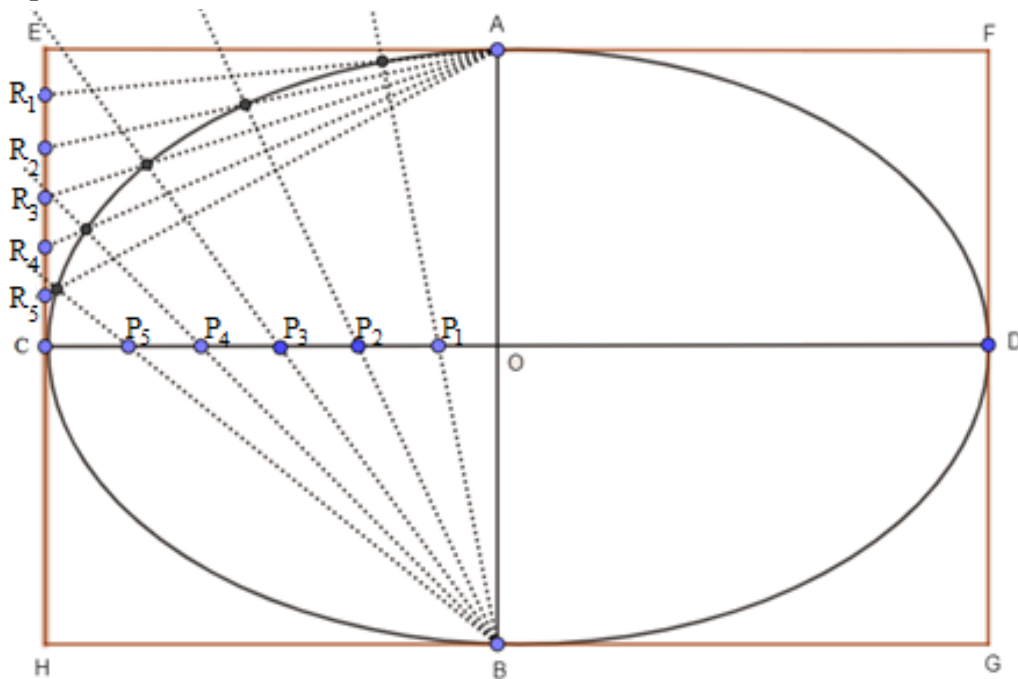


Figura 1. Construirea elipsei prin metoda dreptunghiului

Remarca 1. Evident, cu cât numărul de diviziuni este mai mare, cu atât construcția va fi mai reușită și mai exactă.

În particular, dacă în loc de dreptunghi vom lua un pătrat, atunci, utilizând procedeul descris mai sus, vom obține nu o elipsă, dar un cerc.

Hiperbola

Construcția hiperbolei poate fi realizată cu ajutorul unui pătrat/dreptunghi, a cărui două laturi alăturate să reprezinte asimptotele hiperbolei [6].

Fie pătratul/dreptunghiul $A_1B_1CD_1$, dreptele (CD_1) și (B_1C) vor servi în calitate de asimptote ale hiperbolei, punctul A_1 un vârf al hiperbolei, iar punctul C , punctul de intersecție a asimptotelor - originea.

Construim semidreptele $[CD_1)$, $[CB_1)$, $[D_1A_1)$ și $[B_1A_1)$.

Pe simidreapta $[D_1A_1)$ se fixează un număr suficient de puncte i , fie punctele E_i ($i = \overline{1, n}$).

Unind punctele E_i cu originea C , obținem punctele

$$F_i = (E_iC) \cap (B_1A_1), (i = \overline{1, n})$$

(în figura 2, nu sunt indicate toate punctele F_i , deoarece aglomerează construcția).

În baza punctelor E_i, A_1 și F_i , construim dreptunghiuri și obținem punctele G_i ($i = \overline{1, n}$)

$$G_i = (E_iG_i) \cap (F_iG_i)$$

încât

$$(E_iG_i) \parallel (A_1B_1)$$

și

$$(F_iG_i) \parallel (A_1D_1).$$

Analog, pe simidreapta $[B_1A_1)$ se fixează un număr suficient de puncte (i), fie punctele H_i ($i = \overline{1, n}$) și se repetă algoritmul de mai sus.

În rezultat se obțin punctele I_i ($i = \overline{1, n}$). Unind punctele I_i, A_1 și G_i , obținem o ramură a hiperbolei.

Pentru a construi cea de a doua ramură este necesar să construim un pătrat/dreptunghi $A_2B_2CD_2$, identic pătratului/dreptunghiului $A_1B_1CD_1$, încât punctul D_2 să fie simetricul punctului D_1 față de punctul C , iar punctul B_2 să fie simetricul punctului B_1 față de același punct.

Repetând procedeul descris pentru prima ramură, obținem ramura a doua a hiperbolei, sau determinăm punctele simetrice punctelor I_i, G_i ($i = \overline{1, n}$), față de punctul C – punctul de intersecție a asimptotelor.

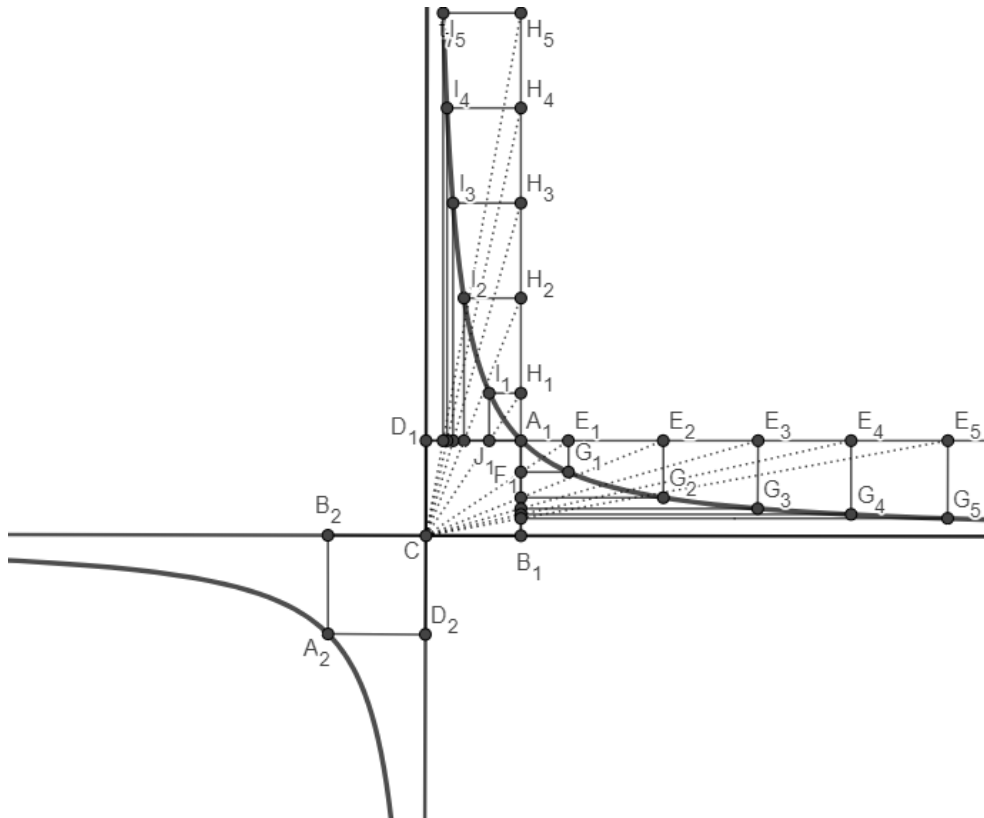


Figura 2. Construirea hiperbolei prin metoda dreptunghiului

Parabola

Metoda dreptunghiului constă în construirea unui dreptunghi, $ABCD$, astfel încât, punctele A și B să fie puncte ale parabolei, iar vârful V , să fie mijlocul laturii CD (figura 3) [7].

Latura AD se împarte într-un număr suficient de segmente egale n , fie punctele E_i ($i = 1..n$), astfel încât

$$[AE_4] = [E_4E_3] = [E_3E_2] = [E_2E_1] = [E_1D].$$

Construim segmentele $[VE_i]$ ($i = 1..n$).

Fixăm punctul O , astfel încât

$$[AO] = [OB].$$

Împărțim segmentul $[AO]$ în același număr de segmente egale ca și segmentul $[AD]$ și fixăm punctele F_i ($i = 1..n$), astfel încât

$$[AF_4] = [F_4F_3] = [F_3F_2] = [F_2F_1] = [F_1O].$$

Ducem paralele la (VO) prin punctele F_i ($i = 1..n$), astfel încât

$$G_i = (F_iG_i) \cap (E_iV): (F_iG_i) \parallel (OV) \quad (i = 1..n).$$

Analog, determinăm și câteva puncte în dreptunghiul $BCVO$. În rezultat, unind aceste puncte, vom obține o porțiune din parabolă.

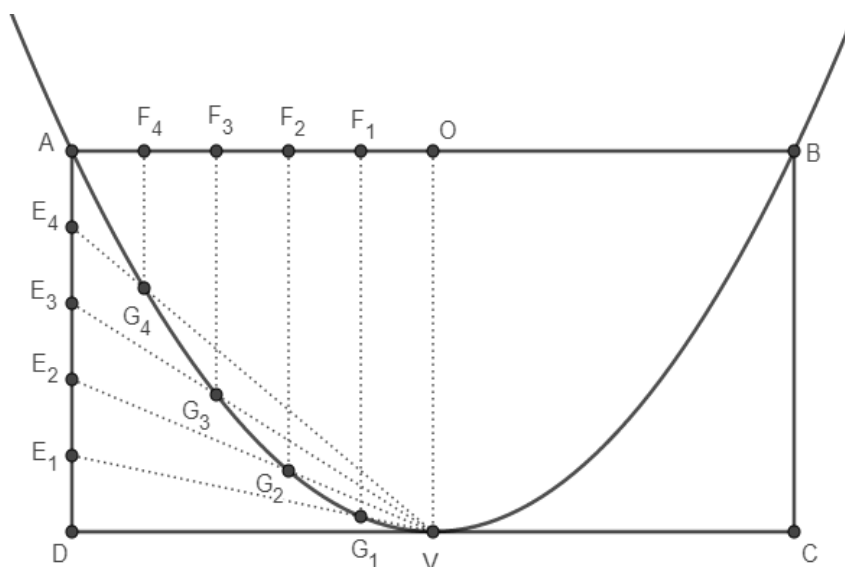


Figura 3. Construirea parabolei prin metoda dreptunghiului

Bibliografie

1. IANCĂU, V. ș.a. *Reprezentări geometrice de desen tehnic*, Editura didactică și pedagogică, București, 1982.
2. *Desen tehnic de construcții*, Matrix Rom, București, 166 p.
3. FETCU, D. *Elemente de geometrie analitică și diferențială*, Iași: Casa Editorială Demiurg, 2009, 340 p.
4. KIRÁLY, A. *Geometrie discriptivă și desen tehnic*, Mega, Cluj-Napoca, 2016, 270 p. (accesat 21 septembrie 2023). Disponibil pe internet: <https://desen.utcluj.ro/2016-GD+DT-KIRALY.pdf>
5. How To Draw Ellipse By Rectangle Method (accesat 10 septembrie 2023). Disponibil pe internet: <https://www.youtube.com/watch?v=iCF5TjLINQY>
6. How to draw hyperbola in engineering drawing and graphics solved problem 1 (accesat 12 septembrie 2023). Disponibil pe internet: <https://www.youtube.com/watch?v=bqwgCDX-XPI>
7. Parabola by Rectangular Method | Parabola by Oblong Method (accesat 15 septembrie 2023). Disponibil pe internet: <https://www.youtube.com/watch?v=GQKnQx1WTHQ>

STUDIAREA PROBABILITĂȚII ÎN JOCUL DARTS

Natalia NEAGU, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-3944-3688>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”

Rezumat. În acest articol va fi prezentată probabilitatea în jocul DARTS, pentru care au fost determinate probabilitățile teoretice, dar și probabilitățile experimentale. Experimentul jocului a fost simulat în mediul de programare Delphi, iar rezultatele afișate pe execuția formei, cu posibilitatea modificării condițiilor inițiale și a numărului de încercări. Aceste rezultate pot fi utilizate în predarea cursului universitar *Probabilități și statistică matematică*, la studenții specialităților: Matematică și informatică; Informatică și Matematică și informatică. Totodată astfel de simulări vor fi utile la scrierea tezelor de licență legate de modelarea problemelor.

Cuvinte cheie: probabilitate, probabilitate experimentală, probabilitate teoretică, modelare în mediul de programare Delphi

Abstract. In this article, the probability in the DARTS game will be presented, for which the theoretical probabilities and the experimental probabilities have been determined. The game experiment was simulated in the Delphi programming environment and the results displayed on the execution have possibility of changing the initial conditions and the number of trials. These results can be used in the teaching of the university course *Probabilities and Mathematical Statistics* for students of the specialties: Mathematics and Computer Science; Computer Science and Mathematics and Computer Science. Moreover, such simulations will be useful for writing undergraduate theses related to the modeling problems of probability.

Keywords: probability, experimental probability, theoretical probability, modeling in the Delphi programming environment.

Introducere

Jocul Darts este un joc popular și se joacă de mulți ani. Inițial a fost utilizat drept metodă de antrenament pentru arcași din Anglia Medievală. Ei aruncau săgeți scurte în trunchiuri de copoc sau în butoaile de vin, fără a utiliza arcul.

Prima tablă a jocului DARTS a fost chiar capătul unui butoi. Apoi a fost transformat într-un sport care a devenit practicat la nivel global (fig. 1). Primul meci s-a jucat în 1860, iar în 1927 a apărut una dintre cele mai importante competiții News of the World Championship.

Notă. Aruncarea trebuie să fie cât mai fermă, iar mișcarea mâinii cât mai naturală. E nevoie de un bun echilibru, dar în egală măsură practicantii acestui sport trebuie să fie relaxați.



Figura 1. Jocul DARTS

Probabilitatea în jocul DARTS

Pentru a calcula probabilitatea în jocul DARTS, utilizăm *repartiția normală Gauss-Laplace*, deoarece există o țintă și anume cercul cu 10 puncte de rază r_1 .

Cercul cu 9 puncte are raza $2r_1$, cercul cu 8 puncte are raza $3r_1$, etc.

În acest caz avem

$$P(\alpha \leq X < \beta) = F(\beta) - F(\alpha) = \Phi\left(\frac{\beta - m}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - m}{\sigma}\right),$$

unde

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

Valorile funcției $\Phi(x)$ sunt date tabelar [1].

În continuare vom prezenta o simulare a acestui joc în mediul de programare Delphi, care are conținutul pe o singură formă. La activarea formei, în partea dreaptă se vizualizează o foaie de titlu a prezentării, datele despre conferință și o imagine care afișează problema propusă (fig. 2).

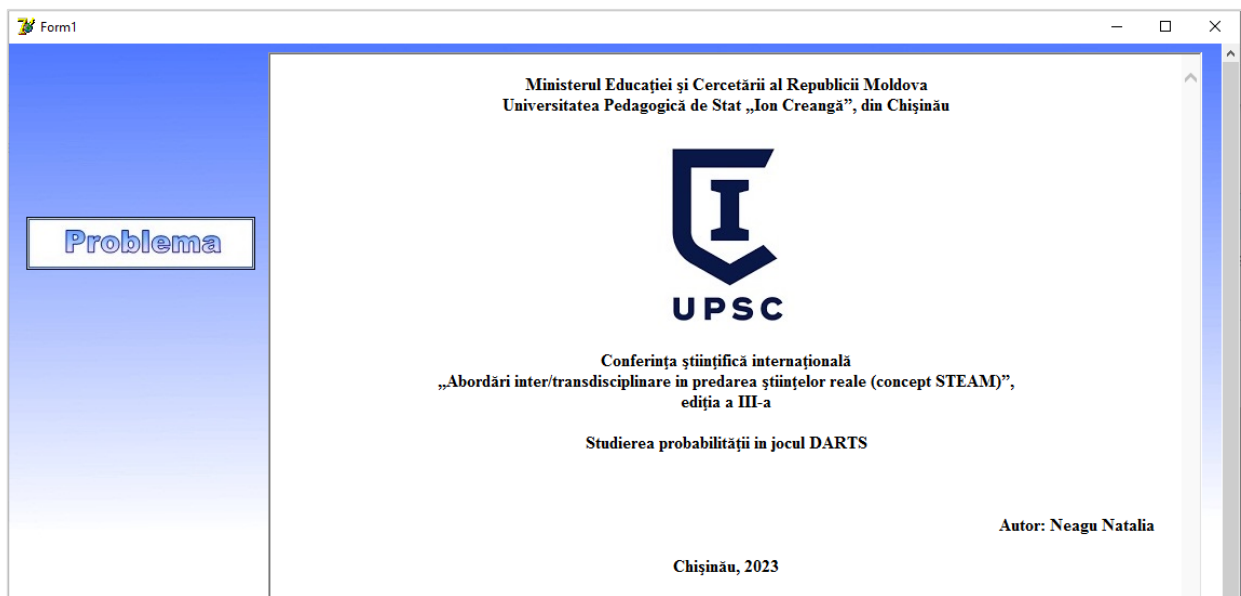


Figura 2. Interfața inițială a programului

Foaia de titlu este creată într-un document HTML și salvată într-un dosar curent cu numele *html*. La activarea formei, se deschide prin componenta *Webbrowser* din paleta Internet:

```
WebBrowser1.Navigate(ExtractFilePath(Application.ExeName)+'html/titlu.html');
```

Pentru evitarea efectului de clipire a imaginilor, a fost introdusă comanda:

```
form1.DoubleBuffered:=true;
```

Realizând un click pe component *PROBLEMA*, foaia de titlu devine invizibilă,

```
webbrowser1.visible:=false;
```

iar în locul acesteia apare aplicația problemei, pe un Panel: sunt afișate probabilitățile teoretice, un Edit - în care se introduce numărul de experimente și START - componenta ce realizează experimentul.

În această problemă punctele nu sunt luate aleatoriu, deoarece avem un punct țintă – cercul cel din mijloc, de aceea comanda *random* nu este utilă, dar se utilizează comanda *randg* – reartizarea lui Gausse

$$x:=\text{round}(a-500+\text{randg}(500,100));$$

$$y:=\text{round}(b-500+\text{randg}(500,100));$$

Efectuăm un click pe Start și obținem repartizarea a n puncte (fig. 3). În același timp determină distanța de la origine și punctul creat aleator

$$d:=\text{sqrt}(\text{sqr}(a-x)+\text{sqr}(b-y));$$

În conformitate cu această distanță se numără, în fiecare disc, câte puncte s-au obținut

if ($d \leq 250$) *and* ($d > 225$) *then* $j1:=j1+1$;

if ($d \leq 225$) *and* ($d > 200$) *then* $j2:=j2+1$;

if ($d \leq 200$) *and* ($d > 175$) *then* $j3:=j3+1$;

if ($d \leq 175$) *and* ($d > 150$) *then* $j4:=j4+1$;

if ($d \leq 150$) *and* ($d > 125$) *then* $j5:=j5+1$;

if ($d \leq 125$) *and* ($d > 100$) *then* $j6:=j6+1$;

if ($d \leq 100$) *and* ($d > 75$) *then* $j7:=j7+1$;

if ($d \leq 75$) *and* ($d > 50$) *then* $j8:=j8+1$;

if ($d \leq 50$) *and* ($d > 25$) *then* $j9:=j9+1$;

if ($d \leq 25$) *then* $j10:=j10+1$;

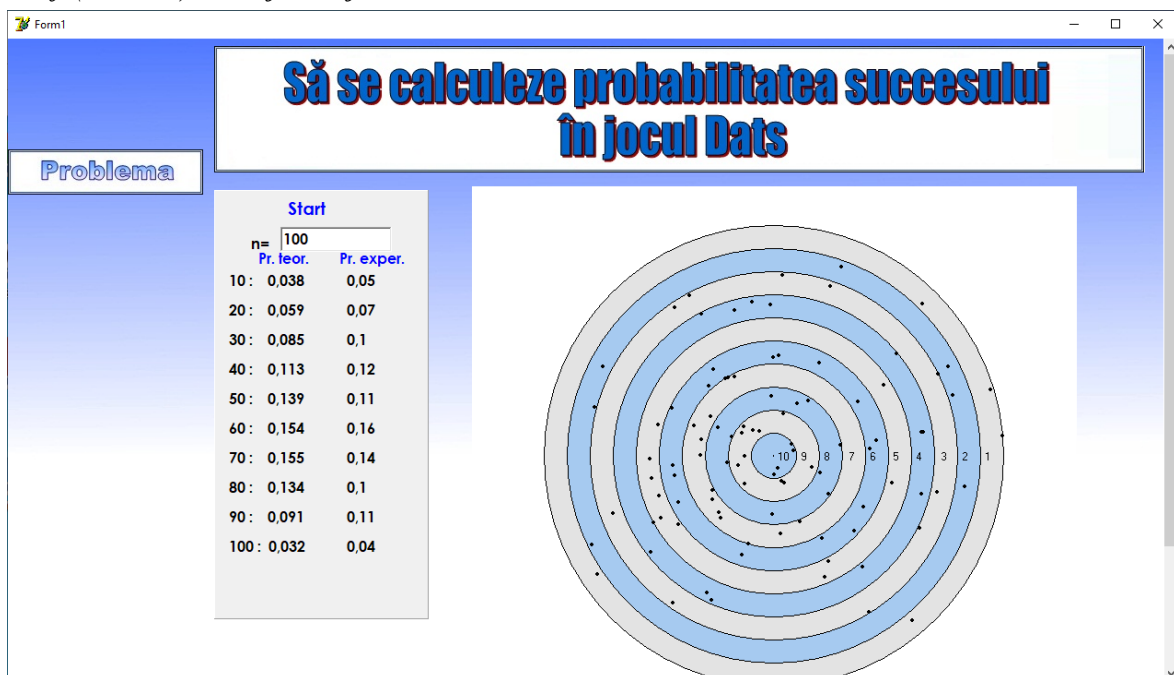


Figura 3. Simularea jocului DARTS – 100 de aruncări

Pe fiecare disc este introdus numărul de puncte respectiv jocului Darts, acesta se efectuează prin proprietatea *TextOut* a *Canvas*-ului:

```
image2.Canvas.TextOut(a+4,b-6,'10');
```

```
image2.Canvas.TextOut(a+54,b-6,'8');
```

La fel s-au evidențiat discurile prin culori deferite, pare – albastre și impare – sure:

```
if (i=1) or (i=3) or (i=5) or (i=7) or (i=9) then
```

```
image2.Canvas.Brush.Color:= cl3dlight else
```

```
image2.Canvas.Brush.Color:= clskyblue;
```

Pentru a evita punctele din afara cercului, au fost numărate și create doar cele din interiorul cercului mare printr-un ciclu repetitiv.

În dependență de numărul de puncte din fiecare disc, se calculează probabilitatea experimentală prin raportul cazurilor favorabile la cazurile totale (fig. 3-4)

```
p1:=j1/n;
```

În figura 3 este prezentată simularea unui experiment din 100 de aruncări, iar în figura 4 un experiment din 10000 de aruncări.

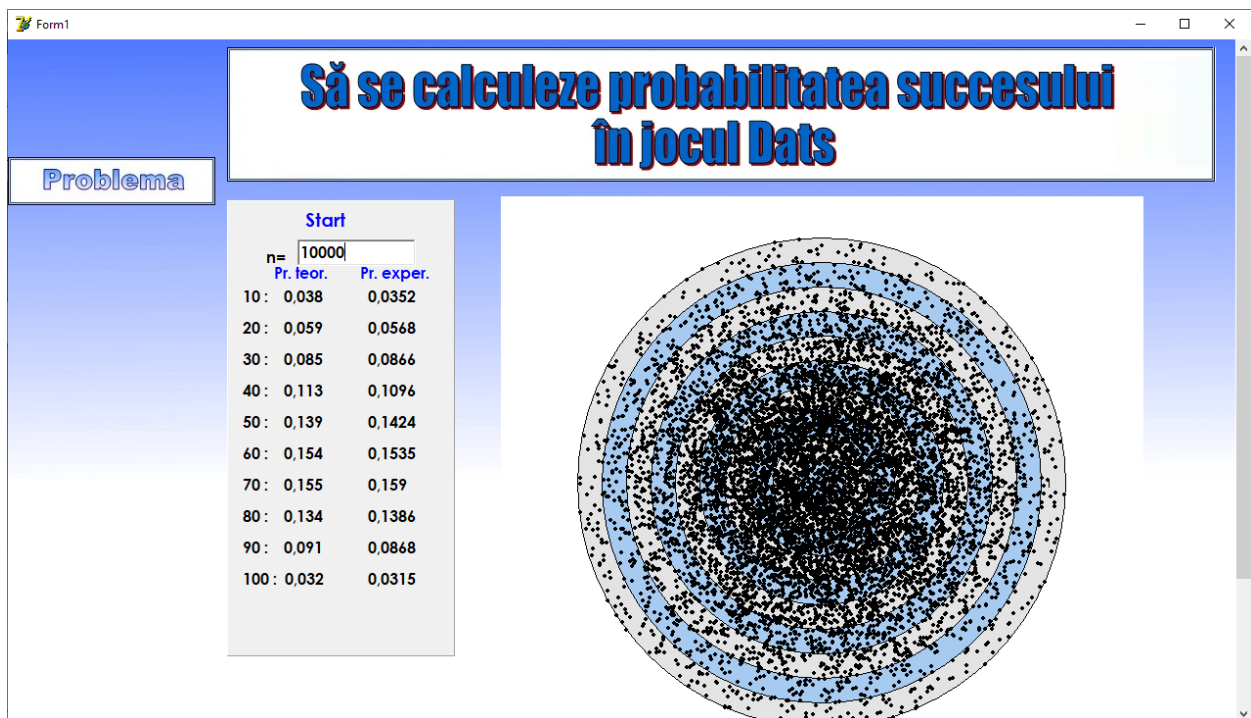


Figura 4. Simularea jocului DARTS – 10000 de aruncări

Observăm, cu cât numărul de aruncări este mai mare cu atât eroare dintre probabilitatea teoretică și cea experimentală este mai mica.

Bibliografie

1. CIUMAC, P. ș.a. *Teoria probabilităților & elemente de statistică matematică*. Chișinău: Editura “Tehnica” UTM, 2003. 278 p. ISBN 9975-9704-7-8 2.
2. MIHOC, I.; FĂTU, C.I. *Calculul probabilităților și statistică matematică*. Cluj – Napoca: Casa de editură-Transilvania Press, 2003. 577 p. ISBN: 973-95635-8-9.
3. NEAGU, N. *Teoria probabilităților și statistica matematică*, Chișinău: Universitatea Pedagogică de Stat “Ion Creangă”, 2023. 137 p. ISBN 978-9975-46-685-1. Disponibil: <http://dir.upsc.md:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3929/Teoria-probabilitatilor-statist-matematica-Suport-curs.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (vizitat 29.09.2023).
4. BALMUȘ, I. *Teoria Probabilităților și a Informației în Sistemul de programe Mathematica*, Chișinău: Editura „Tehnica-UTM”, 2017. 132 p. Disponibil: <http://calc.fcim.utm.md/biblioteca/arhiva/Anul%20I/Semestru%20II/Matematici%20Speciale/Teoria%20Probabilitatilor.pdf> (vizitat 09.09.2023)

ISTORIA DIDACTICII MATEMATICII ÎN CONTEXTUL CIVILIZAȚIEI MESOPOTAMIENE

Svetlana RAHIMOV, director

<https://orcid.org/0000-0002-1941-0929>

Gimnaziul Volovița „Alexandru Lupașcu”, Soroca RM

Rezumat. Ce circumstanțe au stat la baza apariției didacticii matematice? Inițial, în mod rudimentar, unele idei sporadice atribuite acestui domeniu au rezultat din utilizarea matematicii în practica cotidiană sub forma unor prescripții sau îndrumări fără clarificări. Rezolvarea problemelor matematice a început să fie o preocupare semnificativă în educarea tinerei generații încă din mileniul II î.Hr. Peste un milion de tablete de argilă conțin diverse informații, inclusiv calcule contabile și operații aritmetice bazate pe sistemul de calcul hexazecimal.

Cuvinte cheie: Istoria Didacticii Matematice, civilizația mesopotamiană, lucrări de pământ, negocieri, înregistrări contabile, apariția regulilor de calcul, sistem numeric hexazecimal, realizări matematice, nouă caracteristici care definesc o civilizație, tăblițe de lut.

Abstract. What circumstances were the basis for the emergence of mathematics didactics? Initially, rudimentarily, some sporadic ideas attributable to this field resulted from the use of mathematics in everyday practice in the form of certain prescriptions or guidelines without clarification. Solving mathematical problems began to be a significant concern in educating the young generation as early as the second millennium BC. Over one million clay tablets contain various pieces of information, including accounting calculations and arithmetic operations based on the hexadecimal numeracy system.

Keywords: History of Didactics of Mathematics, Mesopotamian civilization, earthworking, bargaining, accounting records, emergence of calculation rules, hexadecimal numeral system, mathematical achievements, nine characteristics defining a civilization, clay tablets.

Civilizația mesopotamiană, ca noțiune mai generală, include o stocare de informații referitoare la civilizațiile care s-au perindat de-a lungul istoriei în cuprinsul văilor Tigrului și Eufratului. Mesopotamia este numită regiunea cuprinsă între Tigru și Eufrat, precum și teritoriile adiacente. În elina veche *Mesopotamia* (*meso* – mijloc, *potamos* – râu) însemna *țara cuprinsă între fluvii* sau mijlocul dintre fluvii. Această câmpie vastă, fertilă și ademenitoare este atestată documentar ca prima regiune istorică care a fost leagănul uneia dintre cele mai vechi civilizații cunoscute omenirii. Ea însumează civilizațiile antice Sumerul, Akkadul, Babilonul Antic, Elamul, Asiria – vechi civilizații care se afirmă și se statornicesc în această regiune prin mileniul al IV-lea î.e.n. și mai încoace. Ea s-a constituit și afirmat odată ce s-au creat premisele necesare pentru apariția și statornicirea unei civilizații anume. Civilizația mesopotamiană a putut să apară doar când s-au cristalizat cele 9 caracteristici (după V. Childe Gordon). Civilizația mesopotamiană însumează aceste caracteristici. În prezenta lucrare la civilizația menționată vom atașa și civilizațiile care au utilizat același scris cuneiform și totodată au folosit multe dintre produsele, atât materiale,

cât și culturale, ale civilizației mesopotamiene. Este vorba de elamiții, care populau dinspre est o parte muntoasă a munților Zagros, hittiții, care populau Anatolia de astăzi (în Turcia), de triburile ce populau Canaanul (Palestina și Siria de azi) și de alte popoare, ca amoriții, mezii, perșii ș.a., care, pe lângă faptul că erau vecine, au împrumutat multe din descoperirile mesopotamienilor, inclusiv scrisul și, odată cu el, una dintre cele mai valoroase realizări ale acestei civilizații – cunoștințele matematice. Surprinzătoare sunt progresele înregistrate de știința mesopotamiană în domeniul matematicii pure, precum și al didacticii matematicii într-o formă empirică. Ne vom referi doar la didactica matematicii și la circumstanțele ce au stat la baza apariției ei. Inițial, în mod rudimentar, unele idei sporadice ce pot fi atribuite acestui domeniu au rezultat din utilizarea matematicii în practica cotidiană sub formă de anumite prescripții sau îndrumări fără lămurire. Rezolvarea problemelor matematice a început să constituie o preocupare însemnată în educarea tinerei generații încă din mileniul al II-lea înainte de era noastră. Peste un milion de tăblițe de lut cuprind diverse informații, inclusiv calcule contabile și operații aritmetice în baza sistemului hexazecimal de numerație. De la sfârșitul ultimei dinastii din Ur s-a păstrat o lucrare, destul de populară în acele timpuri, din care au rămas peste 21 tăblițe de lut și multe fragmente din alte tăblițe cu diverse texte nefinisate, care denotă cu certitudine organizarea unei astfel de preocupări. În această lucrare se descrie viața unor elevi din *casa tăblițelor de lut* – școala scribilor a acelor timpuri antice. Principala preocupare în această școală era însușirea lucrului cu tabelele matematice de calcul, care erau pregătite de-a gata cu numere în sistemul de numerație în baza 60 (tabele de adunare și înmulțire, tabele pentru numerele inverse ce înlocuiau împărțirea, tabele pentru ridicarea la pătrat și la cub, care serveau și pentru operațiile inverse, tabele cu modele de probleme rezolvate, în care era suficient doar de a înlocui datele și de a utiliza tabelele necesare de calcul), socotitul și evidența calculelor generate de unele probleme practice, în special evidența contabilă simplă și compusă cu determinarea unei anumite dobânzi. Elevii din această școală scriau pe tăblițe de lut cu un stilet special calcule însușind zi de zi arta calculului, după care aceste tăblițe erau depozitate sau aruncate într-un loc special pentru a putea fi utilizate ca materie primă pentru confecționarea altor tăblițe de lut. În această școală era organizat un anumit proces didactic de studiere a matematicii elementare, în special a evidenței contabile. În cadrul procesului de învățământ se pare că elevii rezolvau și unele ecuații cu 2 necunoscute și chiar ecuații cu necunoscuta la pătrat.

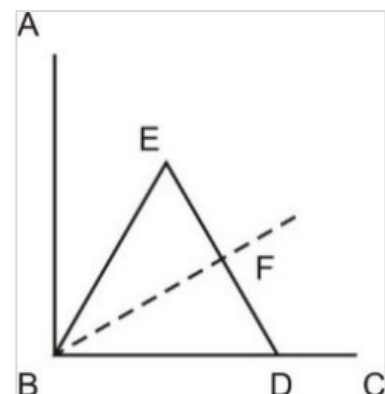
S-au păstrat foarte puține din problemele care preocupau mințile oamenilor din acele timpuri, însă și acestea denotă un nivel înalt al unei culturi matematice de calcul și evidență contabilă. Este clar că această cultură matematică nu s-a ivit spontan pe un loc gol, adică din nimic. Ea, desigur, are la baza sa unele tangențe cu alte culturi ale unor civilizații mult mai vechi. Probabil că este vorba de civilizațiile vechi de păstori și agricultori sau vânători-culegători care au trăit în neolitic. Fiind tot timpul în mișcare, ei nu au putut lăsa urme care

să poată rămâne în istorie și de aceea au rămas necunoscuți pentru o bună parte a omenirii. În ultimul timp însă, datorită metodelor de cercetare mai performantă, se aud tot mai multe voci în favoarea lor. Este clar că aceste civilizații nu cunoșteau un anumit mod de scriere a cifrelor și, desigur, utilizau o matematică orală cu unele elemente de simbolism matematic, poate prin desene, hieroglife sau sub formă de anumite semne, care cu timpul s-a modificat, perfecționat și mai apoi s-a transformat într-un anumit scris matematic caracteristic, care peste ani a devenit scrisul matematic cu limbajul său simbolic cunoscut actualmente.

Prin matematica mesopotamiană ni s-au transmis multe informații din cuceririle acelor timpuri: apariția calendarului și a constelațiilor zodiacale, împărțirea anului în anotimpuri, luni, zile, împărțirea diurnei în ore, minute, secunde, terțe, cvarte, divizarea cercului în 360 grade, apoi minute, secunde, alcătuirea tabelelor de calcul (pătratele și cuburile numerelor, rădăcini pătrate și cubice, tabela înmulțirii numerelor, tabela numerelor inverse ș.a.), începuturile metrologiei ca știință, sistemul de numerație zecimal și sexagesimal etc.

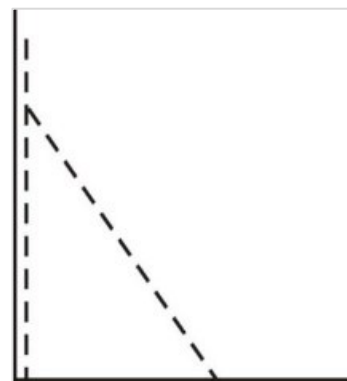
Matematica mesopotamiană a fost o matematică mai mult practică – imitativă, fără demonstrații teoretice, de tipul *Uită-te și execută întocmai!*. Cel care rezolva o problemă oarecare trebuia să parcurgă un algoritm prescris special fără a cunoaște motivarea logică a rezolvării. Această matematică a apărut și s-a dezvoltat ca urmare a nevoilor și cerințelor stringente ale practicii cotidiene, deoarece la fiecare pas viața îl obliga pe om să recurgă la calcule matematice de tot felul, inclusiv la evidențe contabile. Asemenea calcule nu erau simplu de efectuat în condițiile unei perioade istorice când scrisul abia începea a se înfiripa. Matematica era considerată o artă pe care nu o putea însuși oricine. Această artă se studia în locuri speciale, numite școli de scribi, pe parcursul a mai mulți ani de muncă asiduă. Tot din această cauză cărțile de matematică ocupau un loc aparte și destul de impunător în biblioteca din Ninive a regelui Așșurbanipal – o bibliotecă cu cea mai performantă bibliografie.

Din mulțimea tăblițelor de lut ce s-au păstrat cu texte matematice pot fi selectate probleme cu texte geometrice: calcule numerice, aproximări ale lui $\pi \approx 3,125$. *Împărțirea unghiului drept în trei părți congruente*: Se construiește un triunghi echilateral BED într-un unghi drept ABC , astfel încât vârful B al triunghiului echilateral BED să coincidă cu vârful unghiului drept, iar latura BD să fie inclusă în latura BC a unghiului. $m(\angle CBE) = \frac{1}{3}m(\angle ABC)$. Construind bisectoarea unghiului EBD , obținem împărțirea unghiului drept ABC în trei părți congruente



Problema pătratului (cca 1950 î.e.n.)

Aria A , care constă din sumele ariilor a două pătrate, alcătuieste 1000. Latura unuia dintre aceste pătrate alcătuieste, micșorată cu 10, două treimi din latura celuilalt pătrat. Care sunt laturile pătratelor? **Aria patrulaterului.**



Pentru determinarea ariei patrulaterului sumerienii calculau produsele semisumelor laturilor opuse. Clarificați pentru care patrulare această formulă determină exact aria. **Aria**

triunghiului. Pentru determinarea ariei triunghiului isoscel, sumerienii uneori calculau produsul dintre lungimea laturii laterale și jumătății bazei. Verificați pentru care caz formula pentru calcularea ariei triunghiului isoscel este un caz particular al formulei patrulaterului din problema 6. **Problema barei.** Determinați lungimea barei (bârnei), inițial atașată vertical la perete, apoi deplasată astfel, încât capătul ei de sus s-a coborât

cu trei coți, iar capătul de jos s-a depărtat de la perete cu nouă coți. **Raza cercului circumscris.** Calculați raza unui cerc circumscris unui triunghi isoscel, care are baza egală cu 60 și latura laterală 50. Răspunsul indicat de matematicianul antic este $31 + \frac{15}{60}$.

Care este eroarea? **Raza cercului înscris.** Determinați raza unui cerc înscris într-un hexagon regulat.

Problemele de algebră au următoarea tematică: **Rădăcina pătrată**

Calculați $\sqrt{1700}$ sau $\sqrt{160}$. Să se compare gradul de aproximație al rezultatului calculului matematicianului babilonian cu cel obținut prin metoda de calcul modernă. Babilonienii

utilizau pentru calcularea rădăcinii pătrate a umereilor întregi următoarea formulă $\sqrt{c} = \sqrt{a^2 + b} \approx a + \frac{b}{2a}$, atunci $\sqrt{1700} = \sqrt{1600 + 100} = 40 + \frac{100}{2 \cdot 40} = 41 \frac{1}{4} = 41,25$. În

conformitate cu calculele moderne, $\sqrt{1700} = 41,231056...$, ceea ce denotă o eroare de 0,02, adică de 2%. Este un calcul uimitor pentru matematica elementară a acelor timpuri.

Utilizând rezolvarea din problema 7, avem: $\sqrt{160} = \sqrt{12^2 + 16} \approx 12 + \frac{16}{2 \cdot 12} = 12 \frac{2}{3}$. Este un răspuns cu o marjă de eroare destul de exactă pentru matematica acelor timpuri, de **12,666...** în loc de **12,649...**

Mesopotamienii cunoșteau progresiile și operațiile cu ele. De exemplu problema **10 frați:**

10 frați. $1\frac{2}{3}$ mine de argint. Frate de asupra fratelui se ridică nu știu cu cât. Partea celui de-al optulea este 6 șecheli. Cu cât se ridică frate de asupra fratelui? Din expunerea de pe

o tablă cuneiformă a rezolvării acestei probleme se poate constata că babilonienii cunoșteau proprietatea progresiei aritmetice cu referire la termenii egal depărtați de capetele dezvoltării progresiei, adică că suma lor este egală cu dublul termenului de la mijlocul dezvoltării progresiei sau cu dublul mediei aritmetice a tuturor termenilor progresiei. În cazul dat, media este $100:10 = 10$ șecheli, deoarece $1\frac{2}{3}$ mine fac 100 șecheli. Prin urmare,

cel de-al optulea cu cel de-al treilea frate au primit împreună 20 de șecheli, adică al treilea a primit 14 (20 - 6). Deoarece al optulea frate „se ridică de asupra” celui de al treilea cu 5 trepte, rația va fi $\frac{14-6}{5} = 1\frac{3}{5}$.

Mesopotamienii: rezolvau ecuații liniare și pătrate și sisteme de ecuații cu ele.

Rezolvați ecuația $\frac{x}{7} + \frac{y}{7} + \frac{xy}{7} = 2$ sau ecuația $x^2 + y^2 = 100$; cunoșteau operațiile cu procentele. În Babilonul Antic, cămătarul lua 20% în plus pe deasupra pe an. Dacă datornicul falit nu putea returna datoria în anul următor la termenul convenit, atunci cât va trebui el să întoarcă în al doilea an? Operau cu noțiuni din teoria numerelor: Cel mai mare număr atestat în tăblițele cuneiforme sumeriene este $1959552 \cdot 10^8$. Să se scrie în sistemul zecimal acest număr și să se citească în întregime în conformitate cu ordinele de scriere.

Din problemele populare se pot evidenția: În câte zile va putea fi executată o bucată de țesătură de o lungime de 100 de coți, dacă se știe că zilnic țesătoarea poată să țese câte 2 coți și jumătate? **Evreul bucătar:** Pe timpul capturii evreilor în Mesopotamia (586-530 î.e.n.), un evreu era bucătar la un satrap. Evreul era atât de iscusit în prepararea bucatelor, încât satrapul își lingea degetele la fiecare masă. Regele Cyrus II în anul 530 î.e.n. îngăduie tuturor evreilor a se întoarce în Israel – la baștina de unde au fost capturați. Satrapul, nedorind să se despartă de iscusitul bucătar, se gândea cum să facă ca să-l rețină. O dată, gustând mâncarea, satrapul, luând o lingură din mâncarea preparată, s-a adresat bucătarului: „- Dacă vei răspunde corect la întrebarea mea – te eliberez. Dacă nu – rămâi la mine pe vecie”. Evreul spune: „- Și care este întrebarea?” Satrapul îl întreabă: „- Să-mi spui ce nu-i ajunge acestei mâncări pentru a fi pe deplin întreagă?” Evreul a chibzuit ceva timp și i-a răspuns. Și satrapul uimit de răspunsul ce l-a dat evreul bucătar, i-a dat evreului libertatea așteptată. Ce i-a răspuns evreul satrapului?

Bibliografie

1. AVDIEV, V.I. *Istoria Orientului Antic*. București: Editura de Stat, 1951. 424 p.
2. CONSTANTIN, D. *Civilizația Asiro-Babiloniană*. București: Editura Sport și Turism, 1981. 404 p.
3. LIPIN, L.; BELOV, A. *Cărțile de lut*. București: Editura Științifică, 1960. 386 p.
4. ВАЙМАН, А.А. *Шумеро-вавилонская математика*. (III-I тыс. д.н.э.). Москва: Издательство восточной литературы, 1961. 275 с.

FOLCLORUL MATEMATIC ÎN DIDACTICA MATEMATICII PREȘCOLARE:**„ANA ȘI ALȚI PICI DE 5-7 ANI ÎNVAȚĂ MATEMATICA.****PRIMA ZECE. CIFRELE”****Cristina SÎRGHII**, director adjunct<https://orcid.org/0009-0002-0925-822X>

Gimnaziul Volovița „Alexandru Lupașcu”, Soroca RM

Abstract. Faptele din lumea mare care înconjoară mica personalitate – un copil curios, îl ajută să vadă clar și intuitiv aplicabilitatea imensă și varietățile de expresie matematică în viața de zi cu zi. În acest fel, copilul înțelege, că matematica nu este o știință uscată, care trebuie învățată ca un mitologic pentru a obține aprecierea așteptată, este o opțiune personal-importantă, necesară pentru a acumula abilități matematice de comportament adecvat al unui inteligent. persoană în cele mai diverse situații cotidiene.

Cuvinte cheie: folclor pentru copii, primele zece cifre, mediu, învățarea matematicii, abilități matematice.

Abstract. Facts from the big world surrounding the little personality – a curious child, help him to see clearly and intuitively the immense applicability and varieties of mathematical expression in everyday life. In this way, the child understands, that mathematics is not a dry science, which must be learned like a mythologist in order to get the expected appreciation, it is a personal-important, necessary option to accumulate mathematical skills of appropriate behavior of an intelligent person in the most diverse everyday situations.

Keywords: Children's folklore, first ten digits, environment, learning mathematics, mathematical skills

Cartea care o prezintă este o matematică interesantă pentru copii – o carte scrisă de profesori cu o practică inedită. În cadrul proiectului Matematica fără frontiere la care procesul de învățare nu este doar un loc de muncă la grădiniță, la școală sau cu studenții la facultate, ci o lume specială, în cazul în care copiii, în procesul educațional, nu încetează să se bucure de lumea și relațiile dintre obiectele din mediul înconjurător. Autorii deschid lumea copiilor în versuri, probleme, ghicitori, proverbe, zicători-zicale, cimilituri, frământări de limbă, ba chiar sarcini amuzante sau jocuri distractive.

Cartea este adresată nu numai cadrelor didactice, ci și părinților, care ar dori să studieze modalitatea cea mai eficientă de educație matematică pentru copilul lor de 5-7 ani. Este amuzant și captivant să înveți, să fii inventiv și prin joc, să înveți bine. Bun venit în lumea științelor exacte. Trebuie să înveți și să te distrezi.

Învățarea matematicii este posibilă de a fi uneori și puțin distractivă, așa cel puțin propunea matematicianul francez, un fascinant filozof, Blaise Pascal

Să înveți bine! Să fii ingenios, inventiv și creativ!

Marele matematician al antichității Pitagora propaga ideea: „*Lumea este construită pe baza numerelor*”, probabil că în ceva avea dreptate.

Uite! La această întrebare veți găsi răspunsul când vei termina de citit cartea în baza folclorului copiilor. Ca ghid pe paginile cărții adeseori o veți întâlni pe Ana – cel mai fascinant personaj – o puștoaică de seama voastră, care primește povește, dar dă și sfaturi și idei de a însuși cât mai performant matematica primei zeci. Cine o va urma poate avea succes!

Conținutul cărții este astfel aranjat, încât fiecare dintre compartimente să aducă o mică părticică fascinantă de idei și fapte din lumea mare care înconjoară mica personalitate – un copil curios, pentru a-i demonstra de a vedea clar și în mod intuitiv imensa aplicabilitate și varietățile exprimării matematicii în viața zi de zi. În acest mod, copilul înțelege, că matematica nu este o știință seacă, care trebuie învățată ca un mitocan pentru a obține aprecierea așteptată, ci este o opțiune personală-importantă, necesară de acumulare a competențelor matematice de comportament adecvat a unei persoane inteligente în cele mai diverse situații cotidiene. Copilul se convinge că matematica este însăși viața noastră de zi cu zi, văzută și întâlnită peste tot.

Specificăm caracteristicile succinte ale fiecărui compartiment la fiecare din 10 cifre.

Cu ce se aseamănă cifra? Care este portretul ei?

Acest compartiment este destinat pentru ca Anișoara ca și oricare copil curios să obțină deprinderi de a vedea în orice situație, fenomen o cifră aparte cu aplicațiile practice caracteristice doar cifrelor – un element matematic care nu depinde de culoare, masă, formă, materie, ci doar de cardinalul mulțimii date. După ceva antrenament copiii inventează atâtea fantezii, că ar fi bine să rămână ele până la adânci bătrânețe în mințile lor. Se folosesc pentru aceste convingeri versuri inedite scrise de cei mai mari stăpânitori ai penelului și amatori ai matematicii cu referire la cifre/numere.

Exemple practice de atestare a cifrei date

*Anișoara ca și oricare copil curios are o pasiune aparte pentru aplicațiile practice ale cifrelor de la 0 la 9, precum și a numărului 10. Se antrenează ore-n șir pentru a le depista și, realizând așa ceva, constată că a mai obținut o victorie personală – o nouă descoperire a sa, descoperire, pe care a făcut-o în mod independent, care o discută mai apoi cu toți prietenii săi, atât cei reali cât și cei virtuali. În aceste clipe ea crește în fața propriilor ochi. Tata, mama, bunii și toți cei apropiați aceasta constată zi de zi. **Copiiilor le place a da exemple de obiecte care pot fi doar numai la cardinalul acestui număr. Pentru aceasta dăruieți copiilor marele dar de a căuta și inventa.***

Povestea cifrelor și a numerelor

*Că e poveste? Ana nu știe...
Că-i adevăr –nu poate spune.
Ce-au auzit – ea și autorii v-au transmis
Din vorbe-aflăte de prin lume.*

Este curios, că aceste înscenări, lasă urme adânci în inima copilului și, tot odată, îl fac visător, curios, curajos, omenos, săritori la nevoie, asemenea personajelor dragi – îl învață viața zi de zi, îi îmbogățește experiența proprie-personală – lumea cea mare lăuntrică a lui. Folosiți aceste clipe.

Înțelepciunea poporului – proverbe și zicători

În folclor sunt ascunse cele mai fascinante pagini de matematică populară: probleme, ghicitori, proverbe și zicători, frământări de limbă (cimilituri), cuvinte aripate cu menționări referitoare la cifre. Acestea constituie tezaurul de neprețuit al neamului român și copilul trebuie să cunoască aceste perle nemuritoare ale matematicii empirice populare.

*Anișoarei tare-i plac cimiliturile
Se antrenează ore-n șir pentru a le spune
Corect, rapid și doar cu tâlc și mare haz.*

Ritmuri vesele

Multe caracteristici ale unei cifre anumite se pot expune prin versuri inedite scrise de cei mai mari maeștri ai scrisului frumos. Ana mereu fredonează ceva pentru sine. Copilul într-o formă nestingherită prinde sensul caracteristicii îmbrăcat în haina poeziei și fără mare efort mintal memorează și ușor reproduce.

Depistează deosebiri

În culegere sunt incluse desene în paralel, care se deosebesc doar prin câteva semne caracteristice. Copiii cu mare atenție și captivitate rezolvă astfel de însărcinări. Aceste desene dezvoltă la copii atenția selectivă, concentrarea la un anumit scop bine determinat, perseverența, spiritul de observare, analogia și compararea – cele mai fascinante operații de cugetare omenească.

Citim împreună ca să avem o voie bună

Paginile înserate în acest compartiment sunt niște perle selectate din literatura universală și națională afiliate la folclorul copiilor. Copiii în baza lor capătă acea dragoste pe care noi suntem datori de a le altoi.

Recreația veselă

Sunt selectate exerciții de antrenare a aparatului locomotor, de orientare în spațiu, de relaxare și înlăturare a oboselii.

Jocuri mobile pentru pici dârji și voinici

Anei și, practic tuturor copiilor, le plac jocurile mobile fie în încăpere, fie la aer liber. Aceste jocuri în fac comunicabili, prietenoși, vioi, educă spiritul de echipă și ajutor reciproc.

În continuare vom contempla careva secvențe:

Ocupația 1

Vine în ajutor cadrelor didactice să dezvolte competențele de receptare a elementelor de limbaj aferent conceptului de număr natural ,unu, utilizându-se exemplele propuse în ocupația respectivă.

Ocupația 2

Avem puse la dispoziție ocupații ce au o continuitate din ocupația precedentă, dar care se extind și devin încă mai atractive.

Ocupația 3

Prezintă o vastă alegere pentru etapele de evocare din cadrul orelor de matematică. Conținuturile generice determină cadrul formării transdisciplinare a valorilor și atitudinilor.

Exemplele ocupaționale propuse conturează contexte de legătură cu viața cotidiană și fac posibilă comunicarea dintre fluxul de informație ce străbate lumea exterioară și fluxul de cunoaștere ce traversează universul interior al copilului.

Ocupația 4

Reprezintă activități care sunt interesante prin conținut și servesc la exercițiile pentru identificarea, scrierea, citirea numărului natural.

Ocupația 5

Se face deosebită prin faptul că conținuturile încep să se modifice de la simplu spre compus, acest fapt ce va motiva elevul să se concentreze mai mult la sarcini pentru a nu omite momente importante care duc la aflarea rezultatului corect.

Ocupația 6

Exemplele practice trezesc un mare interes copiilor. Poveștile, glumele, activitatea pentru lectură dezvoltă elevilor abilități de comunicare, de expunere, de formularea a mesajelor orale sau prezentarea unei informații în limbaj matematic și nu numai.

Ocupația 7

Și în această ocupație elevii noștri au posibilitatea să exploreze modele particulare îmbinând armonios dinamismul și valența ameliorativă înaltă cu realizarea unor obiective concrete ale lecției în care se propune studierea numărului natural respectiv.

Ocupația 8

Mijloace excelente pentru antrenarea minții și dezvoltării gândirii logice, abstracte, critică și creativă. Aplicarea acestor exerciții vor duce la dezvoltarea abilităților importante pe care trebuie să le oferim elevilor pentru ca aceștia să devină persoane de succes, capabile pentru învățare pe tot parcursul vieții.

Ocupația 9

Prezintă activități cu un conținut care duc la explorare, gândire critică, investigare, experimentare, formarea atitudinilor pozitive la elevi pentru disciplina dată.

Ocupația 10

Exemplele din ocupația respectivă sunt cele mai atrăgătoare pentru elevi, în acest context pentru ei este ușor să-și imagineze, să opereze, să realizeze sarcina propusă.

Bibliografie

1. GOROVEI, A. *Folclor și folcloristică*. Chișinău: Hiperion, 1990. 515 p.
2. COJOCARU, I. *Matematica versificată*. Chișinău: Pulsul Pieții, 2017. 246 p.
3. POLEAK, G. *Probleme amuzante*. Moscova, 1953 (în rusă).
4. SOROKIN, P. *Probleme distractive la matematică cu rezolvări și indicații metodice. Materiale didactice pentru pedagogii claselor primare*. Moscova: Prosveșcenie, 1967. (în rusă).
5. VANGHELI, S. *Auraș, păcurăș (Din folclorul copiilor). Ediția a II-a*. Chișinău: Lumina, 1976. 48 p. (cu caractere chirilice).
6. VIERU, G. *Spune-i soarelui o poezie*. Chișinău: Literatura artistică, 1989. 36 p. (cu caractere chirilice).

DESPRE CONJECTURA $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{a}{b}$

Boris ȚARĂLUNGĂ, dr. conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-2477-9376>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În această lucrare se studiază conjectura $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{a}{b}$.

Cuvinte cheie: ecuație diofantină; Soluții naturale.

Abstract. In this paper is studies the congecture $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{a}{b}$.

Keywords: diophantine equation; natural solutions.

În teoria numerelor se studiază intens ecuațiile diofantiene [1-7], ecuații ce admit doar soluții întregi. În literatura de specialitate este bine cunoscută conjectura: pentru care numere naturale a, b există numerele naturale x, y, z , încât să se verifice egalitatea $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{a}{b}$. Dacă $a = 4$, atunci avem conjectura Erdos- Strauss. Dacă $a = 5$, atunci avem conjectura Sierpinski. Dacă $a = 6, 7$, atunci avem conjectura Aigner. În lucrarea [3] se arată că pentru $a = 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18$ există ecuații care nu au soluții naturale. În lucrarea [7] se demonstrează, că pentru $a = 19$ există ecuații ce nu au soluții naturale.

În lucrare dată se studiază conjectura $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{a}{b}$ și se demonstrează că pentru valorile $a = 10m, m \in \mathbb{N}$ ea este falsă.

Teorema 1. Ecuația

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{10m}{10m+1}$$

nu are soluții în mulțimea numerelor naturale.

Demonstrație. Vom considera, că $x \geq y \geq z$. Deoarece $\frac{1}{z} < \frac{10m}{10m+1}$, rezultă că $z \geq 2$. Analog, $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} \leq \frac{3}{z}$. Atunci $\frac{10m}{10m+1} \leq \frac{3}{z}$, de unde $z \leq 3$. Deci $z \in \{2, 3\}$.

1. Fie $z = 2$. Substituim și obținem ecuația

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{10m-1}{2(10m+1)}.$$

Din această ecuație rezultă relația

$$y = 2 + \frac{4x+40m+4}{(10m-1)x-(20m+2)}.$$

Pentru

$$(10m-1)x - (40m+2) > 4x + 20m + 4$$

sau

$$x > 6 - \frac{14}{10m - 5}$$

ecuația dată nu are soluții naturale. Rezultă că $x < 6$. Atunci $x \in \{2,3,4,5\}$.

Dacă $x = 2$, obținem

$$y = \frac{40m + 4}{-4} = -(10m + 1)$$

și nu avem soluții naturale.

Dacă $x = 3$, primim

$$y = \frac{60m + 6}{10m - 5} = 6 + \frac{36}{10m - 5}$$

și nu avem soluții naturale.

Dacă $x = 4$, rezultă

$$y = \frac{40m + 4}{10m - 3} = 4 + \frac{16}{10m - 3}$$

și nu avem soluții naturale.

Dacă $x = 5$, obținem

$$y = \frac{30m + 3}{10m - 2} = 3 + \frac{9}{10m - 2}$$

și nu avem soluții naturale.

2. Fie $z = 3$. Substituim și obținem ecuația

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{20m - 1}{3(10m + 1)}.$$

Din această ecuație rezultă relația

$$y = 1 + \frac{(10m + 4) + 30m + 3}{(20m - 1)x - (30m + 3)}.$$

Pentru

$$(20m - 1)x - (30m + 3) > (10m + 4)x + 30m + 3$$

sau

$$x > 6 + \frac{36}{10m - 5}$$

ecuația dată nu are soluții naturale. Rezultă că $x < 7$. Atunci $x \in \{2,3,4,5,6\}$.

Dacă $x = 2$, primim

$$y = \frac{60m + 6}{10m - 5} = 6 + \frac{36}{10m - 5}$$

și nu avem soluții naturale.

Dacă $x = 3$, obținem

$$y = \frac{90m + 9}{30m - 9} = 3 + \frac{12}{10m - 3}$$

și nu avem soluții naturale.

Dacă $x = 4$, obținem

$$y = \frac{120m + 12}{50m - 7} = 2 + \frac{20m + 26}{50m - 7}$$

și nu avem soluții naturale.

Dacă $x = 5$, obținem

$$y = \frac{40m + 4}{10m - 3} = 4 + \frac{16}{10m - 3}$$

și nu avem soluții naturale.

Dacă $x = 5$, primim

$$y = \frac{150m + 15}{70m - 8} = 2 + \frac{10m + 31}{70m - 8}$$

și nu avem soluții naturale.

Dacă $x = 6$, obținem

$$y = \frac{180m + 18}{90m - 9} = 2 + \frac{36}{90m - 9}$$

și nu avem soluții naturale. Teorema este demonstrată.

Concluzie. Cu toate că conjectura anunțată este falsă, pentru unele valori naturale

ale lui a și b ecuația dată are soluții naturale. De exemplu, ecuațiile: $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{20}{31}$

$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{30}{59}$; $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{40}{53}$; $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{50}{77}$ au soluțiile în mulțimea numerelor naturale, respectiv:

$\{(2,7,434)\}$; $\{(2,177,354), (2,836,236), (3,6,118), (4,4,118)\}$; $\{(2,4,212)\}$; $\{(2,7,154)\}$.

Bibliografie

1. AIGNER, A. Brucheh als Summs von Stammbruchen. In: *J. reine angew. Math.* 1964, nr. 214/215, pp. 174-179.
2. BERNSTEIN, L. Zur Losung der diophantinschen Gleichung $m/n = 1/x + 1/y + 1/z$, insbesondere im Falle $m=4$. In: *J. reine angew. Math.* 1962, nr. 211, pp. 1-10.
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, 61-64.
4. ERDOS, P. On a diophantine equation. In: *Mat. Lapok*, 1950, nr. 1, pp. 192-210.
5. PALAMA, G. Su di una congettura di Sierpinski relativa alla possibilita in numere natuarli dela $5/n = 1/x + 1/y + 1/z$. In: *Boll. Un. Mat. Ital.* 1958, nr. 13, pp. 65-72.
6. SIERPNSCKI, W. Sur les decomposition de nombres rationnels en fractions primaires. In: *Mathesis.* 1956, nr. 65, pp. 16-32.
7. ȚARĂLUNGĂ, B. Despre soluțiile ecuației diofantiene $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z} = \frac{19}{n}$. În: *Materialele Conferinței Științifice Internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (concept Steam)*, ediția a doua, 28-29 octombrie 2022, Chișinău, Republica Moldova, pp.160-162. ISBN 978-9975-81-074-6.

ISTORIA DIDACTICII MATEMATICII CIVILIZAȚIEI ARABIEI ANTICE**Ionel TATARU**, director ȘG Paltin

Coordonator Centrul Metodic Paltin a profesorilor de matematică

<https://orcid.org/0000-0002-4415-7873>

Județul Vrancea, România

Rezumat. Marele merit al arabilor constă în studiul, prelucrarea și difuzarea lucrărilor matematicienilor hinduși, greci, din Asia mijlocie etc. Ei au combinat și sistematizat tezaurul matematic al acelor vremuri.

Cuvinte cheie: Istoria Didacticii Matematice, civilizația Arabiei Antice, probleme remarcabile, numere, sistem de numere zecimal pozițional, algebră, aritmetică, oameni de știință renumiți care au stat la bazele matematicii.

Abstract. The great merit of the Arabs lies in the study, processing and dissemination of the works of Hindu, Greek, Middle Asian mathematicians, etc. They combined and systematized the mathematical thesaurus of those times.

Keywords: History of Didactics of Mathematics, civilization of Ancient Arabia, remarkable problems, numbers, positional decimal number system, algebra, arithmetic, renowned scientists who stood at the foundations of mathematics.

Sub cultura „arabă” trebuie de înțeles în special cultura popoarelor, cucerite de către arabi în special către sfârșitul primului mileniu începutul mileniului doi e.n., când apare pe harta lumii statul sclavagist Califatul Arab. Arabii după moartea profetului lor Mohamed (anul 632), realizează crezul profetului, se unifică într-un stat mare și cuceresc imense teritorii. Nouă stat arab avea o întindere de la munții Ural până la Oceanul Indian și de la China și India până la Oceanul Atlantic cuprinzând Nordul Africii și Spania, cuceriri care au avut loc în secolul 7 – începutul secolului al 9-lea. Interacțiunea elementelor culturii arabilor și culturii popoarelor din țările cucerite a adus la formarea culturii arabe din Evul Mediu. Mai apoi lupta de eliberare a popoarelor din Asia Mijlocie, Iran, Afganistan și Caucaz (secolul 9-10) și Renașterea în Spania (secolul 8-15) au adus la eliberarea acestor teritorii de sub stăpânirea arabă. Ulterior pe o bună parte a Orientului și Nordul Africii s-au format state arabe. În anul 762 haliful al-Mansur întemeiază orașul Bagdad, care devine capitala Califatului, cel mai mare centru științific, deoarece se afla la mijlocul drumului dintre China și Spania. În această lumină un loc important în evoluția matematicii din țările din Califatul Arab, pe parcursul a mai mult de 500 ani (din secolul IX până în secolul XVI), continuu apar publicații ale savanților popoarelor din Asia Mijlocie și regiunile Caucaziene, Bizanțului. În matematica perioadei islamului se observă influențele acelor idei care dominau în China, India, Alexandria, Bizanț. Califii statului arab, îndeosebi al-Mansur (754-775), Harun-al-Rașid (786-809) și al-Mamun (813-833), ocroteau astronomia și matematica; al-Mamun chiar a construit în Bagdad „Casa înțelepciunii” cu o imensă

biblioteca și observator. În Bagdad s-au întemeiat biblioteci și școli în care au activat valoros cei mai eminenti savanți ai timpului, din diverse colțuri ale lumii: Mahamed ibn Musa al-Kwarizmi, Sabit ibn Corra al-Narani, Abu Ali ibn Sina (Avicena), Abu-r-Raihan al-Biruni, Abu-l-Fath Omar ibn Ibkahim Khayam, Nasirâddin at-Tussi, Djemsid Gias ad-Din al-Cași.

Alt centru era în Egipt, aici lucra eminenta personalitate Ibn al-Haisam (Alhasen) mare fizician, algebraistul Abn Camil.

Un mare centru de oameni de știință a existat în Spania: în Sevilla, Toledo, Cordoba.

În aceste centre savanții scriau operele sale în bună parte în arabă. Multe realizări a matematicii arabe sunt legate de cercetările din astronomie. În particular au fost elaborate problemele și metodele de calcul algoritmic. Realizări substanțiale au atins aritmetica și geometria.

În domeniul aritmeticii savanților din Asia Mijlocie le aparține perfecționarea sistemului de numerație pozițional sexagesimal, în care ca bază este acceptat numărul 60; descoperirea fracțiilor zecimale după cum și răspândirea sistemului zecimal pozițional de numerație inițiat în India.

Algebra și trigonometria pentru prima oară s-au format în științe independente. Iar termenii pe care noi astăzi îi utilizăm ca „*cifre hinduse-arabe*”, „*rădăcina*”, „*algebra*”, „*algoritm*”, „*sinus*”, ne amintește de influența științei țărilor islamului. Majoritate denumirilor stelelor și mulți termeni astronomici au de asemenea origine arabă.

Marele merit al arabilor constă în studierea, prelucrarea și răspândirea operelor matematicienilor hinduși, greci, a celor din Asia Mijlocie ș.a. Ei au combinat și sistematizat tezaurul matematic al acelor timpuri.

În secolul al III-lea se întetesc relațiile culturale și comerciale dintre China, India, Irac/Persia și Asia Mijlocie. Din China vine hârtia și cu ea sosește tiparul cărților, care ia naștere în Samarcand, Damasc, Bașea. În Bagdad în arabă apar: fragmente din „*siddhatele*” matematicianului hindus Brahmagupta, operele lui Aristotel, Galen, Euclid, Ptolomeu, Hipocrate, multe cărți din bibliotecile Bizanțului, hărți, calendare.

În Cordoba este înființată școala superioară arabă cu predarea filozofiei, matematicii, astronomiei cu astrologie, medicină, alchimie etc. În biblioteca de pe lângă școală era o bogată colecție de cărți arabe, grecești, latine. Se creau școli obișnuite care mai apoi s-au extins și în alte orașe ale Spaniei: Grenada, Salamanca, Sevilla, Toledo și chiar în Palermo din Sicilia, care se afla sub ocupația arabilor, apoi apar premisele constituirii universităților.

Civilizația islamică/arabă a permis conservarea moștenirii grecești și reunirea ei cu descoperirile din China și India, mai ales în privința sistemelor de numerație, în domeniile trigonometriei prin introducerea funcțiilor trigonometrice și aritmetice ca obiect aparte,

cunosc o dezvoltare deosebită. Tot în această perioadă au fost inventate combinatorica, analiza numerică și algebra liniară.

B. Idei, oameni, realizări

Al-horezmi Muhammed (Alhvarizmi) din Hiva (780-850). Preocupările lui au cuprins toate domeniile matematicii, fiind primul clasic al matematicii din țările islamului, autor a cinci opere de aritmetică, algebră, astronomie, geografie și un calendar, care s-a păstrat parțial, sub formă de prelucrări, având o eroare de 25 secole, la un an de zile. Operele lui au avut o imensă influență asupra dezvoltării ulterioare a matematicii, devenind puncte de plecare pentru numeroase cercetări. În aritmetică el expune, primul în lume, numerația pozițională și operațiile bazate pe aceasta, utilizând cele nouă cifre și semnul zero, a arătat cum se pronunță numerele mari folosind doar denumirea unităților, a zecilor, a sutelor și a miilor. A vorbit despre fracții. Tratatul scris de algebră s-a păstrat mai bine (*Kitab al-djabr val-mucabala*) – numită scurtă carte despre calculul algebrei și al-mucabalei, compusă din patru părți: unul dedicat algebrei, urmat de un mic capitol despre chestiuni comerciale (*regula de trei simplă după modelul indian*), urmată de un mic capitol de geometrie despre măsurători cu unele aplicații ale algebrei, după cum și o vastă carte despre testamente, care avea ca scop de a lămurii matematic regulile testamentare, destul de dure și complicate în conformitate cu dreptul musulman. Cartea lui a fost începutul științei despre rezolvarea ecuațiilor numerice liniare și pătrate. Geometria lui al-Horezmi este bazată pe cea greacă și hindusă. În plus el dă o regulă pentru calculul ariei segmentului de cerc. De numele acestui savant este legat și termenul algoritm, de la al-Horezmi, ca succesiune de operații pentru rezolvarea unui anumit tip de probleme.

Abu-l Hasan, Tabit ibn Korra (Quarra ibn Marvan ab-Sabi al Harrani (n. 826-830, d. 901)), matematician și astronom arab, a găsit formula de formare a numerelor prietene sau amice, preluată de Fermat și publicată fără de demonstrație de Descartes (1638), a cercetat teoria rapoartelor compuse, s-a ocupat de rezolvarea ecuațiilor de gradul III prin metode geometrice, a exprimat teorema sinusurilor, pentru triunghiul dreptunghic. Are lucrări la secțiunile conice, a cercetat cuadratura segmentului de parabolă, a calculat volumul corpurilor de rotație. A transcris și fundamentat operele lui Euclid, Apoloniu, Arhimede, Ptolomeu.

Opere: *Kitab el Karstun* – Cartea despre balanță – tradusă în latină în secolul XIX sub titlul Liber Karastonis.

Abu Ali al Husein ibn Abdalla ibn Sina (latinizat Avicenna) (980-1037), matematician, astronom, filozof. Unul dintre cei mai remarcabili adepți ai lui Aristotel în gândirea medievală arabă. Un critic al idealismului sholastic. A înțeles corect interdependența și interacțiunea dintre timp și mișcare (spațiu), afirmând, că „*timpul se prezintă doar numai împreună cu deplasarea: unde nu este mișcare nu este nici timp*”. A

studiat mișcarea corpurilor și inerția. A trăit în epoca de înflorire a Arabiei. El a scris peste 100 opere.

Canonul medicinei: - Rital al Sife (Cartea tămăduirii). Este o lucrare enciclopedică – consacrată filozofiei, logicii, matematicii.

Al-Biruni, el Ustad Abu Reihan Muhammed ibn Ahmed Lein ed Diuel-Biruni (973-1048) – matematician, istoric, mare enciclopedist, strălucit reprezentant al culturii arabe. El a cercetat calcularea numărului π , s-a ocupat de problema cuadraturii cercului, susținând cu fermitate că raportul dintre lungimea cercului și diametrul lui este un număr irațional. A scris numeroase opere matematice:

Cartea despre coarde (1036) – o colecție de demonstrații ale teoremelor fundamentale din geometrie și trigonometrie.

Canon al-Masudi sau Tractatus geografic-astronomicus (1030) – tratat de algebră în care se cercetează regula de trei, extragerea rădăcinii pătrate și cubice, rezolvări de ecuații.

A fost un precursor al savanților din epoca Renașterii.

Ommar Khayyam About Fath' Ommar ibn Ibrahim – al Khayyam Ghijat al din Abu Ilfat (n. 1048-1040, d. 1123-1125), un celebru matematician, astronom, filozof și poet. Urmaș al lui Al-Biruni. A condus observatorul din Merv. Era un profund cunoscător al geometriei grecești, îndeosebi s-a ocupat de problema paralelelor. A preluat de la Aristotel principiul continuității, afirmă că mărimile pot fi divizate până la infinit. S-a ocupat de criteriile de comparare a unui număr irațional cu un număr rațional. A generalizat noțiunea de număr în cadrul mulțimilor numerelor reale, pozitive. În algebră s-a ocupat de rezolvarea ecuațiilor algebrice și de stabilirea unor metode geometrice pentru determinarea numărului soluțiilor pozitive. Cunoașterea procedurii formării succesive a coeficienților în formula ridicării binomului la puterea a n –a. A lucrat asupra reformei calendarului – prototipul calendarului francez revoluționar (*sf. sec. XVIII*). Opere:

- Comentarii privind dificultățile din introducerile la cărțile lui Euclid (1077);
- Despre demonstrațiile problemelor de algebră (1069-1074).

Lucrările lui caracterizează nivelul excepțional pe care l-au atins științele matematice la popoarele din Asia Centrală în Evul Mediu, lucrările lui fiind cele mai mari realizări ale științei arabe Ad Tusi, Al Kași, Ulugbec.

Datorită acestei civilizații avem fundamentele matematicii de astăzi.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii*. Antichitatea până la secolul VI (XIII). Pitești: Nomina, 2009. 457 p.
2. ДЕПМАН, И.Я. *История арифметики*. Москва: Издательство Просвещение, 1965 г., 415 с.

3. BOTH, Nicolae. *Istoria matematicii*. Cluj Napoca: Editura ALC MEDIA GRUP, 1999. 256 p.
4. KOLMAN, E. *Istoria matematicii în antichitate*. București: Editura Științifică, 1963. 246 p.
5. MIHĂILEANU, N. *Istoria matematicii. Antichitatea. Evul Mediu. Renașterea și secolul al XVII-lea*. București: Editura Enciclopedică Română, 1974. vol. 1, 456 p.
6. ВЫГОДСКИЙ, М.Я. *Арифметика и алгебра в древнем мире*. Москва: Издательство Наука, 1967 г. 368 с.
7. ВАН ДЕР ВАРДЕН, Б.Л. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: Издательство физ-мат. Литературы, 1959 г. 460 с.
8. ДААН-ДАЛЬМЕДИКО, А., ПЕЙФФЕР, Ж. *Пути и лабиринты. Очерки по истории математики*. Москва: Издательство Мир, 1986 г. 432 с.

FOLCLORUL MATEMATIC PROBLEME POPULARE

Ionel TATARU, director ŞG Paltin

Coordonator Centrul Metodic Paltin a profesorilor de matematică

<https://orcid.org/0000-0002-4415-7873>

Judeţul Vrancea, România

Abstract. În oameni, din strămoşi străvechi, se practică o anumită specie de frământare a minţii omului interesat să-şi antreneze priceperea şi plasticitatea gândirii sale pentru a rezolva situaţii problematice destul de des atestate în viaţa de zi cu zi. Printre acestea este destul de des atestată problema populară legată de cele mai variate şi diverse situaţii cotidiene ale omului.

Folclorul matematic este o bogăţie imensă a oamenilor din care problemele populare constituie o mică parte. Sunt perle, fiecare dintre ele constituind o parte din calitatea cea mai preţioasă a unui popor – înţelepciunea lui, care educă ea însăşi cea mai bună latură – gândirea logică impecabilă.

Cuvinte cheie: Folclor, probleme non-standard, matematică populară, logică.

Abstract. In the people, from ancient ancestors, a certain species of turmoil of the mind of man interested in training the skill and plasticity of his thinking to solve problematic situations quite often attested in everyday life is practiced. Among them is quite often attested the popular problem related to the most varied and diverse everyday situations of man.

Mathematical folklore is an immense wealth of the people of which folk problems constitute a small part. They are pearls, each of them constituting a part of the most precious quality of a people – its wisdom, which educates itself the finest side – impeccable logical thinking.

Keywords: Folklore, non-standard problems, folk mathematics, logic.

*Necunoscând trecutul, este imposibil de a distinge
adevăratul sens al prezentului şi scopul viitorului.*

*Aceste adevăruri, desigur, se referă
şi la matematică.*

Înţelepciune populară

Stimaţi participanţi la şedinţele actualei Conferinţe ŞTEAM sunt bucuros a Vă saluta călduros din Vrancea. Astăzi, fiind delegat din partea colegilor vrânceni din cadrul Proiectului MFF de a Vă prezenta o descriere succintă a unei culegeri nu prea des întâlnită în practica de lucru a unui cadru didactic, cu atât mai mult la un profesor de matematică, care după părerea multor oameni este destul de seacă şi plictisitoare. Lucrarea concepută de mai mulţi profesori din RM şi Vrancea este pe faza finală şi, sperăm, va fi o lucrare unică în acest domeniu, constituind o punte reală clară dintre viaţa cotidiană şi matematica ştiinţă. Lucrarea se va numi „*Folclorul Matematic. Probleme Populare*”. Este, după părerea autorilor, o lucrare care valorifică tezaurul înţelepciunii poporului, de multe ori nescris (şi aici este şi vina noastră, că nu am dat atenţie la această bogăţie neestimată a poporului şi multe dintre ele se pierd, urmând să dispară fără urmă), datorită noastră este

de a aplica în practica noastră de lucru ceea ce este destul de apropiat de experiența de viață a tinerei generații – folclorul în care ne-am format ca personalitate, apoi de valorificat ceea ce a mai rămas neevaluat în popor, în deosebi, la generația de vârstă a treia, care mai țin minte multe lucruri sfinte și acestea de pus pe hârtie. E clar că *Folclorul Matematic* este destul de variat, conținând: parabole, cimilituri, zicale, proverbe, numărători, frământări de limbă, ghicitori, poezii etc. și doar o muncă colectivă uniți de același crez poate culege (*după vorbele lui Alexei Mateevici*) piatra neestimată ca mai apoi să fie apreciată la justa valoare. Ceea ce astăzi este cules și stocat în cartea dată este doar o parte infimă din tot tezaurul care există actualmente.

În popor din moși strămoși este practică o anumită specie de frământare a minții omului cointerestat de antrenarea dibăciei și plasticității gândirii sale de a rezolva situații problematice destul de des atestate în viața zi de zi. Printre aceste este destul de des atestată problema populară legată de cele mai variate și diverse situații cotidiene ale omului.

Aceste probleme, destul de frecvent întâlnite în popor, sunt de cele mai variate, avansate și sporite potenții de dificultate, dar poartă haina captivantă și destul de bine camuflată a umorului și inventivității folclorului ce face ca legenda subiectului să fie ușor memorizată. Ele pășesc alături de povești, povestiri amuzante, parabole, proverbe, ghicitori și alte creații populare. Însă sarcina de bază a acestor probleme nu este doar a distra și amuza, dar și pentru a verifica competența persoanelor de a cugeta fin, rațional și creativ, precum și a nivelului de descoperire și inventivitate.

Aceste probleme, de regulă, nu au un anumit autor din care cauză călătoresc prin popor de la o persoană la alta. O astfel de formă ne permite a le numi populare sau probleme folclorice. Până la acest moment acest tip de probleme a rămas neevaluat, adică a rămas în afara atenției specialiștilor cum a celor din tagma folcloriștilor așa și a matematicienilor, pe când forța lor educațională este imensă. Doar niște probleme cât se poate de simple sunt uneori discutate în jurnale de specialitate sau broșuri de popularizare a matematicii. Aceste probleme ocupă un loc modest în imensa moștenire folclorică din cauză că mulți dintre culegătorii de folclor nu au studii profunde în domeniul matematicii, studii, care le-ar permite să vadă acea perlă neestimată, care este camuflat ascunsă în legenda problemei, acel fin și interesant text care poate fi creat doar de un astfel de geniu cum este poporul, deoarece și în astfel de probleme, sunt atestate uneori texte destul de complicate, soluționarea căror necesită cunoștințe matematice serioase și profunde, competențe și experiență de rezolvare.

Este curios, că unele probleme folclorice pot fi atestate la cele mai diverse popoare din cele mai îndepărtate între ele civilizații ale lumii cum istoric așa și geografic. De exemplu: problema de a trece peste râu de către un țăran a trei lucruri: capra, varza și lupul, având o barcă, care permite a traversa râul cu țăranul și încă un obiect dintre cele trei: capra, varza sau lupul, pe care noi românii o considerăm problema noastră, este atestată cel puțin

în Școala Palatină (*anii 800 e.n.*) de pe lângă Curtea lui Carol cel Mare al Franței, dacă nu și ceva mai vechi; problema cu referire la cele 100 de găște într-o altă ipostază este atestată cum la ruși (*în cartea lui Leontii Magnițki*), așa și la egipteni (*i.e.n.*), precum și în Școala lui Pitagora. Legendele problemei pot varia, însă ideea de bază este una și aceeași.

În cazul problemei folclorice este necesar de a înregistra cele mai variate variante și anume de indicat diferențele dintre texte și de indicat ce anume a determinat această modificare și care este rostul acestei modificări, dacă folcloristul la moment o vede, dacă nu – trebuie de lăsat așa cum a depistat-o și de la cine a fost culeasă problema dată. Cu alte cuvinte, fiecare problemă populară își are istoria sa și soarta sa în mod individual, caracteristic doar ei.

Clasificarea acestor probleme ce constituie un sistem unitar compus ce reflectă proprietăți generale sau relații dintre cele mai variate mulțimi de obiecte după anumite criterii: probleme după linia de rudenie, probleme după distribuirea în mod egal a unei entități numerice într-un număr concret de părți, probleme de moștenire după anumite criterii și reguli, probleme cu referire la prețuri și relații financiare etc. Aproape toate problemele de creativitate populară se referă la proprietățile și relațiile dintre mulțimile de obiecte reale, care pot fi modelate cu ajutorul noțiunilor matematice: numere, figuri, relații, funcții, ecuații, algoritmi etc. Soluționarea unui astfel de tip de probleme reflectă într-o măsură oarecare cele mai diverse și variate aplicații conștientizate la concret sau neconștientizate ale unor cunoștințe matematice. Aceste obiecte reale și relațiile dintre ele sunt foarte tipice pentru realitățile din toate zilele ale poporului, după cum și din cele mai diverse timpuri. În aceste probleme lipsește uneori abstractul, cea mai mare caracteristică a problemelor matematice. Trebuie de atras atenție la unele metode de soluționare a problemelor folclorice care, uneori sunt indicate. Astfel de indicații reflectă înțelepciunea populară, finețea gândirii logice, creativitatea și inventivitatea, în plus, fără a folosi careva cunoștințe matematice fundamentale serioase.

Este bine de a cunoaște formele stilistice și lingvistice ale problemelor populare, ceea ce le creează o formă specifică de popularitate și atractivitate. În unele probleme este caracteristic dialogul, în altele forma lingvistică, care este caracteristic pentru povești, în altele ceva ieșit din comun... Aceste caracteristici au fost transmise de la o generație la alta, fără a ține cont de evoluțiile lingvistice. Problemele populare bazate pe material folcloric au o mare diversitate cum în raport cu relațiile lingvistice și în situațiile din viața cotidiană, așa și în raport cu nivelul de dificultate precum și a nivelului cunoștințelor și competențelor matematice necesare pentru soluționarea lor cu succes.

În popor, se utilizează, ca mijloc de educație intelectuală, astfel de forme de raționament logic ca probleme-glumă, probleme-ghicitori sau probleme populare. Astfel de probleme erau atestate la șezători și alte ocazii când se aduna multă lume, mai ales tineretul, constituind uneori tematica unor adevărate serate cu competiții de istețime și de

cugetare logică. Astfel de probleme se prezintă ca simple exerciții de calcul aritmetic, doar că condițiile problemei poartă o formă amuzantă, dar care dă de gândit. Deși cu o circulație mai restrânsă, problemele populare, împreună cu ghicitorile, constituiau un impunător material prețios de antrenament mintal în perioada, când școala nu putea să ajungă la masele largi și să atingă acele valențe de activitate nestingherită de comunicare ca întrunirile semenilor și atmosfera liberă de cugetare amuzantă. În clasificarea noastră problemele ce au devenit populare le vom accepta în următoarea divizare: probleme-joc, probleme aplicative, probleme logice și probleme populare de creativitate complexă, alături această clasificare este acceptată în raport de efortul logic depus, de raționamentul efectuat, dar poate fi ordonată și altfel: după subiectul care este pus în discuție.

Calea de a spori creativitatea și activismul elevilor în cadrul activităților matematice, atât în cadrul orelor, precum și a activităților extra-curriculare, constă în altoirea acestora a unor procedee euristice de cugetare cognitivă caracteristice folclorului acestui obiect important pentru fiecare personalitate intelectuală. Totodată, din punct de vedere a educației unei personalități creative, este important, ca în structura activităților de cugetare cognitivă a elevilor pe lângă competențele algoritmice (aptitudini și deprinderi), fixate prin reguli standard, formule și procedee de operare, să apară/asiste și procedee euristice cum de ordin general așa și de caracter concret popular practic. Posesia a unor astfel de tehnici didactice este necesară pentru o coordonare individuală creativă și critică, o activitate independentă în procesul de soluționare a problemelor, precum și a educării, formării și dezvoltării unei creativități cercetătoare performante, aplicând cunoștințele achiziționate în cele mai noi, neobișnuite și non standard situații.

Este necesar de a da într-o formă cât mai succint posibilă (uneori, poate doar informativă) o caracteristică a celor mai importante procedee euristice, care corespund unui stil performant de cugetare matematică; de a evalua conținuturile unor tipuri speciale de probleme, orientate spre dezvoltarea competențelor logic-lingvistice a elevilor, precum și a indica particularitățile metodologiei de operare cu problemele, predestinate pentru educarea și altoirea la elevii cointeresați a procedeelelor de lucru independent asupra unor fragmente modeste de prelucrare a teoriei conținuturilor matematice studiate.

Expunerea unei lucrări care ar evalua folclorul matematic sub forma unui chestionar didactic-metodic, poate ajuta profesorul de matematică, cât mai lejer să se orienteze în conținuturile prezente. Problemele sunt prezentate, după posibilitate și ideea didactic-metodică a autorilor, cu răspunsuri, indicații și rezolvări (autorii insistă, ca cei ce vor consulta cartea, anume în această ordine și să procedeze: mai întâi consulte răspunsul după ce a rezolvat de sine stătător problema; apoi iarăși mai revede cele scrise de el însuși; dacă tot întâmpină greutăți sau răspunsul nu corespunde, apoi consultă compartimentul respectiv la indicații și doar, ca ultima speranță și posibilitate apelează la indicațiile autorilor prezentate în lucrare) care sunt aduse la nivelul realizărilor școlare. Anume astfel, cel care

va lucra sistematic cu prezenta prelucrare didactic-metodică, poate distinge performanța dorită de a obține capacități de a lucra independent și creativ. Cartea de față nu este o lucrare obișnuită ci prezintă un dicționar orientativ didactic-metodic a celor mai importante probleme practice din cele mai variate perioade ale evoluției societății umane, orientate spre dezvoltarea capacităților creative mintale ale elevilor, procedee care au înfruntat veacuri, trecând o cale a evoluției lor calitative. Ele au fost selectate din cele mai notorii surse istorice ale creațiilor matematice de la cele mai evoluat și performante civilizații ale lumii din antichitate și până la epoca contemporană.

Materia propusă poate fi folosită în mod eficient în cadrul orelor de matematică la toate ciclurile, precum și a temei pentru acasă sau lucrul diferențiat cu elevii dotați. Un lucru sistematizat și ordonat a profesorului de matematică cu elevii în cadrul orelor poate contribui substanțial cum la o însușire cât mai accesibilă și motivat fundamentată, așa și a unei însușiri a competenței de a aplica în practica sa a celor mai performante procedee euristice de soluționare a problemelor. Practica de lucru a multor profesori de matematică a demonstrat, că în procesul de soluționare a astfel de probleme se creează cele mai favorabile condiții și posibilități de a stimula activitatea individuală-independentă a elevilor, ca să-și manifeste inițiativa și individualitatea, să-și dezvolte potențialul creativ. Este remarcabil și faptul că varianta de soluționare a unei probleme indicată nu este definitorie ca o dogmă, ci doar ca un mijloc de cugetare și rezolvitorul are destulă arie de creativitate și modalități de a fi inventiv. Este doar o propunere și, poate, o modalitate de a ilustra aplicarea unui anumit procedeu euristic și nu ca indicarea celei mai raționale căi de soluționare.

În studierea matematicii și întregul proces educațional problemele ocupă un loc deosebit, deoarece ele constituie obiectivul primordial, mijlocul de instruire și dezvoltare educațională matematică a elevilor. Performanța de a rezolva probleme este un indice de estimare a cunoștințelor și competențelor celor instruiți. Din aceste considerente, în conformitate cu problematica dezvoltării competențelor matematice ale elevilor, o importanță de prim plan revine didacticii de a aplica o metodologie cât mai performantă de a învăța elevii de a rezolva probleme. Una din aceste încercări este cartea eminentului pedagog matematician D. Polya „*Cum de rezolvat o problemă*” în care pentru întâia oară apare un sistem de întrebări, orientate spre dezvoltarea la elevi a unor deprinderi euristice de a rezolva probleme. Și în didactica sovietică cu referire la particularitățile activităților de cugetare în procesul de căutare a unei căi de soluționare a problemelor a fost elaborat un sistem de mijloace, orientate la dezvoltarea inițiativei creative și a unui atașament de abordare creativă în acțiunile sale. În această activitate se disting trei momente, când procesul de cugetare a elevului destul de profund pătrunde în esența conținutului și activitatea mintală atinge cea mai înaltă încordare – aceasta este *analiza condițiilor din enunțul problemei, o cercetare preventivă a ei și încercarea de a aplica un anumit*

procedeu cunoscut deja de soluționare. Ghidarea la un anumit mod de cugetare, care corespunde unui dintre aceste momente, se realizează pe calea întrebărilor speciale de ghidare spre realizarea scopului propus, caracterul și forma căror nu se fixează din timp, ci se determină pe parcursul procesului de soluționare în raport de situațiile care apar.

Descoperind în fața elevilor posibilitatea de a studia din cele mai diverse puncte de vedere procesul de soluționare, se creează condiții favorabile pentru afișarea capacităților și aptitudinilor lor individuale. Anume în acest mod se vede izvorul nesecat de dezvoltare a inițiativei creatoare a elevilor, care poartă numele de euristică, este concepută, ca o metodă/strategie de studiu, precum și de cercetare, bazată pe descoperirea de fapte noi – o artă de a duce o dispută cu scopul de a descoperi adevărul. Este o tehnologie didactică performantă care servește la descoperirea unor cunoștințe noi. Ea se aplică, de obicei, în domeniul educațional-instructiv, a metodelor de descoperire și de invenție. Euristica modernă tinde de a distinge procesul soluționării problemelor, anume a acelor operații de cugetare, care în mod predominant se adevăresc a fi utile în acest proces. Datele sale forte, ea le împrumută din cele mai variate surse, nici unul dintre care nu trebuie de ignorat. La o studiere cât mai serioasă și profundă a euristicii trebuie de ținut cont de fundalul ei atât logic, precum și psihologic, utilizând raționamentele și cugetările a astfel de matematicieni renumiți și cunoscuți, ca: Paap, Descartes, Pascal, Leibnitz, Boltzano ș.a., cu referire la întrebarea pusă în discuție, și totodată, desigur, nu trebuie de ignorat experiența personală liberă de oricare superstiții. Euristica trebuie să fie bazată precum pe baza experienței personale de soluționare a problemelor, așa și pe observațiile sau urmărirea după modalitatea, cum alții soluționează problemele. Studiind euristica nu trebuie de ignorat nici un tip de probleme; trebuie de depistat și de descoperit esența generală a aceia, ce se află în tratarea celor mai diverse probleme, trebuie să tindem de a descoperi acel general, care se află în soluționarea oricărei probleme, indiferent de conținutul pe care-l are. Studiarea euristicii are scopuri „*practice*”. Cea mai performantă intuire/înțelegere a naturii operațiilor de cugetare: *observare, concretizare, generalizare, comparare, analogie, inducție, deducție, idealizare ș.a.*, care au cea mai eficientă pondere în cadrul soluționării problemelor, poate indica și o influență pozitivă asupra întregului proces instructiv-educativ, inclusiv, în procesul studierii matematicii.

Când noi lucrăm intens, reacționăm fin la succesele obținute: ne inspirăm, când ne mișcăm înainte în procesul de rezolvare a problemei rapid și cu succes; suntem depresați, când lucrul ne stopează sau ne mișcăm înainte cu greu. Ce este esențial pentru mișcarea înainte și atingerea performanțelor în procesul de soluționare a problemelor? Încercând a ne da osârdia de a soluționa o problemă, pe rând cercetăm cele mai diverse ale ei aspecte, deoarece în cercetarea euristică este foarte important de a reface cât mai diversificat conținutul problemei puse în discuție. Conținutul problemei poate fi modificat prin: a) *descompunere și alcătuirea a unor combinații noi* (poate și a unei probleme reciproce) a

elementelor ei fundamentale; b) *reîntoarcerea la definițiile unora dintre noțiunile ce se conțin în conținutul enunțului*; c) se poate apela la *generalizare, concretizare/specializare și analogie*. Modificarea conținutului ne poate conduce spre niște elemente ajutătoare sau descoperirea unei probleme ajutătoare a cărei soluționare este mult mai accesibilă.

Este bine de deosebit trei tipuri de probleme: a) probleme de *calcul* (de a determina ceva); b) probleme de *demonstrat*, și c) probleme de *construcție*. În toate aceste probleme notările adecvate și desenele figurilor geometrice acordă un ajutor destul de important și esențial.

Uneori este important de a intui rezultatul sau de a ne folosi de niște cugetări preliminare, fără a le amesteca cu cele finale și exacte, lăsând loc pentru cugetările rezolvitorilor. Alteori trebuie de cercetat unele scheme logice posibile cu legături dintre date și necunoscute. Euristica cercetează comportamentul rezolvitorului în procesul de soluționare a problemei și pune ca obiectiv determinarea legităților generale a acelor procese, care au loc la soluționarea oricăror probleme, indiferent de conținutul pe care-l au. Un cunoscător al matematicii după ce se va face cunoscut cu problemele și soluțiile lor expuse în lucrare, va putea fără mare efort să adauge exemple din practica personală de lucru, pentru a clarifica pentru sine doar întrebările ilustrate de autori în baza unor exemple elementare.

Bibliografie

1. COJOCARU, I.; CALMUȚCHI, L.; MARCHITAN, D.G.; GHERMAN, G.; TATARU, I. *Matematica populară. Ediția a doua*. Chișinău: Pulsul Pieții, 2022. 306 p.
2. COJOCARU, I.; GHERMAN, G.; TATARU, I. *Matematica gimnazială. Cercul la matematică. Clasa a V-a*. Focșani: 2018. 198 p.
3. COJOCARU, I. *Metode euristice de rezolvare a problemelor matematice*. Chișinău: Pulsul Pieții, 2015. 313 p.
4. БАРВИН, И. И.; ФРИБУС, Е. А. *Старинные задачи*. Москва: Просвещение, 1994. 129стр.
5. ГУМЕЛЬ, Р.З. *Из истории основных математических понятий*. Ярославль: ЯГПУ, 1997. 157 с.
6. ФУШЕ, А. *Педагогика математики*. Москва: Просвещение, 1969. 128 с.
7. ЧИСТЯКОВ, В. Д. *Старинные задачи по элементарной математики*. Минск: Вышэйшая школа, 1978. 3-е издание, 270 с.

DIDACTIZAREA CONȚINUTURILOR ȘI DEZVOLTAREA GÂNDIRII MATEMATICE

Marcel TELEUCA, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-1730-5284>

Larisa SALI, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0003-1172-3055>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Republica Moldova

Rezumat. În articol sunt analizate unele aspecte ale procesului de didactizare a conținuturilor. În particular sunt elucidate principii și rigori impuse procesului de transpunere didactică importante pentru dezvoltarea gândirii matematice a elevilor.

Cuvinte cheie: didactizare, gândire matematică, competență matematică, metacogniție.

Abstract. In the article, some aspects of the didactical transposition of mathematical contents are analyzed. In particular, principles and rigors imposed on the process of didactic transposition important for the development of students' mathematical thinking are elucidated.

Key words: teaching, mathematical thinking, mathematical competence, metacognition.

Matematica este cu siguranță o materie care poate dezvolta buni gânditori. Această dezvoltare trebuie să fie planificată, deoarece nu se realizează din întâmplare. Abilitățile de gândire sunt esențiale pentru utilizarea și aplicarea matematicii, pentru rezolvarea eficientă și creativă a problemelor, comunicare și luare de decizii.

Abilitățile de raționament le permit elevilor să-și motiveze opiniile și acțiunile, să facă inferențe, să folosească un limbaj precis pentru a explica ceea ce gândesc și să emită judecăți și decizii bazate pe rațiune sau dovezi.

Abilitățile de procesare a informației le permit elevilor să găsească și să colecteze conținuturi relevante, să sorteze, să clasifice, să ordoneze, să compare și să contrasteze, să analizeze relațiile părți/întreg.

Atitudinea care ține de manifestarea curiozității provoacă elevii să pună întrebări relevante, să formuleze probleme, să planifice cercetări, să prezică rezultatele și să anticipeze consecințele, să testeze concluziile și să îmbunătățească ideile.

Abilitățile de gândire creativă le permit elevilor să genereze și să extindă idei, să sugereze ipoteze, să aplice imaginația și să caute rezultate inovatoare alternative.

Abilitățile de evaluare le permit elevilor să pătrundă în esența informației, să judece valoarea a ceea ce citesc, aud și fac, să dezvolte criterii pentru a aprecia valoarea muncii sau ideilor proprii și ale altora, să aibă încredere în judecățile lor.

În cercetarea [4] se definește capacitatea de a fi competent din punct de vedere matematic. Astfel, un elev trebuie să manifeste:

- Înțelegerea conceptuală: înțelegerea conceptelor, operațiilor și relațiilor matematice;

- Fluență procedurală: abilități de a efectua proceduri în mod flexibil, precis, eficient și adecvat;
 - Competență strategică: capacitatea de a formula, reprezenta și rezolva probleme matematice;
 - Raționament adaptiv: capacitatea de gândire logică, reflecție, explicație și justificare;
 - Predispoziție productivă: înclinație obișnuită de a vedea matematica ca fiind sensibilă, utilă și valoroasă, cuplată cu credința în diligență și în propria eficacitate.
- B. V. Gnedenko evidențiază următoarele proprietăți ale gândirii matematice [6]:

- 1) capacitatea de a surprinde neclaritatea raționamentului și lipsa unor dovezi importante în demonstrații;
- 2) obișnuința de a oferi argumentări logice complete;
- 3) separarea clară a etapelor raționamentului;
- 4) concizie (laconism);
- 5) acuratețea simbolismului.

Celebrul matematician A.N. Kolmogorov identifica astfel de caracteristici ale abilităților matematice:

- a) capacitatea de a transforma cu îndemânare expresii literale complexe, de a găsi modalități eficiente de a rezolva ecuații care nu se potrivesc regulilor standard sau, așa cum le numesc matematicienii, abilități „de calcul sau algoritmice”;
- b) imaginația geometrică sau „intuiția geometrică”;
- c) arta raționamentului logic consistent și clar [7, p.9].

Kolmogorov sublinia, de asemenea, că abilitățile matematice se manifestă prin viteza cu care oamenii învață conținuturile matematice, prin profunzimea și trăinicia studierii. Aceste caracteristici sunt cel mai ușor detectate în cursul rezolvării problemelor. Viteza de asimilare a materialului matematic poate fi stabilită după numărul de sarcini rezolvate de elev într-o anumită perioadă de timp, precum și după timpul de care au nevoie diferiți elevi pentru a rezolva aceeași problemă. Trăinicia de asimilare a materialului este stabilită de rezultatele așa-numitelor „verificări amânate”, care relevă acea parte din sarcinile analizate anterior pe care elevul o poate rezolva la moment. Profunzimea asimilării este determinată de faptul dacă elevul este capabil să transforme pentru propriile nevoi procedeele de învățare, demonstrate mai devreme de profesor. Nu se consideră că toate aceste caracteristici (viteză, profunzime, trăinicie) sunt obligatorii, prezența unui singur indicator este dovadă a abilităților matematice dezvoltate.

Academicianul Markushevich A. I., evidențiind caracteristicile de bază ale persoanelor care dețin reprezentări cantitative și spațiale dezvoltate, a subliniat următoarele calități ale gândirii și caracterului, formate în procesul unei educații matematice calitative [10]:

- 1) capacitatea de a elucida esența problemei, făcând abstracție de la detalii neesențiale (capacitatea de a abstractiza);
- 2) capacitatea de a construi o astfel de schemă a fenomenului, în care se păstrează doar ceea ce este necesar pentru interpretarea matematică a întrebării, și anume: relații de apartenență, relații de ordine, mărimi și măsură, poziționare spațială (capacitatea de a schematiza), ceea ce presupune, la rândul său, simplificarea formulării inițiale a întrebării cu ajutorul unei ipoteze de lucru adecvate;
- 3) capacitatea de a deriva consecințe logice din premise date (gândirea deductivă);
- 4) capacitatea de a analiza o problemă dată, extrăgând cazuri particulare din aceasta, de a distinge între momentele în care cazurile particulare epuizează toate posibilitățile și când reprezintă doar exemple care nu acoperă toate cazurile posibile;
- 5) capacitatea de a aplica concluziile obținute din raționamentul teoretic în cazuri concrete și de a compara rezultatele cu ceea ce a fost „estimat sau presupus teoretic”, de a evalua impactul varierii condițiilor asupra fiabilității rezultatului;
- 6) capacitatea de a generaliza concluziile și de a formula noi întrebări într-o manieră generalizată.

Deși A. I. Markushevich a subliniat că nu a pretins că oferă o reflectare exhaustivă a problemei, caracterizarea trăsăturilor gândirii matematice propusă de el s-a dovedit a fi una dintre cele mai informative [9].

Cum și-a imaginat Kolmogorov educația eficientă a abilităților matematice? În opinia sa, talentul matematic se dezvoltă spontan la o vârstă fragedă. Fără o îndrumare înțeleaptă, duce inevitabil la o întârziere a purtătorului său în adaptarea socială, creând probleme de natură psihologică și socială în viitor. Prin urmare, este important să identificăm copiii supradotați în timp util și să creăm condiții pentru ca aceștia să-și îmbunătățească abilitățile matematice, ajutând la socializare. Kolmogorov credea că „natura dezvoltării matematice, realizată după cele mai moderne rețete prin studierea timpurie a teoriei mulțimilor și algebrei, până la vârsta de 10-13 ani, poate fi înlocuită cu succes de o educație generală a perspicacității și activitatea mentală intensă. Dar întârzierea în asimilarea logicii stricte și a aptitudinilor matematice speciale la vârsta de 14-15 ani este deja greu de compensat” [8, p. 104].

În opinia noastră, calitățile elevului capabil de performanțe înalte se conturează la interacțiunea proceselor educaționale pe domeniile de dezvoltare intelectual, personală și de comunicare. Copiii supradotați pot fi foarte diferiți și vor crește foarte diferiți, dar educația în această manieră va influența formarea unei personalități armonios dezvoltate (Figura 1).

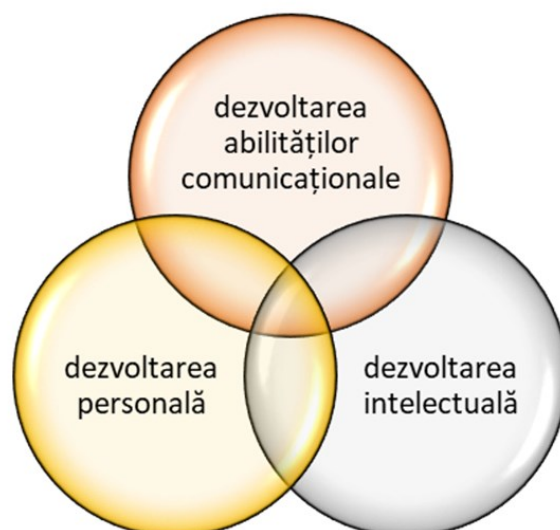


Figura 1. Mediul de învățare

La nivel mondial sunt recunoscute câteva forme de intervenție educațională sau „strategii” generale care vizează copiii dotați și supradotați: accelerarea studiilor, gruparea în clase speciale, adaptarea curriculară (curriculum diferențiat), amplificarea (îmbogățirea extracurriculară) și altele [1, p. 119].

Accelerarea studiilor necesită decizii administrative pentru flexibilizarea perioadei școlare și reducerea duratei unor cicluri de învățământ. Aceste măsuri se pot lansa la cererea părinților copilului, cu acordul acestuia, respectându-se mai multe rigori. Gruparea în clase speciale necesită, în primul rând, resurse financiare suplimentare.

Acțiunea de modernizare a conținuturilor matematice trebuie să fie însoțită de elaborarea unor studii științifice care să satisfacă rigorile matematice și legile psihologice ale actului uman de cunoaștere, ce se desfășoară în psihicul fiecărui copil/adolescent.

La baza procesului de dictatizare stau unele principii care nu sunt doar niște fraze ușor acceptabile din punct de vedere logic, ci reflectă într-un mod diferențiat realitatea școlară:

- flexibilizarea conținuturilor care permite extinderea, aprofundarea, accelerarea, reorganizarea, compactarea, un ritm flexibil de învățare, abordări interdisciplinare și experiențe de învățare transcurriculare;
- flexibilizarea la nivel de proces, care să promoveze creativitatea și gândirea critică, oportunități de învățare prin descoperire, ce ar permite libertatea de alegere a traseelor de învățare;
- diversificarea produselor/rezultatelor, care să încurajeze învățarea autentică, să susțină exprimarea creativă, să solicite termene realiste de învățare, să includă probleme de mare interes din lumea reală, să includă evaluări adecvate, să încurajeze utilizarea metodelor moderne de prezentare;

- flexibilizarea mediului de învățare, care să ofere oportunități pentru învățământul informal, să stimuleze independența și gândirea complexă, să ofere un mediu ambiental stimulat, să susțină asumarea riscurilor, să stimuleze învățarea centrată pe elev, să deruleze programe de mentorat în baza colaborării cu instituțiile de învățământ superior.

Didactizarea conținuturilor matematice și organizarea învățării trebuie să satisfacă cerințe precum:

1. Sistemul deductiv, riguros matematic al conținuturilor, trebuie să fie însoțit de indicații de ordin euristic, precum și de indicații privind modul matematic de gândire.
2. Indicațiile euristice și metodologice incluse în suporturile didactice trebuie separate cu claritate de expunerea matematică.
3. Studiul individual trebuie să preceadă, nu numai să succeadă lecția profesorului.
4. Deținerea competențelor matematice se va verifica atât prin probe scrise, cât și prin probe orale.
5. Studiul individual va presupune asumarea învățării autoreglate.

Metacogniția și abordările de autoreglare ale predării îi sprijină pe elevi să se gândească la propria învățare mai explicit, adesea prin predarea unor strategii specifice pentru planificarea, monitorizarea și evaluarea învățării lor.

Învățarea autoreglată prevede trei componente esențiale:

- cunoașterea – procesul mental implicat în cunoaștere, înțelegere și învățare;
- metacogniție – adesea definită ca „învață să înveți”;
- motivație – dorința de a ne angaja abilitățile metacognitive și cognitive.

Intervențiile didactice sunt de obicei concepute pentru a oferi elevilor un repertoriu de strategii din care să aleagă și a forma abilitatea de a selecta cea mai potrivită strategie pentru o anumită sarcină de învățare.

Metacogniția îi ajută pe elevi să devină elevi independenți. Practicile metacognitive îi ajută să-și monitorizeze propriul progres și să preia controlul asupra învățării lor în timp ce citesc, scriu și rezolvă probleme. Metacogniția aduce o contribuție unică la învățare peste influența capacității intelectuale. Elevii care folosesc strategii metacognitive sunt capabili să obțină mai mult. Cercetările arată că îmbunătățirea practicilor metacognitive ale unui elev poate compensa orice limitări cognitive pe care le au.

Componenta de *autoreglare* este prezentă în acest domeniu, deoarece abilitățile autoreglatorii reprezintă unele din cele mai importante prerechizite ale studiului individual. Ele au un dublu rol:

- 1) dezvoltarea uneia dintre cele mai importante calități umane, respectiv capacitatea de gestionare și control a propriilor gânduri, motive, experiențe emoționale și comportamente;
- 2) un important set de prerechizite necesar ajustării la solicitările pieței muncii aflată într-o perpetuă dinamică și transformare.

Schraw și Brook [apud. 3] grupează factorii determinanți ai autoreglării în două mari categorii: factori motivaționali și factori strategici (Figura 2).

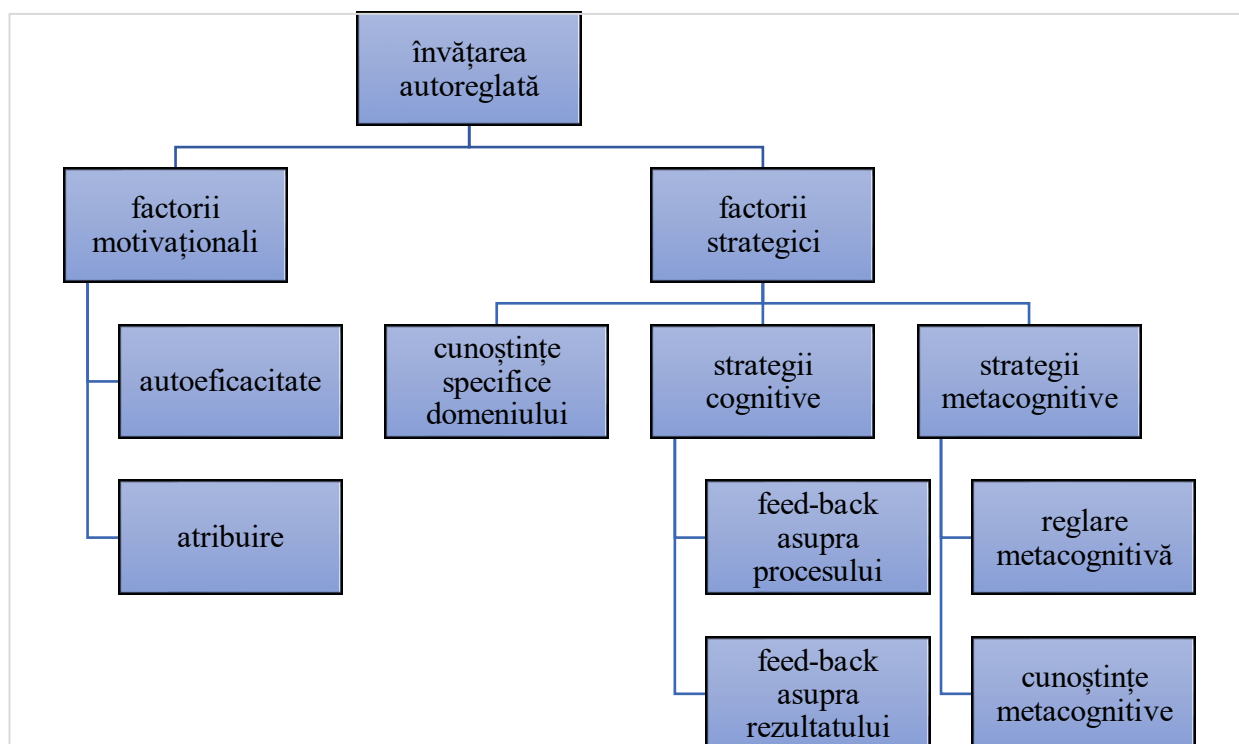


Figura 2. Factorii învățării autoreglate

În acest context putem nominaliza un set de metafore provocatoare pentru elevii care ezită să își asume învățarea autoreglată:

- ✓ Nu este niciodată prea târziu. Indiferent câți ani ai sau câte oportunități ai ratat până acum, nu este niciodată prea târziu să iei o decizie și să ai un nou început.
- ✓ Acțiunea este superioară inacțiunii.
- ✓ Nu există momentul “perfect”. Dacă aștepti momentul perfect, uită de el – nu există așa ceva. Doar fă!
- ✓ Nu există un plan perfect. Există cu siguranță niște defecte în planul tău – dar acestea sunt în fiecare plan.
- ✓ Pe rând, câte un pas. Nu încerca să faci totul odată. Redu totul la pași mărunți.
- ✓ “Într-o bună zi” este chiar astăzi. Dacă vrei să fii asemenea majorității, folosește cuvintele “într-o bună zi” și cel mai probabil nu vei ajunge la ea...

- ✓ Ziua de astăzi este singurul lucru pe care îl poți controla. Uită ce ai făcut ieri. Astăzi este ceea ce contează.
- ✓ Nimic mareț nu se întâmplă peste noapte. Munca și răbdarea sunt prietenii tăi.
- ✓ Odată ce vei începe, va fi mai ușor.

Concluzii

Didactizarea informației științifice într-un ansamblu de elemente de cunoaștere prelucrate și adaptate la stadiile de vârstă ontogenetică a elevilor este preponderent prerogativa autorilor de manuale, profesorului revenindu-i misiunea de a proiecta metodologiile didactice și de a armoniza mediul predării cu mediul învățării [2, p.197]. Problema selectării conținuturilor învățării de către profesor a devenit majoră la etapa contemporană, deoarece s-a produs răsturnarea priorităților în sistemul de finalități educaționale. Repoziționarea atitudinilor în capul listei de finalități conduce la necesitatea centrării procesului educațional pe subiectul ce învață. Profesorul prelucrează și adaptează permanent elemente de cunoaștere din știința fundamentală la posibilitățile, aptitudinile și interesele elevilor, adică se ocupă de transpunerea didactică a conținuturilor selectate, filtrate, reinterpretate.

Științific, se face o construcție logică, care să satisfacă independența, noncontradicția și completitudinea. Un conținut matematic trebuie să fie ulterior aprofundat și completat.

Didactic, construcția matematică trebuie să folosească numai acele raționamente, acele deprinderi și metode de a gândi, pe care elevii le stăpânesc și care să-i conducă, în plus, la deprinderea altora, într-o evoluție continuă și firească a gândirii lor matematice.

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. BENITO, Y. *Copiii supradotați. Educație, dezvoltare emoțională și adaptare socială*. Iași; Polirom, 2003. 192 p.
2. DE LANDSHEERE, V.A. și G. *L'éducation et la formation*, P.U.F., Paris, 1992.
3. DRĂGAN, A.-M.-I. Învățarea autoreglată. În: *Analele Universității “Constantin Brâncuși” din Târgu Jiu, Seria Științe ale Educației*, Nr. 2/2013. pp. 100-128.
4. MASOOMA, A. Al-M.; ABDULLA, E. et. Analysing Mathematical Abilities of High School Graduates. In: *Sustainability and Resilience Conference* <https://knepublishing.com/index.php/Kne-Social/article/view/3101/6544#info>

5. TELEUCĂ, M.; LUPU, I.; SALI, L. Transpunerea didactică a conținuturilor pentru dezvoltarea gândirii matematice. In: *Revista Acta et commentationes. Științe ale Educației*. Nr. 1. 2012.
6. ГНЕДЕНКО, Б. В. Развитие мышления и речи при изучении математики / Б. В. Гнеденко // *Математика в школе*. 1991. № 4. с. 3 – 9.
7. КОЛМОГОРОВ, А.Н. *Математика - наука и профессия*. М.: Наука, 1988.
8. КОЛМОГОРОВ, А.Н. О развитии математических способностей (Письмо В.А. Крутецкому) În: *Вопросы психологии*. 2001. №3. с. 103-106.
9. МАРКУШЕВИЧ, А. И. Об очередных задачах преподавания математики в школе. In: *На путях обновления школьного курса математики*. М.: Просвещение, 1978. с. 3 – 27.
10. МАРКУШЕВИЧ, А. И. Преподавание в школе естественно-математических наук и формирование научного мировоззрения. *Математика в школе*. 1976, № 2, с. 10 – 16.

DESPRE UNELE APLICAȚII ALE FORMULEI LUI PICK**Marcel TELEUCA**, dr., conf. univ.<https://orcid.org/0000-0003-1730-5284>**Larisa SALI**, dr., conf. univ.<https://orcid.org/0000-0003-1172-3055>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Republica Moldova

Rezumat. În articol sunt propuse modalități de transpunere didactică a conținuturilor care vizează teorema lui Pick și unele aplicații ale ei.

Cuvinte cheie: arie, poligon, poligon simplu, transpunere didactică a conținuturilor.

Abstract. In the article, ways of didactical transposition of contents aimed at Pick's theorem and some of its applications are proposed.

Key words: area, polygon, simple polygon, didactical transposition of contents.

Introducere

Simplă, dar nu foarte intuitivă, formula lui Pick leagă împreună cantități de natură complet diferită. Aria unui obiect, cum ar fi un pătrat sau un triunghi dreptunghic, este proporțională cu produsul lungimii a două dintre laturile sale. În schimb, formula lui Pick oferă o modalitate de a măsura suprafața care nu utilizează nicio înmulțire. Teorema a fost popularizată de Hugo Steinhaus.

Matematicianul Georg Alexander Pick a publicat în anul 1899 un articol în care a demonstrat formula care îi poartă numele [4]. Începea Pick acel articol cu fraza: „De la Gauss, rețelele din plan în formă de paralelogram... au fost folosite adesea ... ca metodă euristică în teoria numerelor. Rândurile următoare urmăresc un scop mult mai modest: se va încerca să se pună bazele teoriei numerelor într-un mod nou și, mai întâi, pe fundamente geometrice. În acest scop, este nevoie de o formulă pentru a calcula aria poligoanelor construite pe o rețea, care a rămas neobservată până acum, în ciuda simplității sale”.

În didactică se constată un interes din ce în ce mai mare pentru problemele de geometrie pe rețele [1, 2, 3, 6]. Această sensibilitate deosebită sugerează oportunitatea reexaminării modelelor legate de planul Pick (planul euclidian asociat cu toate liniile drepte care, referindu-se la un sistem cartezian, sunt date de ecuațiile $x = m$ și $y = n$, unde $m, n \in \mathbb{Z}$).

1. Pick introduce noțiunea de rețea ca două sisteme de drepte paralele echidistante în plan, numite linii principale ale rețelei. Intersecțiile acestor drepte se numesc noduri. Toate liniile care trec prin mai mult de un nod al rețelei se numesc linii ale rețelei. El

sugerează să se folosească ca unitate de măsură a ariei suprafeței „jumătatea unui paralelogram ale rețelei de suprafață minimă” (Figura 1).

Un poligon la care toate vârfurile coincid cu nodurile rețelei se numește poligon reticular. Toate laturile unui poligon reticular aparțin liniilor reticulare.

Pick sugerează descompunerea unui poligon reticular în două poligoane folosind o linie a rețelei care trece prin două noduri ale rețelei aparținând conturului.

Dacă notăm cu i numărul de noduri din interiorul poligonului considerat inițial, cu u - numărul de noduri aparținând conturului său, i_1, u_1, i_2, u_2 vor indica câte noduri vor avea corespunzător cele două poligoane noi obținute, iar δ - numărul de noduri care aparțin segmentului liniei reticulare care împarte poligonul original în cele două părți, atunci: $i = i_1 + i_2 + \delta$ și $u = u_1 + u_2 - 2\delta - 2$.

De unde rezultă: $2i + u - 2 = (2i_1 + u_1 - 2) + (2i_2 + u_2 - 2)$.

Pick indică expresia $2i + u - 2$ ca numărul de puncte ale poligonului considerat.

Din cele expuse, reiese că numărul de noduri ale unui poligon format din două părți este egal cu suma numerelor nodurilor părților individuale. Aplicarea repetată a acestui rezultat arată că el este acceptabil chiar și pentru orice număr de părți. Pentru a demonstra acest lucru, Pick observă mai întâi că rezultatul în cauză este valabil în cazul unui poligon format dintr-o singură celulă, pentru care $i = 0$ și $u = 4$:

$$2i + u - 2 = 2.$$

Pentru un poligon cu laturile situate pe liniile rețelei principale, rezultatul anterior este valabil pe baza proprietății de compoziție menționată mai sus.

În plus, dacă împărțim un paralelogram având laturile care aparțin în întregime liniilor principale ale rețelei în două triunghiuri congruente având o latură comună (congruența unor astfel de triunghiuri implică și egalitatea numărului de noduri respective care le aparțin), numărul de noduri ale fiecăruia dintre ele va fi jumătate din cel al paralelogramului; prin urmare, și în acest caz numărul de noduri are valoarea ariei (Figura 2).

În sfârșit, Pick observă că orice poligon reticular poate fi descompus în paralelograme cu perimetrul aparținând în întregime liniilor reticulare principale și în triunghiuri obținute prin înjumătățirea unui paralelogram de acest fel folosind o diagonală. De aici rezultă că pentru fiecare poligon reticular aria este egală cu numărul de puncte (Figura 3).

În acest context, Pick accentuează că în teoria numerelor întregi este importantă afirmația conform căreia două numere întregi a, b au întotdeauna o parte comună m care poate fi reprezentată sub forma $m = a\beta - b\alpha$, unde α și β sunt de asemenea numere întregi.

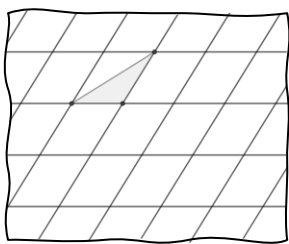


Figura 1. Unitatea de măsură a ariei

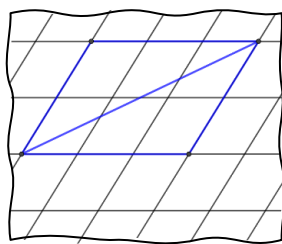


Figura 2. Aria triunghiului – jumătate din aria paralelogram

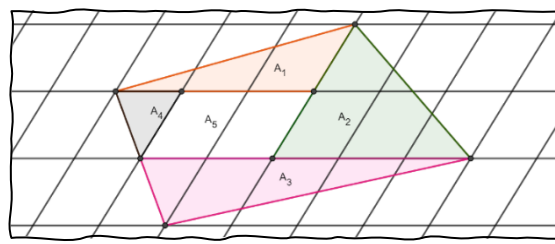


Figura 3. Aria poligonului
 $A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 = 3 + 6 + 5 + 1 + 4 = 19$

Demonstrarea rezultatului menționat îi oferă lui Pick posibilitatea de a introduce un sistem de coordonate în plan astfel încât punctele cu coordonate întregi să fie noduri ale rețelei fixate în planul propriu-zis, iar liniile rețelei să fie paralele cu axele. Pick menționa că este cu totul de prisos să se noteze pe ambele axe aceeași unitate de măsură. Fiind considerat segmentul având drept extremități originea $O(0;0)$ și punctul $(a;b)$, dacă acestui segment îi aparțin $(m - 1)$ noduri ($m -$ număr întreg pozitiv), atunci acest segment este împărțit de aceste puncte în m părți congruente. Numărul întreg m este divizor al ambelor numere a și b . Pentru a dovedi acest lucru este suficient să notăm $(m-1)$ noduri și din punctul $(a;b)$ să fie trasate liniile paralele cu axele, care intersectează axele în noduri.

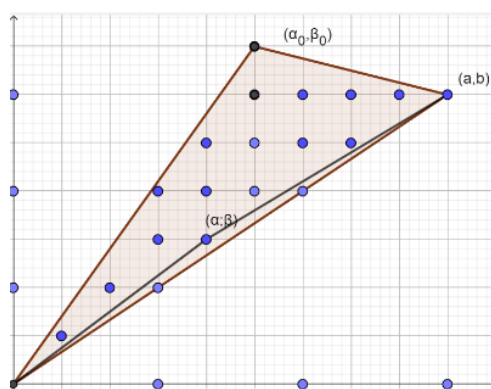


Figura 4.

Alegem un punct al rețelei $(\alpha_0; \beta_0)$, astfel încât triunghiul cu vârfurile $(0;0)$, $(a;b)$, $(\alpha_0; \beta_0)$ are un sens pozitiv de rotație (Figura 4.). Aplicând formula demonstrată anterior, putem afirma că acest triunghi are aria: $A = a\beta_0 - b\alpha_0$ (unitate de măsură este un triunghi simplu – care nu conține alte noduri decât vârfurile). Cel puțin $(m + 2)$ noduri aparțin conturului acestui triunghi: vârfurile $(\alpha_0; \beta_0)$ și $(m + 1)$ noduri care aparțin segmentului cu extremitățile $(0; 0)$ și $(a; b)$.

Construcția triunghiului poate fi repetată alegând ca vârf un punct $(\alpha_1; \beta_1)$ exterior segmentului de extremități $(0; 0)$ și $(a; b)$ – punct de rețea care se află pe contur sau în interiorul triunghiului considerat inițial. Procedând astfel, se obține un triunghi care este mai mic decât cel anterior și poate fi în mod clar făcut și mai mic, până când conține doar

$(m+2)$ puncte de rețea [???, p. 315]. Numărul punctelor reticulare aparținând unei părți limitate a planului este finit, după un număr finit de pași ajungem la un triunghi cu vârful $(\alpha; \beta)$, care are pe contur doar cele $(m + 2)$ noduri și niciun nod în interiorul acestuia, a cărui suprafață este egală cu m . Folosind expresia pentru arie, rezultă:

$$m = a\beta - b\alpha.$$

2. Vom examina o altă modalitate de transpunere didactică a conținuturilor ce țin de formula lui Pick, examinând figurile pe un reper ortogonal. În calitate de unitate de măsură a ariei va servi aria unui pătrat cu latura egală cu 1. Astfel, teorema lui Pick oferă o formulă pentru aria unui poligon simplu cu coordonate întregi ale vârfurilor, în dependență de numărul de puncte întregi în interiorul acestuia și pe laturile sale.

Se consideră rețeaua $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ a punctelor (x, y) din planul real ale căror coordonate (x, y) sunt numere întregi.

Definiția 1. Spunem că un poligon este simplu dacă toate laturile sale conectează puncte ale rețelei $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$.

De exemplu, în Figura 5, poligoanele A și B sunt simple, în timp ce poligonul C nu este simplu.

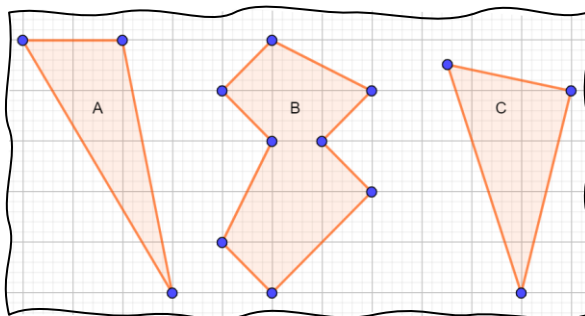


Figura 5.

Teorema lui Pick. Să considerăm un poligon simplu P . Fie i – numărul de puncte din $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ din interiorul poligonului și b numărul de puncte din $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ de pe laturile poligonului. Atunci, aria A_P a poligonului poate fi calculată astfel: $A_P = i + \frac{b}{2} - 1$.

Formula poate fi generalizată la formule pentru anumite tipuri de poligoane non-simple. Însă această formulă nu poate fi generalizată pentru spațiul tridimensional [5].

Deși formula lui Pick este a-priori neobișnuită, poate fi dată o primă explicație informală. Se consideră mai întâi dreptunghiul P – poligon simplu. Fiecare punct interior al poligonului P nu este pe frontieră, atunci în jurul fiecărui punct interior poate fi evidențiat un pătrat cu aria egală cu 1, complet închis în poligon. Practic, fiecare punct interior va contribui cu o unitate de suprafață la suprafața totală a poligonului.

Pe de altă parte, dacă un punct se află pe frontiera poligonului (nu în vârf) și această latură este o linie orizontală sau verticală, atunci această linie va tăia pătratul mic, centrat în acest punct, în două părți egale. Prin urmare, doar jumătate din pătratul din interiorul poligonului va putea contribui la aria totală a poligonului: de aici motivul

pentru factorul $b/2$ în formula lui Pick (Figura 6a, 6b). Acest lucru explică parțial contribuția lui i și a lui $b/2$ la aria unui poligon simplu, dar nu reprezintă o explicație completă pentru toate poligoanele simple. În baza imaginilor din Fig. 6a și 6b (unde $i = 6$ și $b = 14$) se poate arăta ușor că aria dreptunghiului din imagine este:

$$A_p = 6 \text{ u.p.} + 10 \cdot \frac{1}{2} \text{ u.p.} + 4 \cdot \frac{1}{4} \text{ u.p.} = 6 + \frac{14}{2} - 1.$$

Poligoanele Figurile 6c și 6e permit verificarea validității formulei lui Pick pentru poligoanele din Figurile 6d și 6f, care pot fi descompuse în figuri mai simple.

La fel ca în multe probleme din geometrie, este foarte dificil să dovedești ceva prin studierea obiectelor complexe. Foarte des, un matematician încearcă să simplifice problema demonstrând că aceasta este echivalentă cu o problemă mult mai simplă. Vom aplica acest procedeu demonstrând că, dacă formula lui Pick este adevărată pentru un triunghi simplu, atunci formula trebuie să fie adevărată și pentru un poligon simplu. Primul pas în acest raționament este de a observa că este posibil să tăiem orice poligon P simplu într-o familie de triunghiuri simple. Din această descompunere constatăm că putem reconstrui poligonul simplu P pornind de la un triunghi simplu și atașând la el treptat câte un triunghi simplu care are cu P doar frontieră comună. Conceptual, fiecare pas al acestei reconstrucții va fi conexiunea unui triunghi simplu T la un poligon simplu P .

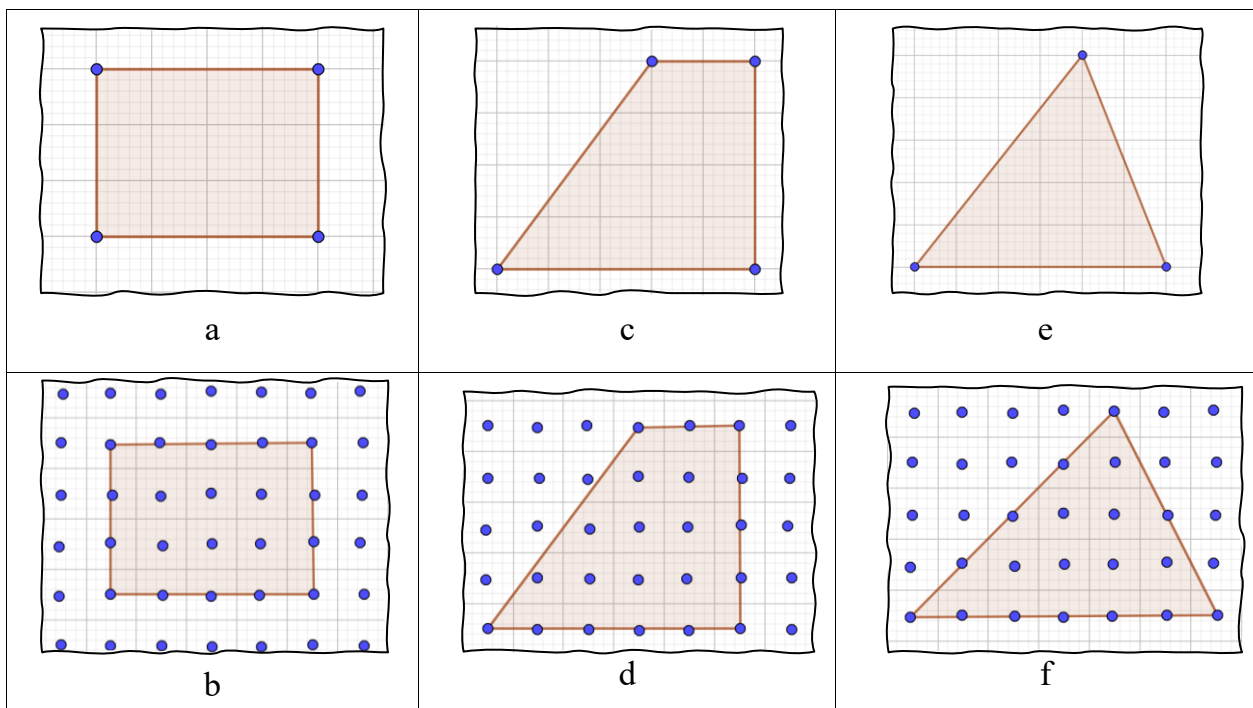


Figura 6. Aria poligoanelor simple

Prin urmare, formula lui Pick poate fi verificată în următorul mod:

1. Se demonstrează că formula lui Pick este validă pentru triunghiurile simple.

2. Se demonstrează că, dacă formula lui Pick este validă pentru un poligon simplu P , atunci ea este validă și pentru poligoanele simple $P' = P \cup T$ obținute prin atașarea la P a unui triunghi simplu T (Figura 7).

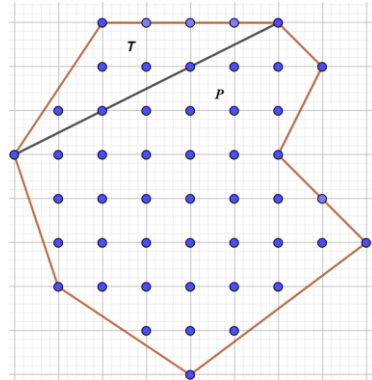


Figura 7. Poligonul $P' = P \cup T$

Se presupune că prima afirmație este demonstrată și se demonstrează afirmația a doua.

Segmentul de dreaptă comun pentru P și T conectează două puncte de pe rețea și trece prin alte k puncte. Aceste puncte se vor găsi în interiorul poligonului simplu P' , iar mulțimea punctelor interioare ale lui P' se constituie din punctele interioare ale poligoanelor P și T , la care adăugăm punctele graniței comune, adică:

$$i_{P'} = i_P + i_T + k,$$

unde i_P este numărul de puncte interioare ale poligonului P , i_T – numărul de puncte interioare ale triunghiului T , iar $i_{P'}$ este numărul de puncte interioare ale poligonului P' .

Se determinăm numărul de puncte $b_{P'}$, de pe frontiera poligonului simplu P' . Mai întâi se adăugă punctele de pe frontierele poligoanelor P și T : $b_P + b_T$. Făcând acest lucru, au fost numărate de două ori punctele de la capetele segmentului comun pentru P și T , așa că ele se vor scădea:

$$b_P + b_T - 2.$$

În plus, celelalte k puncte ale segmentului comun pentru P și T sunt acum numărate ca puncte interioare și apar de două ori în $b_P + b_T - 2$, deoarece se află atât la frontiera poligonului P , cât și a triunghiului T . Prin urmare, se scade dublul acestui număr.

Atunci numărul de puncte de pe frontiera lui P' este:

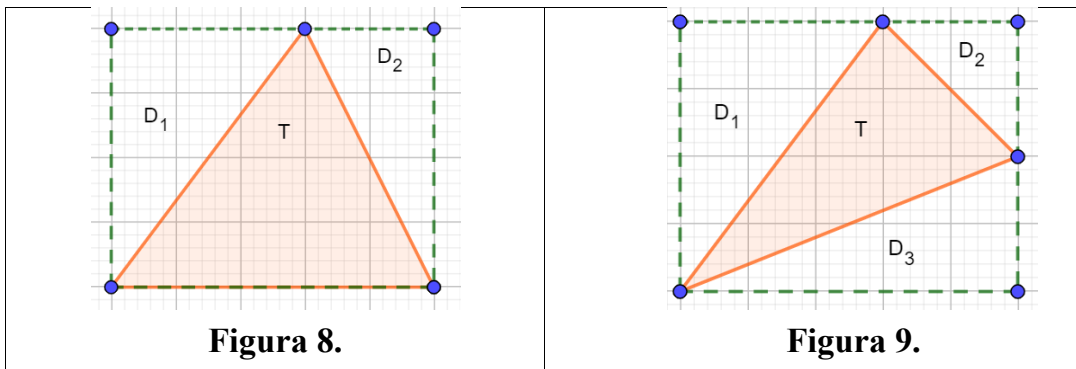
$$b_{P'} = b_P + b_T - 2 - 2k.$$

Se constată că formula lui Pick este validă și pentru poligonul P' :

$$\begin{aligned} A_{P'} &= A_P + A_T = \left(i_P + \frac{b_P}{2} - 1 \right) + \left(i_T + \frac{b_T}{2} - 1 \right) = \\ &= (i_P + i_T + k) + \frac{1}{2}(b_P + b_T - 2 - 2k) - 1 = i_{P'} + \frac{b_{P'}}{2} - 1. \end{aligned}$$

Pentru a demonstra afirmația că formula lui Pick este aplicabilă la calcularea ariei triunghiurilor simple, aceste triunghiuri se obțin din figuri mai simple. Triunghiurile simple pot fi obținute din dreptunghiuri simple și triunghiuri dreptunghice simple.

Figurile 8 și 9 ilustrează clar modul în care poate avea loc această reprezentare. Având în vedere orice triunghi simplu T , atunci, deoarece vârfurile lui T trebuie să fie pe rețea, putem trasa două linii orizontale care conțin partea superioară și partea inferioară a triunghiului, respectiv, precum și două linii verticale care conțin partea extremă din stânga și cea din dreapta. Cele patru linii definesc astfel un dreptunghi simplu R care se circumscrie triunghiului simplu T , iar diferența $R \setminus T$ este formată din 2 sau 3 triunghiuri dreptunghice simple.



Această reprezentare ne permite să demonstrăm formula lui Pick pentru triunghiuri simple, procedând după cum urmează:

3. Demonstrăm că formula lui Pick este validă pentru toate dreptunghiurile simple.
4. Demonstrăm că formula lui Pick este validă pentru toate triunghiurile dreptunghice simple.
5. Demonstrăm că 3 și 4 implică faptul că formula lui Pick este validă pentru toate triunghiurile simple.

Considerând valide afirmațiile 3 și 4, se poate demonstra afirmația 5 în cazul particular în care triunghiul simplu T este înscris într-un dreptunghi simplu R și $R \setminus T$ este formată din trei triunghiuri dreptunghice simple D_1, D_2, D_3 .

Fie i_1, i_2, i_3 numărul punctelor din interiorul fiecărui dreptunghi D_1, D_2, D_3 corespunzător, iar b_1, b_2, b_3 numărul punctelor de pe frontiera fiecărui dreptunghi D_1, D_2, D_3 .

Similar: numărul punctelor din interiorul dreptunghiului R îl notăm cu i_R , numărul punctelor din interiorul triunghiului T îl notăm cu i_T , numărul punctelor de la frontiera lui R îl notăm cu b_R , numărul punctelor de pe frontiera triunghiului T îl notăm cu b_T .

Observația 1. Fiecare vârf al lui T este un vârf comun pentru două triunghiuri dreptunghice și este situat pe frontiera dreptunghiului R .

Observația 2. Cele k noduri de pe frontiera triunghiului T care nu sunt vârfuri, fiecare dintre ele se află pe frontiera exact a unui triunghi dreptunghic, în timp ce sunt noduri interioare ale lui R .

Aceste două observații implică identitățile:

$$\begin{aligned} b_R + b_T &= b_1 + b_2 + b_3; \\ i_R &= i_T + i_1 + i_2 + i_3 + k; \\ b_T &= k + 3. \end{aligned}$$

De unde rezultă formula lui Pick pentru un triunghi simplu:

$$\begin{aligned} A_T &= A_R - (A_{D_1} + A_{D_2} + A_{D_3}) = \\ &= \left(i_R + \frac{b_R}{2} - 1 \right) - \left[\left(i_1 + \frac{b_1}{2} - 1 \right) + \left(i_2 + \frac{b_2}{2} - 1 \right) + \left(i_3 + \frac{b_3}{2} - 1 \right) \right] = \\ &= (i_R - i_1 - i_2 - i_3) + \frac{1}{2}(b_R - b_1 - b_2 - b_3 - 6) - 1 = i_T + k - \frac{b_T - 6}{2} - 1 = \\ &= i_T + \frac{2(k+3) - b_T}{2} - 1 = i_T + \frac{b_T}{2} - 1. \end{aligned}$$

Prin urmare, formula lui Pick este validă pentru un triunghi simplu obținut prin scăderea a trei triunghiuri dreptunghice dintr-un dreptunghi. Dovada este similară pentru triunghiuri simplu de tipul celui reprezentat în Figura 8.

6. Este posibilă transpunerea didactică pentru elucidarea eleganței formulei lui Pick, dacă definiția pentru noțiunea de triunghi simplu este particularizată după cum urmează:

Definiția 2. Un triunghi cu vârfurile în noduri se numește simplu, dacă *interiorul și laturile sale* nu conțin noduri.

În Figura 10 sunt reprezentate triunghiuri simple în sensul acestei definiții. Constatăm că aria fiecărui asemenea triunghi poate fi calculată completând fiecare triunghi până la un triunghi dreptunghic sau până la un dreptunghi, folosind apoi proprietatea de aditivitate a măsurii mărimilor.

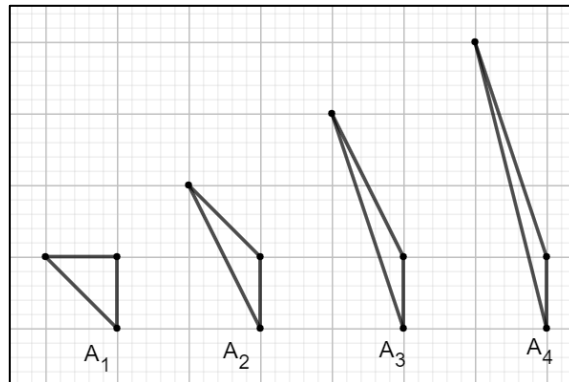


Figura 10.

$$A_1 = \frac{1}{2}; \quad A_2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}; \quad A_3 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 = \frac{1}{2}; \quad A_4 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 4 - \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 3 = \frac{1}{2}$$

ș.a.m.d.

Considerăm triunghiul ABC cu vârfurile poziționate în vârfurile unui pătrat al rețelei. Vom realiza consecutiv transformări după cum urmează.

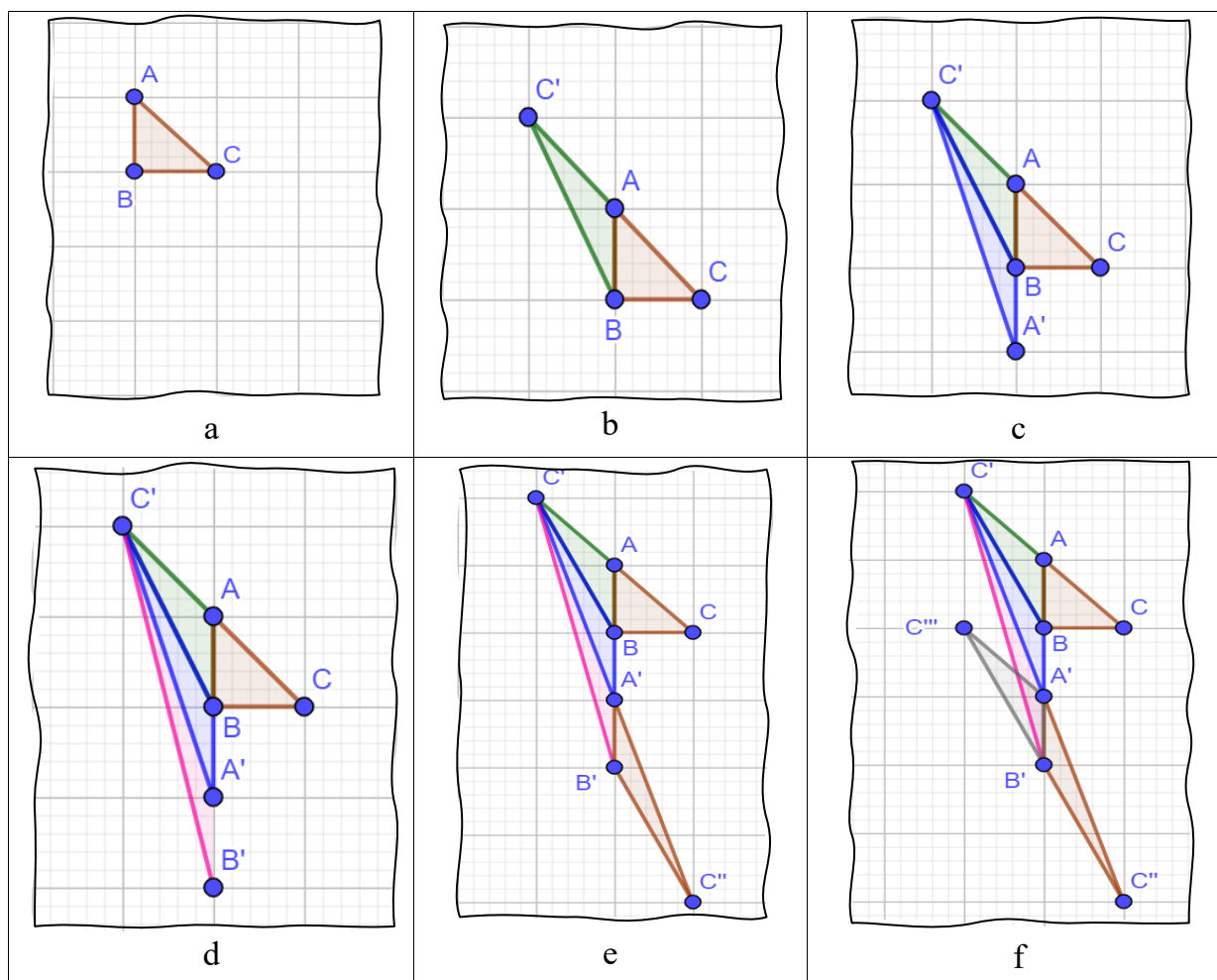
Pasul 1. Vom identifica puncte simetrice cu careva dintre vârfurile triunghiului, considerând drept centru de simetrie unul din celelalte două vârfuri. De exemplu, $S_A(C) = C'$. Constituim un nou triunghi ABC' .

Pasul 2. Pentru acest triunghi, alegând drept centru de simetrie, de exemplu, vârful B , repetăm operația, identificând simetricul vârfului A : $S_B(A) = A'$.

Putem realiza aceste transformări succesiv de orice număr de ori. Figura 5 (a, b, c, d, e, f, ...).

În rezultatul acestor transformări se constată următoarele:

1. Aria triunghiurilor obținute este invariantă.
2. Aria fiecărui triunghi obținut în rezultatul unei transformări este egală cu $\frac{1}{2}$.
3. Dacă un triunghi simplu este completat până la un paralelogram, atunci acest paralelogram nu va conține noduri nici în interior, nici pe laturi.
4. La transformarea în maniera descrisă mai sus a unui triunghi simplu, se va obține de asemenea un triunghi simplu.
5. Triunghiurile simple sunt dreptunghice sau obtuzunghice (*Triunghiurile simple cu laturile $1, 1, \sqrt{2}$ care sunt dreptunghice se numesc minimale.*)
6. Din orice triunghi (*non minimal*) printr-o singură transformare poate fi obținut un triunghi simplu la care latura cea mai mare este mai mică decât latura mai mare a triunghiului inițial.
7. Orice triunghi poate fi transformat într-un triunghi minimal printr-un număr finit de transformări.
8. Aria oricărui triunghi simplu este egală cu $\frac{1}{2}$.
9. Orice triunghi poate fi divizat în triunghiuri simple.
10. Dacă aria unui triunghi este $A = \frac{m}{2}$, atunci la orice divizare în triunghiuri simple a acestui triunghi se obțin m triunghiuri simple.
11. Orice triunghi cu aria $A = \frac{1}{2}$ este simplu.
12. Oricare ar fi două noduri A și B ale rețelei, dacă pe segmentul determinat de ele nu sunt alte noduri, atunci există un nod C , astfel încât ABC este triunghi simplu.
13. Unghiul ACB din problema 12 poate fi obtuz sau drept.
14. Pe o rețea din pătrate un paralelogram poate genera o rețea care acoperă planul, dacă fiecare dintre diagonalele sale îl divide în triunghiuri simple.
15. Triunghiul ABC este simplu atunci și numai atunci, când nu se suprapun triunghiurile care se pot obține prin translatarea paralelă a triunghiului ABC , astfel încât imaginea vârfului A să coincidă cu un nod.



Definiția 3. Un triunghi se numește realizabil, dacă el este simplu și vârfurile lui se obțin în rezultatul reflectării succesive prin simetrie centrală a vârfurilor unui triunghi la care vârfurile sunt vârfuri ale unui pătrat al rețelei.

Se poate demonstra următoarea teoremă.

Teoremă. Următoarele trei proprietăți ale triunghiurilor cu vârfurile în nodurile rețelei sunt echivalente:

- 1) Triunghiul are aria egală cu $\frac{1}{2}$.
- 2) Triunghiul este simplu.
- 3) Triunghiul este realizabil.

În continuare vor fi expuse câteva tipuri de situații care pot fi soluționate utilizând formula lui Pick fără a recurge la formulele pentru calcularea ariilor, dacă aceasta nu este o cerință în enunț. Prin astfel de situații se urmăresc și se analizează fenomene pe care le considerăm date, cunoscute din afara matematicii, numerele și operațiile descriind astfel de relații. Educația matematică reclamă dezvoltarea spiritului de observație, a atenției și a imaginației, precum și a intuiției. Prin ultima se realizează menținerea relației permanente cu universul real [6].

Situația 1. Calculați aria figurii reprezentate în Figura 11 în două moduri: folosind formula lui Pick și folosind formule adecvate din geometria plană.

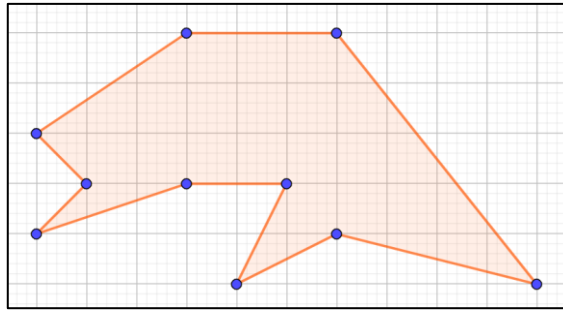


Figura 11.

Situația 2. Să presupunem că un artist este angajat să picteze un mozaic uriaș care constă din numeroase plăci pătrate. Mai mult, să presupunem că artistul este un admirator al cubismului, iar forma care urmează să fie pictată este un poligon cu aspect complex (eventual concav) cu vârfuri care se află la intersecțiile plăcilor. Deoarece mozaicul este destul de mare, în mod ideal, artistul ar dori să știe în avans de câtă vopsea ar avea nevoie. Aceasta înseamnă calcularea cu precizie a ariei poligonului. Cu toate acestea, forma sa este destul de complicată și chiar și o simplă triangulare ar necesita o mulțime de pași intermediari pentru a obține răspunsul final. Dacă artistul ar ști totuși formula lui Pick, ar rezolva această problemă aparent laborioasă foarte repede. Formula implică o simplă numărare a punctelor de rețea. Realizați un asemenea mozaic și calculați cantitatea de vopsea necesară pentru a-l colora, dacă pentru a colora o placă sunt necesari 0,5ml de vopsea.

Situația 3. Trei greieri (trei puncte) la momentul inițial se află în trei vârfuri ale unui pătrat. Fiecare greier are posibilitatea să sară pe rețeaua de pătrate peste unul dintre ceilalți doi greieri, astfel încât noua sa poziție să fie punctul simetric cu cel pe care s-a aflat anterior la simetria centrală în raport cu punctul în care se află greierul peste care a survolat. Este evident că de fiecare dată greierii vor cădea în noduri ale rețelei. Ce poziții pot ocupa greierii după câteva sărituri?

Situația 4. În spațiul dat (pe pătratul cu latura egală cu 6) construiți un dreptunghi care are aria egală cu aria figurii date folosind formula lui Pick:

<p>a) Construiți dreptunghiul ABCD cu latura dată AB echivalent cu triunghiul dat.</p>	<p>b) Construiți dreptunghiul ABCD cu latura dată AB echivalent cu triunghiul dat.</p>	<p>c) Construiți dreptunghiul ABCD cu latura dată AB echivalent cu patrulaterul dat.</p>

Situația 5. Examinați steaua care are un singur punct interior, obținută cu ajutorul șirului lui John Farey (Figura 12.). Stabiliți aria figurii cu ajutorul teoremei lui Pick.

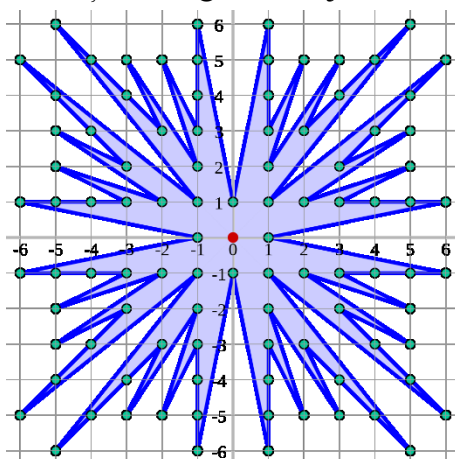


Figura 12.

Situația 6. Moș Macarie, după ce a muncit o viață întreagă, se decide la bătrânețe să se retragă pe o insulă pentru a-și găsi liniștea interioară și a se dedica naturii. Astfel, el cumpără o insulă pe care cultivă pomi fructiferi. Insula poate fi reprezentată ca un poligon (nu neapărat convex) într-un sistem de axe de coordonate pozitive. Pomii sunt plantați doar la coordonate naturale. Moș Macarie este interesat ce număr de copaci poate planta strict în interiorul insulei. În acest scop el vă furnizează copacii care determina conturul insulei (vârfurile poligonului). Restricții și precizări: $3 \leq N \leq 100.000$ – numărul de copaci pe linie; coordonatele copacilor au valori întregi din intervalul $[0, 2.000.000]$; pot fi plantați mai mult de 2 copaci pe o latură a "poligonului" insulei.

Situația poate fi soluționată, elaborând un algoritm sau un program.

Concluzii

Conținuturile care vizează formula lui Pick permit transpunerea didactică pentru diverse categorii de elevi. Tema se recomandă a fi examinată clasele gimnaziale, dar poate fi adaptată pentru clasele primare și extinsă pentru clasele de liceu. La expunerea conținuturilor un rol important îl are metoda concret inductivă de determinare a unor relații între mărimi, ce permite lejer formularea unor ipoteze care se generalizează. Formula lui Pick se utilizează pe larg în combinatorică, informatică, fiind utilă atât la rezolvarea problemelor simple, cât și a problemelor de concurs.

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, cifra 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. BAGNI, G.T. Il piano di Pick e i numeri primi. In: „*Periodico di Matematiche*”, serie VI, 65, n.3, Roma: Luciani, 1990.
2. JALLIFFIER-VERNE, I.; LAFOREST, M. La formule de Pick. In: *Accromath*, Vol. 5, 2010. Ecole Polytechnique, Montreal. [Pick.pdf \(mathom.fr\)](#)
3. KIRADJIEV, K. Connecting the dots with Pick’s theorem. *Mathematics Today*. October 2018. Pp. 212-214. <https://www.maths.ox.ac.uk/system/files/attachments/ECMPick.pdf>
4. PICK, G. Geometrisches zur Zahlenlehre Sitzungsberichte des deutschen naturwissenschaftlich-medicinischen Vereines für Böhmen "Lotos" in Prag. (Neue Folge) pp. 311–319. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/50207#page/327/mode/1up> (vizitat la 15.10.2023)
5. REEVE, J. On the volume of lattice polyhedra. In: *Proc. London Math. Soc.*, 1957. vol. 7, pp. 378–395.
6. TELEUCĂ, M.; LUPU, I.; SALI, L. Transpunerea didactică a conținuturilor pentru dezvoltarea gândirii matematice. *Revista Acta et commentationes. Științe ale Educației*. Nr. 1. 2012.
7. ВАСИЛЬЕВ, Н. Вокруг формулы Пика. *Научно-популярный физико-математический журнал "Квант"*. Nr. 12, 1974. с. 39-43.
8. <https://infoarena.ro/probleme-cu-puncte-laticiale>
9. <https://nrich.maths.org/pickstheorem>

STUDIAREA GEOMETRIEI GIMNAZIALE
PRIN CONȚINUTURI PRACTICE APLICATIVE ÎN CLASA A VI-A

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. Geometria este unul dintre cele mai importante compartimente ale matematicii deoarece este adevărata punte a matematicii – obiect de studiu și realitate cotidiană ajustată la rigoarea matematicii.

Cuvinte cheie: Geometria este unul dintre cele mai importante compartimente ale matematicii deoarece este adevărata punte a matematicii – obiect de studiu și realitate cotidiană ajustată la rigoarea matematicii.

Abstract. Geometry is one of the most important compartments of mathematics because it is the real bridge of mathematics – object of study and everyday reality adjusted to the rigor of mathematics.

Keywords: Geometry is one of the most important compartments of mathematics because it is the real bridge of mathematics – object of study and everyday reality adjusted to the rigor of mathematics.

În clasa a VI-a se începe studierea sistematizată a compartimentului de geometrie. Geometria este unul dintre cele mai importante compartimente ale matematicii deoarece constituie puntea reală de legătură a matematicii – obiect de studiu și realitatea cotidiană ajustată la rigoarea matematicii. Rigoarea începe cu noțiuni fundamentale: *dreaptă, semidreaptă, segment, operații cu segmente, unghiuri, compararea unghiurilor, operații cu unghiuri; perpendiculara la o dreaptă, cercul, cele mai simple probleme de construcție*. Toate operațiile și formulările se efectuează de la intuitiv la abstract. De exemplu: Construiți o dreaptă arbitrară. Notai pe ea punctul A . De la acest punct, ca de la origine, depuneți un segment egal după lungimea lui cu segmentul a . Meditați asupra procesului de construcție a segmentelor congruente și pe această bază formulați definiția segmentelor congruente. Comparați formularea voastră cu cea din manual. Adunați la segmentul a segmentele date b și c . Alcătuiți un plan oral de adunare a segmentelor. Scrieți simbolic: suma segmentelor a , b și c este egală cu segmentul AB . Acasă construiți una-două figuri care au segmente congruente. Evidențiați pe desen segmentele congruente. Alt exemplu: Construiți, cu ajutorul echerului, două drepte AB și CD , care, intersectându-se în punctul O , formează un unghi drept. Faceți concluzie despre mărimea celorlalte unghiuri, care s-au format la intersecția dreptelor AB și CD . Aceste drepte se numesc perpendiculare. Formulați definiția dreptelor reciproc perpendiculare. Fiecare din aceste drepte se numește perpendiculară pentru cealaltă. Faceți concluzia, cum putem determina că două drepte sunt reciproc perpendiculare. Trasați prin punctul de intersecție O dreapta KM , astfel încât ea să nu coincidă nici cu una din dreptele date. Analizați atent desenul și, prin deducții demonstrați că KM nu poate fi perpendiculară pe AB . Formulați pe această bază concluzia

despre posibilitatea trasării a două perpendiculare la o dreaptă, ce trec printr-un punct, ce nu aparține acestei drepte. Scrieți simbolic relațiile ce indică poziția relativă a dreptelor pe desen.

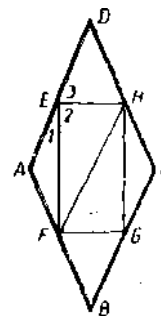
Una din cele mai importante sarcini didactice constă în formarea la elevi o imagine clară și competențele necesare cu referire la **cele mai simple probleme de construcție**: *construirea unui segment congruent cu un segment dat; construirea unui unghi congruent cu un unghi dat; construirea perpendicularei pe o dreaptă dată sau pe un segment dat; construirea mediatoarei unui segment dat; construirea bisectoarei unui unghi dat; construirea unui cerc congruent cu un cerc dat; construirea unui disc congruent cu un disc dat.*

O mare importanță trebuie de atras la sarcinile didactice cu conținut practic, care pot fi:

a) *de constatare și descriere*. De exemplu: a) Pe o linie dreaptă sunt date trei puncte A, B, C . Puneți doar o singură întrebare, astfel, încât ascultând răspunsul, să fie clar de a determina, care punct se află între altele două. (R: De exemplu, „Care dintre trei segmente AB, BC și AC este mai mare?” Elevii, care nu sunt de acord cu întrebarea dată, pun și alte întrebări și doar după ce profesorul prezintă desenul executat, se clarifică cine a pus cea mai corectă și eficientă întrebare. În continuare se discută în comun, ce întrebări pot fi puse – se discută cele mai variate posibilități.) b) Construiți două segmente, care să aibă mai mult de un punct comun. Este posibilă o astfel de construcție? c) Cum se va modifica unghiul dintre acul orar și acul minutar a unui ceasornic cu ace în decurs de: a) *un minut?* b) *12 minute?* c) *47 minute?*.

b) *de calcul numeric*. De exemplu: a) Avem o bucată de sârmă cu o lungime de 20 cm. Ce suprafață de desen se poate de cuprins, având aria maximală de forma unui dreptunghi? b) Într-un rând în livadă peste fiecare $7,8 m$ sunt plantați 27 pomi de meri. La mijloc între fiecare doi pomi de măr sunt plantate tufe de coacăz. Determinați distanța de la tufa de la marginea rândului: 1) până la pomii de măr de la capetele rândului; 2) până la pomii vecini de măr; 3) până la următoarea tufă de coacăz.

c) *Probleme de demonstrație*. De exemplu: a) Demonstrați, că dacă un segment este divizat în trei părți egale/congruente, atunci distanța dintre mijlocurile segmentelor marginale este egală cu $2/3$ din lungimea totală a segmentului dat. (R: Așa cum segmentul este divizat în trei părți egale și se calculează distanța dintre mijlocurile segmentelor de la margine, apoi rezultă că de la aceste mijlocuri de o parte și de altă parte până la capetele segmentului dat rămân în total $1/2$ și $1/2$ din segmentul parte, adică un segment întreg, ceea ce reprezintă $1/3$ din segmentul dat. În final $1 - 1/3 = 2/3$.) b) Demonstrați, că un plic poștal se poate încleia dintr-o foaie de hârtie, care are forma unui romb (hârtie pentru încleiere nu se ia în considerație). (R: Din desenul alăturat este clar, că suma măsurilor



unghiurilor $m(\sphericalangle 1) + m(\sphericalangle 2) + m(\sphericalangle 3) = 180^\circ$ și, prin urmare, când rombul se compune în plic, punctele A și D vor coincide, deci $m(\sphericalangle 1) + m(\sphericalangle 3) = 90^\circ$. Așa cum: punctul E aparține laturii AD , punctul F aparține laturii AB , punctul G aparține laturii BC , punctul H aparține laturii CD , din pliarea plicului rezultă, că: $AE = ED = DH = HC = CG = GB = BF = FA$ și fiecare dintre ele are lungimea egală cu jumătatea diagonalei dreptunghiului $EFGH$, rezultă că patrulaterul $ABCD$ are toate laturile cu lungimi egale $AB = BC = CD = DA$ și este romb)

d) *Probleme de construcție*. De exemplu: a) Profesorul construiește pe tablă un pătrat, fiind notat $ABCD$. a) Profesorul notează pe una din laturile pătratului un punct F , de exemplu pe latura AB . El șterge conturul pătratului, lăsând doar trei puncte – vârfurile A și C ale pătratului, precum și punctul F . Se cere de restabilit desenul inițial folosind echerul, rigla și compasul. Care sunt pașii logici de restabilire a desenului pătratului inițial, având ca reper punctele A , F , și C . b) Profesorul notează pe două laturi reciproc opuse ale pătratului două puncte M și N . În mod analog el șterge conturul desenului lăsând doar trei puncte: A , M , N . Se cere de restabilit desenul inițial folosind echerul, rigla și compasul. Care sunt pașii logici de restabilit desenul pătratului, având ca reper punctele A , M și N ? (R: a) Se construiește dreapta AF . Prin punctul C se construiește o perpendiculară la dreapta AF . Obținem punctul B . Prin punctul A se construiește o perpendiculară la dreapta AF și pe ea se depune un segment de o lungime egală cu lungimea segmentului AB . Obținem cel de-al patrulea vârf al pătratului $ABCD$. b) Construim dreapta AM . Prin punctul N construim o dreaptă paralelă la dreapta AM . Prin punctul A construim perpendiculara la AM . Obținem punctul B – punctul de intersecție a perpendiculare și a dreptei, construite prin punctul M etc.) b) Un detașament de turiști, parcurgând traseul de la A spre sud o distanță de 3 km , apoi încă 5 km spre est, au ajuns în punctul B . Realizați desenul în caietul de matematică luând ca scară 1 km la 1 pătrățel sau două (carou al foii). Determinați distanța naturală pe traseu, având ca reper desenul realizat în scara aleasă. (R: 8 km .) c) Pe desenul triunghiului ABC s-au păstrat doar latura AB și punctul O , intersecția înălțimilor triunghiului dat. Restabiliți laturile triunghiului care nu s-au păstrat pe desenul dat. (R: Se construiește o latură arbitrară AB și se acceptă un punct O . Prin punctul O se construiește o perpendiculară la AB .)

e) *Probleme cu nivel sporit de dificultate*. De exemplu: a) Punctul O aparține segmentului AB . Pe segmentul AO notați punctul C astfel, încât $OB = OC$. R: Fie că avem construcția: de la punctul O spre punctul A se depune un segment cu lungimea egală cu OB . Se va obține poziția punctului C . *Întrebare suplimentară*: Oare problema dată are soluție în orice condiții? Cu alte cuvinte, cum de plasat punctul C , pentru ca problema să aibă soluție. Punctul C trebuie plasat astfel, încât lungimea segmentului AO să fie mai mare decât lungimea segmentului BO , adică punctul O trebuie să fie notat între punctul B și mijlocul segmentului AB .) b) Demonstrați, că într-un triunghi orice segment, care unește

un vârf al triunghiului cu un punct arbitrar al bazei, are o lungime mai mică decât semi-perimetrul acestui triunghi. (R: Se compară ca o latură a unui triunghi în raport cu celelalte două (inegalitatea triunghiului). c) Comparați lungimile înălțimii, medianei, bisectoarei unui triunghi cu lungimea semi-perimetrului acestui triunghi. (R: Se compară ca o latură a unui triunghi în raport cu celelalte (inegalitatea triunghiului).)

În asemenea condiții elevul care finisează cursul matematicii clasei a VI-a la compartimentul geometrie va putea opera în diverse situații cu noțiuni din geometrie (*Consultați cartea: „Metodologia studierii geometriei gimnaziale prin conținuturi practice aplicative” care va apărea pe parcursul anului următor în cadrul proiectului „Matematica fără Frontiere”*).

Bibliografie

1. ACHIRI, I.; ANASTASIEI, M.; CIBOTARENCO, E.; SOLOMON, N.; TURLACOV, Z. *Metodica predării geometriei în învățământul preuniversitar*. Chișinău: Lumina, 1997, vol. III, 510 p.
2. CĂRBUNARU, V.E., CĂRBUNARU, C.M. *Matematică. Culegere de probleme clasa a VI-a*. București: Conviocarb, 2001, 256 p.
3. DĂNCILĂ, I. *Geometria de care ai nevoie la școală, la examene, la concursuri*. București: Teora, 1997, 310 p.
4. DĂNCILĂ, I. *Matematica gimnaziului între profesor și elev*. București: Corint, 1996, 289 p.

PROIECTUL STEM LA MATEMATICĂ. ABORDĂRI INTER- ȘI TRANSDISCIPLINARE. BUNE PRACTICI

Valentina VACARIUC, profesor de matematică, grad didactic unu

<https://orcid.org/0009-0008-3425-6836>

Liceul Teoretic „Miguel de Cervantes Saavedra”

Rezumat. Interdisciplinaritatea presupune o conexiune strânsă între discipline, iar trasdisciplinaritatea este o formă complexă a interdisciplinarității, care, scoate elevul din clasă și îl transpune în situația reală. Proiectele STEM sunt o noutate în învățământul modern, care, are la bază abordările transdisciplinare. Acesta dezvoltă gândirea critică, motivează elevul și îl ajută să înțeleagă mai bine aplicarea temelor studiate la orele de matematică.

Cuvinte cheie: Transdisciplinar, STEM, proiect, motivație

Abstract. Interdisciplinarity implies a close connection between disciplines and transdisciplinarity is a complex form of interdisciplinarity, which takes the student out of the classroom and puts him or her in the real situation. STEM projects are a novelty in modern education, which is based on transdisciplinary approaches. It develops critical thinking, motivates students and helps them to better understand the application of the topics studied in mathematics class.

Keywords: Transdisciplinary, STEM, project, motivation

Introducere

Generația secolului XXI este cea, care, are nevoie de un impuls puternic pentru a munci cu perseverență în sala de clasă. Deseori, ne sunt adresate întrebările: „pentru ce îmi trebuie acest subiect?”, „unde voi utiliza informația respectivă?”. Dat fiind faptul că, copiii au acces nelimitat la diferite surse de cunoaștere, iar profesorul nu mai este un generator de informație, suntem puși în situația de a-i învăța pe elevi cum și unde vor utiliza cunoștințele acumulate. Astfel, avem drept scop ca aceștia să nu devină consumatori de tehnologie, ci acei utilizatori care o folosesc în mod conștient sau chiar o pot crea. De aceea, învățământul din RM are nevoie de un nou suflu, noi provocări în domeniul STEM. Actualmente, urmărim o schimbare permanentă și un progres continuu al tehnologiilor digitale. Formarea competențelor cheie transversale este posibilă doar cu o abordare inter și transdisciplinară, care, momentan sunt strâns legate cu abordarea STEM.

Metode și materiale aplicate

Metoda proiectului, investigația, observarea, sondaje, analiza și sinteza, comparația și analogia, problematizarea, discuția panel, modelarea, etc.

Rezultate obținute

STEM este un acronim pentru educația în știință, tehnologie, inginerie și matematică.

Este o abordare interdisciplinară care îi ajută pe elevi să reușească în facultate și în viitoarele cariere. Accentul unei educații STEM este învățarea practică, bazată pe probleme. Un elev cu experiență de lucru în domeniile STEM, tinde să fie un gânditor inovator și critic. Ori acesta poate aplica ceea ce a învățat pentru gestiunea corectă a problemele din lumea reală, îmbunătățindu-și competențele pe parcurs. Absolvenții de liceu care sunt alfabetizați în STEM, aplică fără probleme în domeniile viitorului (Analiza datelor, Inginerie, etc.) În cele din urmă, alfabetizarea STEM se proiectează în economia care aspiră să fie din ce în ce mai bazată pe aplicații, fapt ce îl observăm la nivel local global.

Alfabetizarea STEM înseamnă nu doar o noutate în predare, dar și o necesitate de adaptare la realitatea actuală. Ținând cont de cele menționate mai sus, abordarea STEM devine o prioritate a învățământului național. STEM reprezintă un concept educațional ce se bazează pe ideea de educare a elevilor în 4 domenii: Științe, Tehnologii, Inginerie și Matematică. Disciplinele STEM sunt predate integrat, interdisciplinar, bazându-se pe legătura cu realitatea, pe observație directă, pe experiment, pe logică, pe experiența copiilor. De aceea, unul din obiectivele prioritare ale educației STEM este utilizarea cunoașterii disciplinare într-o abordare integrată, prin învățarea bazată pe probleme nonstandard și pe elaborarea de proiecte. Ca rezultat, elevii sunt implicați în situații de învățare autentice, semnificative, care include proiectarea, realizarea, testarea, reflectarea și documentarea.

Astfel, prin intermediul proiectelor STEM:

- se dezvoltă gândirea critică și autocritică a elevului;
- se încurajează inovația;
- se dezvoltă capacitatea de a colabora și a comunica eficient cu ceilalți atunci când abordează o problemă și când formulează soluții;
- se produce înțelegerea prin experimentare;
- sporește la elevi motivația pentru învățare [2].

La momentul actual, în RM nu putem vorbi de o educație STEM, însă pentru formarea competențelor cheie transversale vorbim de o abordare transdisciplinară, prin implementarea unor proiecte STEM la clasă. Ghidul de implementare a curriculumului vine cu câteva idei de proiecte STEM pentru fiecare paralelă de clasă. Este important de ținut cont că în „Reperle metodologice privind organizarea procesului educațional la disciplina școlară matematică” se recomandă de realizat doar câte un proiect STEM pe semestru, indiferent de disciplina la care a fost inițiat. Acestea pot fi selectate din lista celor propuse în ghidul de implementare a curriculumului sau profesorul poate propune un alt proiect.[3]

Astfel, la clasa a VII-a am realizat proiectul educațional transfrontalier „Apa în viața de zi cu zi” Acest proiect a demarat la data de 29 noiembrie 2022, și a durat până la 31 mai

2023. Inițial am identificat câteva instituții partenere: IPLT. Petru Rareș” din Soroca, două instituții din România: Școala Gimnazială nr 1 Concești și Școala Gimnazială „Alexandru Depărățeanu” din Teleorman. Pentru implementarea cu succes proiectului educațional respectiv am elaborat de comun acord cu profesoarele din instituțiile sus menționate un plan bine determinat: „*Harta tehnologică a proiectului*”.

Scopul acestui proiect: Realizarea unui schimb de experiență și valori între instituțiile participante și popularizarea activităților matematice desfășurate.

Obiectivele proiectului:

- Contribuirea la dezvoltarea unei educații de calitate;
- Întărirea dimensiunii europene în educație;
- Facilitarea accesului transnațional la resurse educaționale;
- Încurajarea învățământului deschis la distanță;
- Încurajarea inovărilor în elaborarea materialelor pedagogice și didactice;
- Implementarea modalităților de stimulare a creativității elevilor în cadrul studierii matematicii;

Domenii abordate în proiect: Fizică, Geografie, Chimie, Biologie, Matematică, Informatică, Medicină, Inginerie.

Etapele proiectului:

Tabelul 1. Etapele desfășurării proiectului

Etapa	Denumirea etapei	Termen de realizare
I	Salutul virtual	29.11.22-15.12.22
II	Prima întâlnire virtuală	16.12.22-18.12.22
III	Etapa de cercetare	19.01.23-09.02.23
IV	Etapa acțiunii în baza cercetării	10.02.23-15.03.23
V	Etapa de colaborare	16.03.23-23.03.23
VI	Etapa de reflecție și rapoarte	24.03.23-31.05.23

Echipa de lucru:

Profesor coordonator: Vacariuc Valentina – profesor de matematică, director adjunct instruire; Sacara Andrei, Grosu Viorica- profesori de informatică; Plop Lilia- profesor de chimie, Para Veronica- profesor de biologie, Jenerenco Natalia- profesor de geografie;

Produse finale realizate de elevi:

1. Componenta chimică a apei;
2. Reprezentări grafice;
3. Salubritatea unei porțiuni de teritoriu aferente râului Bâc;
4. Modele de filtre pentru apă, pompe de apă;
5. propuneri pentru folosirea rațională a apei;
6. Importanța consumului de apă pentru sănătate.
7. Domenii de utilizare a apei.

Tehnologii utilizate în cadrul proiectului: learningapps.org; educatieonline.md; educatieinteractiva.md; GoogleMeet; Viber; Notpad; PowerPoint; etc.

Descrierea activităților propriu zise:

Salutul virtual: Pentru a ne cunoaște mai bine și a prezenta echipa, împreună cu elevii am realizat câte un poster pe care l-am transmis partenerilor de proiect.

Prima întâlnire virtuală a avut loc online, cu ajutorul GoogleMeet. Elevii au acordat câte 5 întrebări reciproce pentru a-și cunoaște colegii, și a stabili un contact cu viitorii parteneri de proiect. Aceștia au povestit despre instituțiile în care învață, despre ce i-a motivat să participe la acest proiect și care sunt țelurile propuse de a fi atinse la finele acestui proiect. La fel, au stabilit niște activități pe care și le propun spre realizare.

Etapa de cercetare: Pe parcursul etapei de cercetare elevii au discutat cu mai mulți experți în domeniu, care, s-au expus referitor la importanța apei în viața de zi cu zi. Am efectuat o vizită la „Serviciul Hidrometeorologic de Stat” unde, aceștia au aflat despre platformele care colectează date referitor la temperaturi, precipitații, înghețuri, etc. Cum aceste date se colectează manual și cum se realizează o prognoză meteo. Apoi am avut invitați de la centru prietenos tinerilor YKACCEPT. Medicii au vorbit despre importanța hidratării, modul sănătos de viață, și despre cum și câtă apă este necesar să consumăm zilnic.

O altă vizită în cadrul etapei de cercetare a fost la „Inspectoratul General pentru Situații de Urgență”. Chiar dacă a fost o zi ploioasă, copiii au rămas impresionați de discuția cu colaboratorii centrului. Acordarea primului ajutor medical, calcule referitor la costul unei intervenții incendiu și alte momente impresionante i-au motivat să se.

La lecția de chimie au modelat molecula de apă, au realizat postere referitor la structura chimică a apei etc., la biologie au realizat sondaje pe 3 categorii de vârste referitor la hidratare și importanța acesteia. Utilizând informația studiate la modulul „Statistica matematică” au realizat diagrame în baza datelor colectate. Împreună cu profesoara de geografie au mers la râul Bâc și au salubritat o porțiune a acestuia. De asemenea, au discutat despre impactul poluării asupra mediului. Astfel, în toate aceste activități, elevii au reușit să aplice în practică subiectele studiate la lecții, ceea ce i-a făcut și mai curioși și motivați în cadrul orelor.

Acțiune în baza cercetării: în baza informației colectate elevii au realizat filtre, pompă manuală și electrică.

Diseminarea informației: După multă muncă, implicare și receptivitate, elevii s-au împărtășit cu colegii lor cu privire la rezultatele obținute. Prezentări PPT referitor la formula chimică a apei, prezentări PPT și postere care descriu la rezultatele sondajelor efectuate la nivel de instituție, prezentări Canva care fac trimitere la impactul poluării asupra mediului, precum și prezentarea pompei manuale, pompei electrice și a filtrelor de apă. Pe final, de Ziua Mondială a Apei, pentru a informa comunitatea Cervantină despre

importanța apei, dar și pentru a-i atenționa cu privire la problema asigurării cu apă, am realizat un Flashmob cu tema: „Pentru că ne pasă”.

Etapa de colaborare: Elevii din cele 4 instituții partenere au format grupuri comune și au prezentat rezultatele cercetării. Au prezentat produsele lor, apoi au realizat produse comune: poster digital, prezentare Canva, etc.

Toate aceste aspecte au fost discutate la ultima **întâlnire virtuală**, care, a avut drept scop asigurarea unui feedback pozitiv, împărtășirea impresiilor acumulate, abilităților dobândite și dezvoltate, precum și colectarea emoțiilor pozitive, în urma unei munci titanice.

Concluzie

În primul rând, atât în urma cercetării efectuate, cât și implementării proiectului STEM, pot afirma că, implicarea elevilor în astfel de proiecte dezvoltă gândirea critică și analitică a acestora, fapt ce servește un pilon fundamental în studierea altor materii. De asemenea, motivația elevilor spre a studia și a descoperi lucruri noi crește considerabil, deoarece, aceștia observă aplicarea practică a cunoștințelor, dar și remarcă importanța studierii continue pentru a face față oricărei situații. Totodată, participanților le este dezvoltată abilitatea de comunicare, cooperare și colaborare, ceea ce, determina elevii să-și poată formula clar opinia, să relaționeze cu semenii și să lucreze în echipă. Un alt aspect la fel de important îl reprezintă dezvoltarea competențelor TIC și sporirea interesului pentru cercetare și inovație. Astfel, elevii își perfecționează competențele digitale, fapt ce reprezintă un suport considerabil în activitatea ulterioară în era digitală. În concluzie, deducem că un elev care a participat la proiect STEM, devine o personalitate multilateral dezvoltată, cu diverse competențe formate și îmbunătățite, precum și cu o viziune mult mai clară despre obiectele studiate, lumea înconjurătoare și inovațiile globale.

Bibliografie

1. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Curriculum național. Matematică. Clasele V-IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020
2. Matematica și educația STEAM: aspecte transdisciplinare (online) disponibil (https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/25-29_34.pdf)
3. Repere metodologice privind organizarea procesului educațional la matematică în anul de studii 2022-2023.
4. ACHIRI, I.; CIBOTARENCO, E.; SOLOMON, A. Metodica predării matematicii. Chișinău: Lumina, 1992.
5. ACHIRI, I. Didactica matematicii. Prut, 2013.

PROBLEME REMARCABILE ȘI PROBLEME POPULARE DIN ISTORIA DIDACTICII MATEMATICII CIVILIZAȚIEI EUROPEI DE VEST**Marius VIOREANU**, inspector școlar<https://orcid.org/0000-0001-9284-0012>

IȘJ Vrancea România

Abstract. În locul matematicii cantităților constante vine perioada de studiu a cantităților variabile. Notiunea de funcție devine obiectul principal de studiu. În prima etapă a revoluției matematice din secolul al XVII-lea, a fost creată geometria analitică. Deosebit de intens dezvoltată analiza infiniturilor mici. Apariția geometriei proiective și a teoriei probabilităților a profețit un mare viitor în evoluția lor. În secolul al XVIII-lea, calculul diferențial și integral a evoluat mult înainte, eforturile oamenilor de știință au fost îndreptate spre crearea de noi diviziuni ale analizei matematice și aplicațiile acesteia în mecanică. Activitatea științifică a celor mai emeriți matematicieni s-a concentrat în celebrele Academii de Științe ale vremii din Paris, Petersburg și Berlin. O nouă extindere și aprofundare a obiectului matematicii aduse spre începutul secolului al XIX-lea în perioada medievală a evoluției sale.

Cuvinte cheie: Istoria Didacticii Matematicii, civilizația vest-europeană, probleme remarcabile, sistem de numere zecimal pozițional, algebră, aritmetică, Renaștere, primele universități, noțiune de funcție, geometrie analitică și proiectivă, calcul diferențial și integral, teoria probabilității.

Abstract. Instead of the mathematics of constant quantities comes the period of study of variable quantities. The notion of function becomes the main object of study. At the first stage of the mathematical revolution of the XVII century, analytic geometry was created. Especially intensely developed the analysis of small infinities. The advent of projective geometry and probability theory prophesied a great future in their evolution. In the eighteenth-century differential and integral calculus moved far ahead, scientists' efforts were directed towards creating new divisions of mathematical analysis and its applications in mechanics. The scientific activity of the most emeritus mathematicians was concentrated in the famous Academies of Science of the time in Paris, Petersburg and Berlin. A further extension and deepening of the object of mathematics brought towards the beginning of the nineteenth century to the medieval period of its evolution.

Keywords: History of Didactics of Mathematics, Western European civilization, remarkable problems, positional decimal number system, algebra, arithmetic, Renaissance, first universities, notion of function, analytic and projective geometry, differential and integral calculus, probability theory.

Nimic nu trezește marele minți la lucru spre îmbogățirea cunoștințelor cu o atare putere ca modalitatea de a pune în aplicare o problemă complicată și în același timp utilă.

Iohann I Bernonlli

Pe la mijlocul mileniului I în Europa feudalismul a înlocuit formațiunea istorică a stăpânilor de robi. Apar și se constituie monarhiile. Creștinismul se transforma în religie de stat. Ca centru pentru răspândirea cunoștințelor și a învățământului la început au fost mănăstirile, iar mai târziu universitățile, care s-au răspândit în Europa începând cu anii 980. Ca limbă comună a savanților devine latina. Progresul continuu al culturii și științei în Evul Mediu este legat de dezvoltarea meșteșugurilor, producției, târguiei. Creațiile de

arhitectură romană și gotică împodobeau orașele în dezvoltare. Lumea spirituală a epocii și-a găsit o feerică exprimare în genul Dante Alighieri (1265-1321) prin „*Divina comedie*”.

În epoca Renașterii (sec. XV-XVI) în Europa apare busola, praful de pușcă, ceasornicul, hârtia, tiparul cărților. Creșterea nivelului târguiei și a navigației pe ape au adus la mari descoperiri geografice. A sporit rolul și necesitatea matematicii. Dacă către începutul Evului Mediu matematicienii în fond se ocupau de astrologie și erau persecutați ca vrăjitori și solomonari sau necromanți, mai apoi ei devin în centrul atenției. În locul matematicii mărimilor constante vine perioada studiului mărimilor variabile. Noțiunea de funcție devine principalul obiect de studiu. La prima etapă a revoluției matematice din secolul al XVII-lea a fost creată geometria analitică. Îndeosebi intens s-a dezvoltat analiza infiniților mici. Apariția geometriei proiective și a teoriei probabilităților proceea un viitor mare în evoluția lor. În secolul al XVIII-lea calculul diferențial și integral s-a deplasat mult înainte, eforturile savanților erau îndreptate spre crearea noilor despărțituri ale analizei matematice și aplicațiile ei în mecanică. Activitatea științifică a celor mai emeriți matematicieni s-a concentrat în Academii de Știință celebre ale timpului în Paris, Petersburg și Berlin. O ulterioară extindere și aprofundare a obiectului matematicii a adus către începutul secolului al XIX-lea la perioada medievală a evoluției ei.

Printre problemele remarcabile ale Europei de Vest se găsesc cele mai variate: populare, distractive, didactice cu calcule serioase, demonstrații, construcții etc. Printre ele sunt perle fantastice. De exemplu:

1. Problema cehă. Conform unei legende, fondatoarea statului ceh principesa Libușa a promis să dea mâna sa aceluia dintre peștorii care va putea rezolva următoarea problemă:

„Dacă eu aș da primului peștor jumătate din prunele din acest coș și încă o prune, celui de al doilea peștor jumătate din prunele rămase și încă o prune, iar prunele rămase le-aș împărți în jumătăți și jumătate din ele și încă trei prune aș da celui de-al treilea peștor atunci coșul s-ar goli. Câte prune erau în coș? (30 prune).

Sunt multe probleme populare care circulă prin lume de veacuri: De exemplu: Problemele lui Alcuin: **Ogarul și iepurele:**

Peste câte sărituri ogarul va ajunge din urmă iepurele, dacă inițial pe ei îi despărțea o distanță de 150 picioare (1picioare \approx 30,5 cm), iepurele cu fiecare săritură se depărtează de ogar cu 7 picioare, iar ogarul fuge mai repede decât iepurele și cu fiecare săritură se apropie de el cu 9 picioare? (75 sărituri)

Istoria problemei: spune că o dată la un popas după o vânătoare destul de reușită savantul călugăr irlandez Alcuin (735-804) în glumă i-a propus împăratului Carol cel Mare problema dată. Răspunsul împăratului a arătat, că el era nu doar era un vânător iscusit, ci cunoștea cu tâlc și aritmetica.

Alta este **Problema despre lup, capră și varză**

Peste râu trebuie de trecut trei entități: lupul, capra și o căpățână de varză. În barcă, în afară de luntraș, se poate aranja unul din trei. Cum de trecut pe ei peste râu încât capra

sa nu poată mânca varza, iar lupul să nu poată mânca capra? (Capra, apoi lupul (varza), capra se aduce înapoi și se trece peste râu varza (lupul) și la urmă se trece a doua oară capra).

Aceste doua probleme sunt selectate din cartea „*Probleme pentru ascuțirea minții tinerimii*” a savantului călugăr irlandez Flaccus Albinus Alcuin (Alh-Win – prieten al bisericii), care a lucrat în Școala Palatină de la curtea lui Carol cel Mare prin anii 780 -800. Aceste probleme ulterior au fost răspândite la toate popoarele Europei și nu numai. Mulți consideră că această problemă cu referire la lup, capră și varză este problema lor populară.

Probleme captivante au scris cei mai de seamă matematicieni ai timpului: Fibonacci, Leonardo da Vinci, Albrecht Durer, Rize, Mihael Știffel, Cardano, Tartaglia, Fransoa Viette, Rene Descartes, Galilei, Johann Kepler, Bache le Meziriak, Dezarg, Bonaventura Cavallieri, Piere Fermat, Franț van Scauten, Fulgaber, Djon Wallis, Blez Pascal, Ozanam, Isaac Newton, Gotfrid Wilhelm Leibniz, Abraham de Moivre, Hristian Wolf, Reomiur, Djiovanni Ceva, Iacob Bernoulli, Etieune Bezout, Adrien Mari Legendre, Napoleon, Sofi Germen, Karl Fridrih Gauss, Simeon Deni Poisson, Og.Lui. Cauchi, Pascal și Brianchon, Iacob Steiner, Șarli Francois Șturm, Catalan, Stewart

Acești matematicieni de vază ai timpului au scris pagini celebre de la probleme captivante la probleme de cea mai perfectă și riguroasă matematică. Ele sunt și vor dăinui ca nestemate lăsate de cele mai fine minți ai timpului lor, care servesc ca faruri înțelepte în calea celor mai doritori de a cunoaște matematica.

Consultați culegerea Istoria Didacticii Matematicii la capitolul „*Probleme remarcabile și probleme populare*”.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii*. Antichitatea până la secolul VI (XIII). Pitești: Nomina, 2009. 457 p.
2. ДЕПМАН, И.Я. *История арифметики*. Москва: Просвещение, 1965 г. 415 с.
3. BOTH, N. *Istoria matematicii*. Cluj Napoca: ALC MEDIA GRUP, 1999. 256 p.
4. KOLMAN, E. *Istoria matematicii în antichitate*. București: Ed. Științ., 1963. 246 p.
5. MIHĂILEANU, N. *Istoria matematicii. Antichitatea. Evul Mediu. Renașterea și secolul al XVII-lea*. București: Editura Enciclopedică Română, 1974, vol. 1, 456 p.
6. ВЫГОДСКИЙ, М.Я. *Арифметика и алгебра в древнем мире*. Москва: Издательство Наука, 1967 г. 368 с.
7. ВАН ДЕР ВАРДЕН, Б.Л. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: Изд. физ-мат. литературы. 1959 г. 460 с.
8. ДААН-ДАЛЬМЕДИКО, А., ПЕЙФФЕР, Ж. *Пути и лабиринты. Очерки по истории математики*. Москва: Издательство Мир, 1986 г. 432 с.

ISTORIA DIDACTICII MATEMATICII CIVILIZAȚIEI GRECIEI ANTICE**Rică ZAHARIA**, inspector școlar<https://orcid.org/0000-0003-3079-5505>

IȘJ Vrancea, România

Rezumat. Aproximativ în secolul al IV-lea, grecii antici au stat în calea cercetării independente în domeniul matematicii și au obținut succese importante în această direcție, în special, în geometrie. În secolul al treilea, geometria greacă antică a atins apogeul prin lucrările lui Euclid, care a scris 13 cărți despre geometrie, unite sub denumirea comună „Elementele”.

Cuvinte cheie: Istoria Didacticii Matematicii, civilizația Greciei Antice, probleme remarcabile, sistem de numere zecimal pozițional, algebră, aritmetică, geometrie, „Elementele” lui Euclid, cărți monumente matematice.

Abstract. Approximately by the fourth century, the ancient Greeks stood in the way of independent research in the field of mathematics and achieved important successes in this direction, in particular, in geometry. In the third century, ancient Greek geometry reached its peak through the works of Euclid, who wrote 13 books on geometry, united under the common name "The Elements".

Keywords: History of Didactics of Mathematics, civilization of Ancient Greece, remarkable problems, positional decimal number system, algebra, arithmetic, geometry, Euclid's "Elements", books mathematical monuments

*Dacă tu aceasta – ai să găsești străinule, cu mintea cântărind,
Și ai să calculezi precis numindu-mi din fiecare turmă numărul,
Atunci pleacă, mândrindu-te cu biruința căpătată, și se va socoti
Ca tu-n această înțelepciune totul perfect cu succes ai depășit.
Ultimele rânduri din problema referitoare la taurii soarelui.*

Dacă de la matematicienii Orientului Depărtat până la noi au ajuns unele probleme separate cu rezolvări și tabele, atunci din Grecia Antică matematica își are începutul ca știință, bazată pe demonstrații riguroase. Acest salt important în istoria matematicii se referă la secolele VI-V e.n.

Primii învățători ai grecilor antici au fost egiptenii. În secolul VII călătorii străini au deschis o intrare liberă în Egipt. De acest fapt au profitat savanții Greciei Antice, care au efectuat călătorii în „țara piramidelor”. Începând aproximativ cu secolul IV grecii antici au stat pe calea cercetărilor independente în domeniul matematicii și au atins în această direcție succese importante, în special, în geometrie. În secolul al III-lea geometria greacă antică și-a atins apogeul în operele lui Euclid, care a scris 13 cărți la geometrie, unite sub denumirea comună „Elementele”.

În operele lui Euclid partea logică a geometriei a fost ridicată până la un nivel destul de avansat, care a fost întrecut doar la hotarul dintre secolele XIX și XX prin operele matematicianului german David Hilbert și a școlii lui.

Grecii Antici se preocupau nu doar de întrebările geometriei elementare (pe acele timpuri acest termen încă nu era), dar și au pus fundamentele temeinice ale geometriei superioare (operele lui Apoloniu, Arhimede ș.a.).

Succese importante în teoria numerelor au atins Pitagora și elevii lui.

În domeniul algebrei, în special în soluționarea ecuațiilor nedeterminate, mult a făcut Diofante, care a trăit la frontiera dintre secolele II-III a.e.n. în Alexandria, de aceea pe el îl numesc Diofante din Alexandria. El a îmbunătățit metodele algebrice pe calea introducerii primelor notări algebrice prin litere și reprezentarea simbolică a ecuațiilor.

Cea mai importantă operă a lui Diofante – este „*Aritmetica*”, care a ajuns până la noi doar în doar în șase cărți (se presupune că au fost 13). După conținutul „*Aritmeticii*” lui Diofante se poate judeca la cuceririle în domeniul algebrei la grecii antici.

Realizări importante a matematicii:

1. În școala ionică și italică (600 – 430):

- Suma unghiurilor în orice triunghi (Thales);
- Distanța dintre două nave pe mare;
- Alcătuirea primelor hărți;
- Teoria numerelor: perfecte, amicale, figurative, piramidale;
- Demonstrarea teoremei, numită teorema lui Pitagora;
- Teoria mediilor: aritmetice: $b = \frac{a+c}{2}$, sub forma $\frac{a-b}{b-c} = \frac{a}{a}$; geometrice: $b^2 = ac$, sub forma $\frac{a-b}{b-c} = \frac{a}{b}$; armonice: $b = \frac{2ac}{a+c}$, sub forma $\frac{a-b}{b-c} = \frac{a}{c}$;
- Progresia muzicală: $a, \frac{a+c}{2}, \frac{2ac}{a+c}, c$, care pare să fie preluată de la babilonieni;
- Construirea numerelor iraționale;
- Împărțirea în medie și extremă rație („*secțiunea de aur*” – numită de Leonardo da Vinci), cu emblema sub formă de stea a pitagorienilor;
- Cele trei probleme clasice/remarcabile: trisecția unui unghi arbitrar; dublarea cubului; cuadratura cercului;
- Lunulele și problemele lor;
- Notarea cu litere a punctelor figurilor geometrice (Hipocrate);
- Apariția noțiunilor de infini mare și mic (Anexagoras).

2. În școala din Atena (430-300):

- Volumul prisme;
- Academia din Atena;
- Poliedrele regulate (5 la număr);
- Definierea numărului $\sqrt{2}$ în dialogurile lui Platon;
- Noțiunea de loc geometric, punct, linie, suprafață (Platon);
- Elaborarea cărților V și XII din „*Elementele*” lui Euclid (Eudoxus);

- Metoda exhaustiunii (Eudoxus);
- Teoria infinitului și continuității (Aristotel);
- Axiomatica matematică;
- Teoria proporțiilor.

3. În școlile din Alexandria (300 – 641: prima 300 – 30, a doua 30 – 641, prima până la cucerirea Alexandriei de către romani, a doua – până la cucerirea Alexandriei de către arabi):

- Primul muzeu din lume Museonul cu Biblioteca sa măreață;
- Sistematizarea și fundamentarea matematicii;
- Elementele lui Euclid (13 cărți)
 - I-IV – Geometria plană (*fără teoria proporțiilor*) (de la Hipocrate);
 - V – Teoria proporțiilor (după Eudoxus);
 - VI – Teoria asemănării și ariilor. Rezolvarea ecuațiilor de gradul II;
 - VII-IX – Aritmetica;
 - X – Teoria iraționalelor;
 - XI – Geometria în spațiu;
 - XII – Aree și volume (după Eudoxus);
 - XIII – Construcții de corpuri.
- Aria sferei (Arhimede);
- Rezolvarea unor ecuații de gradul III, a sistemelor de 7 ecuații cu 8 necunoscute (Arhimede);
- Numerele prime și compuse, ciurul lui Eratostene;
- Studiul conicelor: elipsa, hiperbola, parabola (Apoloniu);
- Se pune bazele trigonometriei (Hipparh);
- Trecerea la algebra sincopată (semi-simbolică) (Diofante);
- Apariția simbolului adunării (simpla alăturare) și scăderii, al egalității;
- Ecuațiile nedeterminate;
- Suma unghiurilor interioare ale unui poligon convex (Proclus).

Printre problemele remarcabile se evidențiază **Problema principesei Didona**

*Atâta pământ au cumpărat
Și i-au dat numele Birsa,
Cât au putut înconjura
Într-o piele de taur.*

Istoria problemei: Unul dintre cei mai mari poeți ai Romei Antice – Publin Vergiliu Mapon sau pur și simplu Virgiliu a scris în „*Eneida (Aeneis)*” (de la tracul Ene) legenda care povestind despre pasiunile și patimile omenești, despre mișelie/viclenie și dragoste, despre bunătate și răutate, despre destine și suferințe, despre viață și moarte, ne descrie

plasticitatea minții omenești de a ieși din situații non standard, ne introduce în situația mitică – numită prima problemă de maxim/minim. Rândurile din epigraful de la începutul problemei se referă la un eveniment istoric care a avut loc, dacă acceptăm legenda menționată, în *secolul al IX î.e.n.* Principesa Didona, de origine feniciană, fiica unui rege tirian, care după moartea tatălui a moștenit tronul împreună cu fratele său Pygmalion. Didona (*în feniciană Elise*), fiind căsătorită cu Sicharbas, înalt dregător, era foarte bogată. Ca să pună mâna pe bogățiile acestuia, Pygmalion l-a asasinat pe cumnatul său. Dar nu și-a atins scopul, deoarece Didona, auzind despre viclenia fratelui, a încărcat pe ascuns averea pe mai multe corăbii și a fugit pe mare spre vestul Mării Mediterane, împreună cu alți numeroși fenicieni care au urmat-o. Plutind de-a lungul țărmului mării ei căutau un loc de refugiu. Didonei i-a plăcut un loc pitoresc pe malul actualului golf Tunis. Ea a cerut adăpost localnicilor. Didona a dus tratative cu conducătorul tribului local Iarb, referitor la procurarea unui teren de pământ. A cerut ea nu chiar mult – doar atât teren de pământ cât se poate „*cuprinde cu o piele de taur*”. Didona a putut să-l convingă pe Iarb. Tocmeala a avut loc, și atunci Didona a tăiat pielea unui taur în fâșii foarte-foarte subțiri și legându-le una de alta, a reușit să încercuiască o întindere de pământ atât de mare încât a ridicat pe locul acela o cetate. Pentru a se deosebi de vechea colonie Utica, ei au numit noua așezare *Byrsa*, cetățuia în jurul căreia s-a dezvoltat mai târziu orașul Cartagina „*orașul nou*” – în feniciană *Kart-Hadašt*. O tradiția antică fixează întemeierea orașului în anul 814 î.Hr. Cele mai vechi vestigii arheologice pot fi datate în prima jumătate a secolului VIII-lea î.e.n. până când a fost distrusă de romani în 146 î.Hr. În acest mod Virgiliu descrie modalitatea cum principesa Didona a rezolvat prolema clasică izoperimetrică, prima problemă de extreme, adică modalitatea cum de cuprins o întindere cât mai mare, având un perimetru concret.

Ce formă trebuie să aibă terenul de pământ pe care la înconjurat Didona cu o frânghie de o lungime dată, pentru a obține cea mai mare arie?

Această problemă de optimizare poate fi considerată drept prima problemă de acest fel din Istoria Didacticii Matematicii universale. Cu siguranță Istoria Didacticii Matematicii în contextul evoluției civilizațiilor lumii sunt cunoscute lucruri miraculoase cu referire la soluționarea problemelor matematice practice. Astfel de probleme într-adevăr pot fi numite *perle din arta înțelepciunii*, deoarece matematica, în special, didactica matematicii în toate timpurile antice era considerată *arta înțelepciunii*. Faima matematicii era atât de mare, încât deseori nu se petrecea nici o întrunire omenească cât de mică nu ar fi fost, fără a apela la matematică. Uneori era aplicată la procedura de pețire a unei vestite mirese printr-un concurs de exprimare a istețimii, în cadrul cărui era și rezolvări de probleme populare. Cine câștiga un astfel de concurs, era declarat matematician erudit care poseda procedee faimoase de rezolvare a problemelor sau aplicări fascinante a unor metode/procedee de calcul numeric și era cel mai demn pretendent la mâna miresei. Alteori

erau organizate întreceri speciale – turniruri dueluri matematice, în cadrul cărora participau cei mai valoroși matematicieni ai timpului. Cel care cunoștea în profunzime matematica aplicativă a timpului său, era considerat cel mai erudit și iscusit în artele științei. Există multe legende cu referire la astfel de întreceri și la problemele care le-au însoțit. Printre el un loc important revine problemei principesei Didona – ca prima problemă care se referă la maxime.

Istoria acestei probleme denotă, că oamenii curioși din toate timpurile antice au fost destul de iscușiți în arta înțelepciunii, numită mai apoi de Aristotel – matematica, arta de a rezolva probleme practice de aplicare multilaterală a matematicii în cele mai variate situații.

Pagini miraculoase cu referire la problemele remarcabile și problemele populare puteți găsi consultând cartea care va apărea.

Bibliografie

1. ALBU, A. C. *O istorie a matematicii*. Antichitatea până la secolul VI (XIII). Pitești: Nomina, 2009. 457 p.
2. ДЕПМАН, И.Я. *История арифметики*. Москва: Просвещение, 1965 г. 415 с.
3. BOTH, N. *Istoria matematicii*. Cluj Napoca: ALC MEDIA GRUP, 1999. 256 p.
4. KOLMAN, E. *Istoria matematicii în antichitate*. București: Ed. Științ., 1963. 246 p.
5. MIHĂILEANU, N. *Istoria matematicii. Antichitatea. Evul Mediu. Renașterea și secolul al XVII-lea*. București: Editura Enciclopedică Română, 1974, vol. 1, 456 p.
6. ВЫГОДСКИЙ, М.Я. *Арифметика и алгебра в древнем мире*. Москва: Издательство Наука, 1967 г. 368 с.
7. ВАН ДЕР ВАРДЕН, Б.Л. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: Изд. физ-мат. литературы. 1959 г. 460 с.
8. ДААН-ДАЛЬМЕДИКО, А., ПЕЙФФЕР, Ж. *Пробуждающаяся наука. Математика Древнего Египта, Вавилона и Греции*. Москва: Издательство физ-мат. Литературы, 1959 г., 460 с.
9. ДААН-ДАЛЬМЕДИКО, А., ПЕЙФФЕР, Ж. *Пути и лабиринты. Очерки по истории математики*. Москва: Издательство Мир, 1986 г. 432 с.

ОБРАТНЫЕ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ**Татьяна КОЖУХАРОВА**, учитель математики высшей квалификации<https://orcid.org/0009-0000-4553-2594>

МОУ «Бендерский теоретический лицей им. Л. С. Берга», г. Бендеры

Анастасия ФЕДОТОВА, студент 2 курса Физико-технического факультета<https://orcid.org/0009-0001-2400-8731>

ПГУ им. Т.Г. Шевченко, Тирасполь

Rezumat. Articolul prezintă exemple de rezolvare a problemelor matematice folosind funcții trigonometrice inverse, necesitatea studierii funcțiilor trigonometrice. Articolul este util atât pentru profesorii de matematică, cât și pentru studenți.

Cuvinte cheie: învățare, trigonometrie, sarcini cognitive, funcții trigonometrice inverse.

Abstract. The article shows examples of solving mathematical problems using inverse trigonometric functions and the need to study trigonometric functions. The article is useful for both mathematics teachers and students.

Keywords: training, trigonometry, cognitive tasks, inverse trigonometric functions.

Аннотация. В статье показаны примеры решения математических задач с помощью обратных тригонометрических функций, необходимость изучения тригонометрических функций. Статья полезна, как учителям математики, так и учащимся.

Ключевые слова: обучение, тригонометрия, познавательные задания, обратные тригонометрические функции.

Введение

В школьной программе по изучению математики существует интересная тема – тригонометрия. Данное слово составилось из двух греческих слов: *trigonon* – «треугольник» и *metreo* – «измеряю», что в буквальном переводе означает измерение треугольников. Именно эта задача – измерение треугольников или, как принято теперь говорить, решение треугольников с древнейших времен составляла основу практических приложений тригонометрии. Да, данный раздел математики довольно-таки сложен и ему стоит уделять большее количество часов в программе по освоению курса алгебры и начала анализа, поэтому в данной статье рассмотрела решение математических задач с помощью обратных тригонометрических функций.

Известно, что в шестидесятые годы прошлого века из перечня предметов школьного образования была изъята «Тригонометрия» один из предметов математического цикла школьного образования. С тех пор тригонометрический материал включен в программы алгебры и геометрии. В ходе изучения программ по математике для общеобразовательных учреждений, обнаружила, что тема

«Обратные тригонометрические функции» вообще не значится, за исключением классов и школ с углубленным изучением математики, где на изучение этой темы выделяется 2-4 часа. Но в заданиях единого государственного и вступительных экзаменов встречаются примеры, содержащие обратные тригонометрические функции, а итоговое тестирование сдают выпускники всех школ и классов.

Поэтому изучение обратных тригонометрических функций является необходимым. В данной статье показано решение уравнения и неравенства, левая и правая части которых представляют собой одноименные обратные тригонометрические функции различных аргументов. Для рассмотрения данных примеров потребуется теоретическая часть и некоторые доказательства основных соотношений.

Основные соотношения

Существует несколько групп формул, которые значительно облегчают решение задач, содержащих основные тригонометрические функции.

$$1) \arcsin(-x) = -\arcsin x, -1 \leq x \leq 1;$$

$$\arccos(-x) = \pi - \arccos x, -1 \leq x \leq 1;$$

$$\operatorname{arctg}(-x) = -\operatorname{arctg} x; \operatorname{arcctg}(-x) = \pi - \operatorname{arcctg} x.$$

$$2) \arcsin x + \arccos x = \frac{\pi}{2}, -1 \leq x \leq 1; \operatorname{arctg} x + \operatorname{arcctg} x = \frac{\pi}{2}.$$

$$3) \arcsin x = \arccos \sqrt{1-x^2} = \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{1-x^2}} = \operatorname{arcctg} \frac{\sqrt{1-x^2}}{x}, 0 < x < 1;$$

$$\arccos x = \arcsin \sqrt{1-x^2} = \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{1-x^2}}{x} = \operatorname{arcctg} \frac{x}{\sqrt{1-x^2}}, 0 < x < 1;$$

$$\operatorname{arctg} x = \operatorname{arcctg} \frac{1}{x} = \arcsin \frac{x}{\sqrt{1+x^2}} = \arccos \frac{1}{\sqrt{1+x^2}}, x > 0;$$

$$\operatorname{arcctg} x = \operatorname{arctg} \frac{1}{x} = \arcsin \frac{1}{\sqrt{1+x^2}} = \arccos \frac{x}{\sqrt{1+x^2}}, x > 0.$$

Доказательства основных соотношений

1.1. Докажем, что $\arcsin(-x) = -\arcsin x, -1 \leq x \leq 1$.

Доказательство. Так как для любого $x \in [-1; 1]$, $\arcsin x \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$ и на отрезке $\left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$ функция $y = \sin x$ монотонно возрастает, то из равенства $\sin(\arcsin(-x)) = -x = \sin(-\arcsin x) \Rightarrow \arcsin(-x) = -\arcsin x, -1 \leq x \leq 1$.

Утверждение доказано.

1.2. Докажем, что $\arcsin x + \arccos x = \frac{\pi}{2}, -1 \leq x \leq 1$.

Доказательство. Значение суммы для $\arcsin x + \arccos x \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{3\pi}{2}\right]$.

Вычислим: $\sin(\arcsin x + \arccos x)$.

$$\begin{aligned} \sin(\arcsin x + \arccos x) &= \sin(\arcsin x) \cos(\arccos x) + \\ \cos(\arcsin x) \sin(\arccos x) &= \\ &= x^2 + 1 - x^2 = 1. \end{aligned}$$

Так как на промежутке $[-\frac{\pi}{2}; \frac{3\pi}{2}]$ существует лишь единственное число, синус которого равен 1, и это число $\frac{\pi}{2}$, то $\arcsin x + \arccos x = \frac{\pi}{2}$, $-1 \leq x \leq 1$.

Утверждение доказано.

1.3. Докажем, что $\arccos x = \arcsin \sqrt{1-x^2} = \operatorname{tg} \frac{\sqrt{1-x^2}}{x} = \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{1-x^2}}$, $x \in (0; 1)$

Доказательство. Условие $0 < x < 1$ необходимо для возможности равенства значений различных функций. Если $0 < x < 1$, то $\arccos x \in (0; \frac{\pi}{2})$.

$$\text{Тогда : } \sin(\arccos x) = \sqrt{1 - \cos^2(\arccos x)} = \sqrt{1 - x^2}.$$

$$\operatorname{tg}(\arccos x) = \frac{\sin(\arccos x)}{\cos(\arccos x)} = \frac{\sqrt{1-x^2}}{x}, \quad \operatorname{ctg}(\arccos x) = \frac{x}{\sqrt{1-x^2}}. \quad \text{Ч.т.д.}$$

Пример 1. Решите уравнение:

$$\arccos \frac{1-x^2}{1+x^2} + \arcsin \frac{2x}{1+x^2} + \operatorname{arctg} \frac{2x}{1-x^2} = \frac{3\pi}{2}.$$

Решение. Используя формулы группы 3, получим, что

$$\begin{aligned} \arcsin \frac{2x}{1+x^2} &= \arccos \frac{1-x^2}{1+x^2} = \operatorname{arctg} \frac{2x}{1-x^2}. \\ \arccos \frac{1-x^2}{1+x^2} + \arcsin \frac{2x}{1+x^2} + \operatorname{arctg} \frac{2x}{1-x^2} &= \frac{3\pi}{2} = 3 \arcsin \frac{2x}{1+x^2} = \frac{3\pi}{2} \\ \arcsin \frac{2x}{1+x^2} &= \frac{\pi}{2}; \quad \frac{2x}{1+x^2} = 1 \\ x^2 - 2x + 1 &= 0; \quad x = 1. \end{aligned}$$

Ответ: 1.

Пример 2. Найти все значения параметра a , при каждом из которых существует пара чисел $(x; y)$, удовлетворяющая системе:

$$\begin{cases} \max(4+y; 3-3y) \leq 6, \\ \sqrt{a^2 + \frac{10}{\pi} \arcsin \sqrt{1-x^2} - 4 - \frac{4}{\pi^2} \arccos(\arccos + \frac{\pi}{2})} \geq y^2 + 2ay + 3 \end{cases}$$

Решение. 1) Рассмотрим первое неравенство: $\max(4+y; 3-3y) \leq 6$

$$\begin{aligned} \max(a; b) &= \frac{a+b+|a-b|}{2} \leftrightarrow \max(4+y; 3-3y) = \frac{4+y+3-3y+|4+y-3+3y|}{2} \leftrightarrow \\ &\leftrightarrow \frac{4+y+3-3y+|4+y-3+3y|}{2} \leq 6 \leftrightarrow \end{aligned}$$

$$\frac{7-2y+|4y+1|}{2} \leq 6 \quad /:2 \leftrightarrow 7-2+|4y+1| \leq 12 \leftrightarrow |4y+1| \leq 2y+5$$

Так как $4y+1$ по модулю: $-(2y+5) \leq 4y+1 \leq 2y+5$

Составим систему неравенств:

$$\begin{cases} 4y+1 \leq 2y+1 \\ 4y+1 \geq -2y-5 \end{cases} \leftrightarrow \begin{cases} 2y \leq 4 \quad /:2 \\ 6y \geq -6 \quad /:6 \end{cases} \leftrightarrow -1 \leq y \leq 2$$

2) Рассмотрим подкоренное выражение второго неравенства:

Представим $\arcsin\sqrt{1-x^2}$, как $\arccos x$:

$$A^2 + \frac{10}{\pi} \arccos x - 4 - \frac{4}{\pi^2} - (\arccos x)^2 - \frac{2}{\pi} \arccos x = a^2 - \left(\frac{2}{\pi} \arccos x - 2\right)^2$$

Введем новую переменную: $t = 2 - \frac{2}{\pi} \arccos x$, $0 \leq \arccos x \leq \pi$, $0 \leq t \leq 2$.

3) Представим вторую часть второго неравенства как:

$$y^2 + 2ay + 3 = (y + a)^2 - a^2 + 3$$

4) Составим систему неравенств:
$$\begin{cases} -1 \leq y \leq 2 \\ 0 \leq t \leq 2 \\ \sqrt{a^2 - t^2} \geq (y + a)^2 - a^2 + 3 \end{cases}$$

5) Рассмотрим функции последнего неравенства:

$$z_1(y) = (y + a)^2 + 3 - a^2, \text{ где } -1 \leq y \leq 2.$$

$$z_2(t) = \sqrt{a^2 - t^2}, \text{ } 0 \leq t \leq 2.$$

Найдем значения параметра:

$$\max_{[0; 2]} z_2(t) \geq \min_{[-1; 2]} z_1(y) \leftrightarrow \max_{[0; 2]} \sqrt{a^2 - t^2} = |a|$$

$$[0; 2] \quad [-1; 2] \quad [0; 2]$$

6) \min функции $[-1; 2]$ равен вершине параболы :

1) Если $a > 1$, то $\min z_2(t) = z_2(-1) = 4 - 2a$

2) Если $-2 \leq a \leq 1$, то $\min z_2(t) = z_2(-a) = 3 - a^2$

3) Если $a < -2$, то $\min z_2(t) = z_2(2) = 7 + 4a$

Таким образом, искомые значения параметра задаются совокупностью систем неравенств:

$$\begin{cases} a > 1 \\ |a| \geq 4 - 2a \\ -2 \leq a \leq 1 \\ |a| \geq 3 - a^2 \\ a < -2 \\ |a| \geq 7 + 4a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a > 1 \\ a \geq \frac{4}{3} \\ -2 \leq a \leq 1 \\ a^2 + |a| - 3 \geq 0 \\ a < -2 \\ 5a \leq -7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a \geq \frac{4}{3} \\ -2 \leq a \leq 1 \\ |a| \geq \frac{\sqrt{13}-1}{2} \\ a < -2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a \geq \frac{4}{3} \\ -2 \leq a \leq \frac{1-\sqrt{13}}{2} \\ a < -2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a \geq \frac{4}{3} \\ a \leq \frac{1-\sqrt{13}}{2} \end{cases}$$

Ответ: $(-\infty; \frac{1-\sqrt{13}}{2}] \cup [\frac{4}{3}; +\infty)$

Выводы и рекомендации

Тригонометрия сложна и ей стоит уделять большее количество часов в программе по освоению курса алгебры и начала анализа. Изучение обратных тригонометрических функций значительно углубляет и обогащает процесс развития у математического мышления учащихся, более легкому восприятию

математического анализа на начальном этапе обучения в высших учебных заведениях.

Литература

1. АЗАРОВ, А.И.; БУЛАТОВ, В.И.; ФЕДОСЕНКО, В.С.; ШИБУТ, А.С. *Тригонометрия. Тождества, уравнения, неравенства, системы*. Минск, 1999. 490 с.
2. ЗИВ, Б.Г.; АЛТЫНОВ, П.И. *Алгебра и начала анализа. Геометрия.10-11 кл.* Москва: Дрофа, 1999. 223с.
3. МОРДКОВИЧ, А.Г.; ДЕНИЩЕВА, Л.О. *Алгебра и начала анализа. 10-11 классы*. Москва: Мнемозина, 2012.
4. МИРОШИН, В.В. *Обратные тригонометрические функции*. Москва: Чистые пруды, 2007. 32 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ШКОЛЬНЫХ ЗНАНИЙ И РАЗВИТИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ В РЕАЛЬНОЙ ЖИЗНИ ЧЕРЕЗ STEAM-ПРОЕКТЫ

Юлия МАЗЫЛУ, учитель математики и информатики

<https://orcid.org/0009-0003-1959-4646>

Теоретический лицей им. Василия Сухомлинского, мун. Единец

Rezumat. Acest articol subliniază importanța abordării STEAM în educație, oferă exemple de proiecte "Explorarea Monumentelor Istorice" și "Investigarea Rampelor în Orașul Natal" cu scopul integrării disciplinelor și dezvoltării abilităților practice ale elevilor.

Cuvinte cheie: Matematică, STEAM educație, proiect educațional, abilități practice, transdisciplinaritate.

Abstract. This article highlights the importance of STEAM approach in education, providing examples of such projects as "Exploring Historical Monuments" and "Researching Ramps in Our Native Town" to integrate academic subjects and develop students' real-life skills.

Key words: Mathematics, STEAM education, educational project, practical skills, transdisciplinary.

Введение

Для развития ключевых компетенций учащихся, предусмотренных законодательством об образовании в Республике Молдова, необходимо создавать взаимосвязи между различными предметами и дисциплинами в образовательном процессе. [1]

Современное образование все больше акцентируется на развитии практических навыков и применении школьных знаний в реальной жизни. Этот подход позволяет ученикам не только усвоить теоретический материал, но и научиться применять его на практике. Один из эффективных способов достичь этой цели - внедрение STEAM проектов в образовательный процесс.

В данной статье мы исследуем методологию и приведем примеры ученических проектов, объединяющих знания из разных предметных областей.

Методология

Для успешной реализации STEM/STEAM-проектов важно следовать определенной методологии:

1. **Выбор темы:** Проект должен быть интересен и актуален для учеников. Тема исследования отображает использование знаний из разных областей.
2. **Исследование:** Учащиеся должны провести исследование по выбранной теме, собрать необходимую информацию и данные.
3. **Интеграция знаний:** На этом этапе учащиеся должны определить, какие знания из математики, науки, искусства и других дисциплин им понадобятся для реализации проекта.

4. **Проектирование и выполнение:** Учащиеся разрабатывают план проекта и начинают его внедрение, применяя знания и навыки, полученные на предыдущих этапах.
5. **Оценка и рефлексия:** После завершения реализации проекта учащиеся анализируют его результаты, выявляют достоинства и недостатки, а также в дальнейшем применяют на практике приобретенный опыт, знания и умения.

В ходе STEAM-проектов учащиеся участвуют в реальных и важных учебных сценариях, которые включают в себя этапы проектирования, реализации, тестирования, анализа и документирования. Таким образом:

- ✓ развивается критическое и самокритичное мышление ученика;
- ✓ поощряются инновации;
- ✓ развивается способность сотрудничать и эффективно общаться с другими
- ✓ при решении проблемы и формулировании решений;
- ✓ понимание происходит посредством экспериментов;
- ✓ повышается мотивация учеников к учению [2].

Проект «Изучение Исторических Памятников в Родном Городе»

Этот проект предоставляет ученикам уникальную возможность объединить знания из различных предметных областей, таких как история, математика, искусство и информатика, для исследования исторических памятников в их родном городе. Учащиеся будут знакомиться с историей своего региона, а также развивать навыки исследования, фотографии и математических расчетов.

Технологическая карта проекта.

Класс: 10 (реальный профиль, гуманитарный профиль)

Цели:

1. Определение высоты исторических памятников, используя математические навыки.
2. Применение инструментов информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) для создания макета статьи для блога.
3. Описание исторического события или исторической личности, символизируемых памятниками.
4. Использование принципа золотого сечения в фотографиях.

Области: Математика, История, Информатика, Искусство

Партнеры: преподаватели истории, информатики

Конечные продукты:

1. Презентации результатов вычислений высоты исторических памятников.
2. Фотографии памятников, созданные с использованием принципа золотого сечения.

3. Макет статьи для школьного блога

Задачи для учащихся

1) *Написать историческую справку*

Каждая группа учащихся выбирает один из исторических памятников в своем городе и проводит исследование для составления исторической справки о личности или событии, которые символизируются данным памятником. Эта справка может включать следующие элементы:

- Биографическая информация о личности (если памятник посвящен конкретной личности).
- Описание исторического события, связанного с памятником.
- Толкование исторической значимости памятника для города или региона.

2) *Использовать золотое сечение в фотографиях*

Учащиеся изучают и применяют принцип золотого сечения в искусстве фотографии. Они фотографируют выбранный памятник, стараясь создать красочные и эстетически привлекательные снимки.

3) *Вычислить высоту памятника*

Учащиеся применяют математические способы для определения высоты выбранного памятника. Это можно сделать разными способами:

- Тригонометрический расчет, используя тригонометрию и измерения углов.
- Метод пропорций, сравнивая высоту памятника с известными расстояниями и размерами.
- Использование метода подобия треугольников.
- Использование лазерных измерений и современных технологий.

Учащиеся могут выбрать наиболее подходящий метод и обосновать свой выбор.

4) *Оформить проект в виде статьи для школьного блога.*

Продукт, полученный учащимися в ходе реализации проекта «Изучение Исторических Памятников в Родном Городе»: <http://surl.li/mflbf>

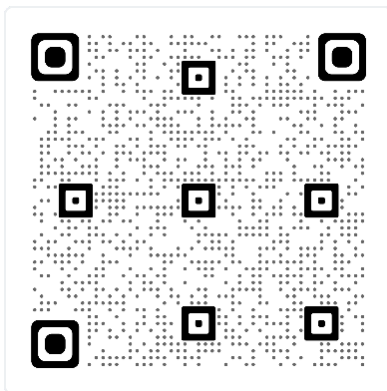


Рисунок 1. QR код доступа к продуктам учащихся

Вывод

Этот проект не только обогатит образовательный опыт учеников, но и позволит им ощутить ценность практического применения школьных знаний в реальной жизни.

Проект «Исследование Пандусов в Родном Городе»

Пандусы - это неотъемлемая часть инфраструктуры, обеспечивающей доступность и удобство для людей с ограниченными физическими возможностями. Этот проект позволяет ученикам провести полноценное исследование, объединяющее в себе элементы географии, статистики, физики, математики и инженерии.

Технологическая карта проекта.

Класс: 10 (реальный профиль, гуманитарный профиль)

Цели:

1. Изучение классификаций пандусов и соответствующие им стандарты и нормы.
2. Применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) для создания презентации.
3. Актуальность и значимость пандусов в городе.
4. Вычисление угла наклона пандусов с использованием математических и физических знаний.

Области: Математика, Физика, Информатика, География, Статистика, Инженерия.

Партнеры: преподаватели физики, информатики, географии

Консультанты: статистик, инженер

Конечные продукты:

1. Презентация результатов вычислений угла наклона пандусов.
2. Фото/видео отчет об исследованных пандусах.
3. Выводы и анализ значимости пандусов для жителей города.
4. Схема правильного пандуса

Задачи для учащихся

1) *Исследовать местоположение и назначение пандусов*

Учащиеся начинают с обзора своего города и исследования мест, где установлены пандусы. Они выясняют, где именно находятся пандусы, а также для каких конкретных целей они предназначены. Это может включать доступ к общественным зданиям, аптекам, школам, остановкам общественного транспорта и другим местам.

2) *Собрать статистические данные*

Учащиеся собирают данные о каждом обнаруженном пандусе:

- координаты местоположения пандуса.

- размеры пандуса (ширина, длина).
- продуктивность пандуса (какие типы инвалидных колясок или мобильных устройств он может принимать).

3) *Вычислить длину и угол наклона пандуса и сравнить со стандартами*

Учащиеся проводят вычисления с применением знаний из математики: подобие треугольников, теорему Пифагора, тригонометрию. Затем сравнивают полученные значения с существующими стандартами и рекомендациями для размеров пандусов, чтобы оценить их соответствие.

4) *Выводы и рекомендации*

На основе собранных данных и проведенных расчетов сформулировать выводы о том, насколько эффективно город обеспечивает доступность для людей с ограниченными физическими возможностями. Они также могут выявить области, где существует необходимость в улучшении инфраструктуры города.

5) *Создать макет правильного пандуса (на выбор учащихся)*

Учащиеся могут использовать свои знания геометрии и инженерии для создания макета правильного пандуса, который соответствует стандартам. Этот этап проекта позволяет им проявить творческий потенциал и предложить решения для улучшения доступности в своем городе.

Продукт, полученный учащимися в ходе реализации проекта «Исследование Пандусов в Родном Городе»: <http://surl.li/mfawg>

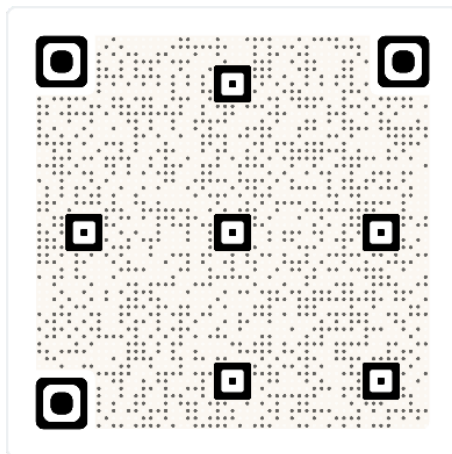


Рисунок 2. QR код доступа к продуктам учащихся

Вывод

Проект «Исследование Пандусов в Родном Городе» не только помогает ученикам лучше понять важность доступности для всех, но и развивает их исследовательские и аналитические навыки, а также способности к применению математических и инженерных знаний в реальной жизни. Этот проект способствует развитию социальной ответственности и гражданской активности учеников, что важно для развития инклюзии в сообществе.

Заключение

Проекты, объединяющие STEM/STEAM-подходы, открывают перед учениками мир практического применения школьных знаний и развивают навыки, необходимые для успешной адаптации в современном обществе. Примеры проектов демонстрируют как разные предметы могут объединяться в одном проекте, придавая обучению новую ценность и глубину. Внедрение таких проектов в образовательный процесс способствует развитию креативности и умению решать реальные задачи, что готовит учеников к успешной будущей карьере.

Библиография

1. Кодекс Республики Молдова об образовании. Кишинев, 2014.
2. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Curriculum național. Matematică. Clasele X-XII. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău, 2020. https://mecc.gov.md/sites/default/files/matematica_liceu_rus.pdf

Section II.

**Studying informatics
and information technologies
from the STEAM perspective**

Secția II.

**Studierea informaticii
și tehnologiilor informaționale
din perspectiva STEAM**

MĂSURAREA TEMPERATURII PRIN INTERMEDIUL INSTRUMENTULUI ARDUINO

Dorin AFANAS, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0001-7758-943X>

Gheorghe DADU, locotenent colonel, AMFA

Tudor TIMERCAN, maior, AMFA

Vadim BODEANCIUC, locotenent colonel, AMFA

Rezumat. Există un număr imens de proiecte Arduino [1, 2, 3, 4, 5]. Aceasta se datorează faptului că Arduino este o platformă de prototip electronic cu sursă deschisă. A luat naștere în anul 2005 în cadrul Institutului de proiectare a interacțiunilor (Interaction Design Institute) din Italia. Unul dintre principalii fondatori ai acestui proiect a fost Massimo Banzi. În prezentul articol vom prezenta circuitul fizic și codul programului pentru măsurarea temperaturii unui obiect.

Cuvinte cheie: arduino, temperatură, circuit, codul programului.

Abstract. There are a huge number of Arduino projects [1, 2, 3, 4, 5]. This is because Arduino is an open source electronic prototyping platform. It was born in 2005 within the Interaction Design Institute in Italy. One of the main founders of this project was Massimo Banzi. In this article we will present the physical circuit and program code for measuring the temperature of an object.

Keywords: arduino, temperature, circuit, program code.

I. Introducere

În cadrul acestui proiect vom realiza un circuit electric ce conține:

- fire pentru conexiune;
- trei rezistoare de 220Ω ;
- trei LED-uri roșii;
- un senzor de temperatură TMP36.

La finele acestei activități vom putea măsura temperatura unui corp.

Obiectivele acestei activități sunt:

- conștientizarea intrărilor analogice;
- formarea competenței de utilizare a monitorului serial;
- formarea competenței de utilizare a senzorului de temperatură TMP36;
- formarea competenței de a construi un circuit electric;
- conștientizarea tipurilor de prezentare ale circuitelor electrice;
- conștientizarea necesității reprezentării circuitelor electrice prin două moduri;
- realizarea unor calcule matematice simple cu fracțiile;
- conștientizarea instrucțiunilor utilizate;
- conștientizarea variabilelor utilizate;

- formarea competenței de a crea programul la calculator aferent circuitului electric construit.

II. Noțiuni preliminare

În lumea fizicii există multe procese destul de interesante. Chiar dacă Arduino este un instrument digital, totuși este posibil ca acesta să primească informații de la senzorii analogici pentru a măsura careva lucruri precum temperatura sau lumina. Pentru realizarea acestei activități, vom profita de convertorul analog-digital încorporat (ADC) al Arduino. Pini analogici A0 – A5 poate raporta o valoare între 0 și 1023, care se mapează la un interval de la 0 volți la 5 volți.

Vom utiliza un senzor de temperatură (fig. 1) care poate genera o tensiune variabilă în funcție de temperatura pe care o simte. Posedă trei pini: unul se conectează la sol, altul se conectează la sursa de energie, iar al treilea generează o tensiune variabilă către Arduino. În sketch-ul (schița) acestui proiect, vom citi ieșirea senzorului și îl vom folosi pentru a porni și a stinge LED-urile, indicând temperatura măsurată. Există diferite modele ale senzorilor de temperatură. Acest model, TMP36, este convenabil pentru noi, deoarece produce o tensiune care se schimbă direct proporțional cu temperatura în grade Celsius.



Figura 1. Senzor de temperatură

Software-ul Arduino (IDE) vine cu un instrument numit monitor serial (fig. 2) care ne permite să vizualizăm și să înregistrăm rezultatele din microcontroler. Folosind monitorul serial, putem obține informații despre starea senzorilor și vom conștientiza ce se întâmplă în circuitul nostru și în cod în timp ce rulează programul.

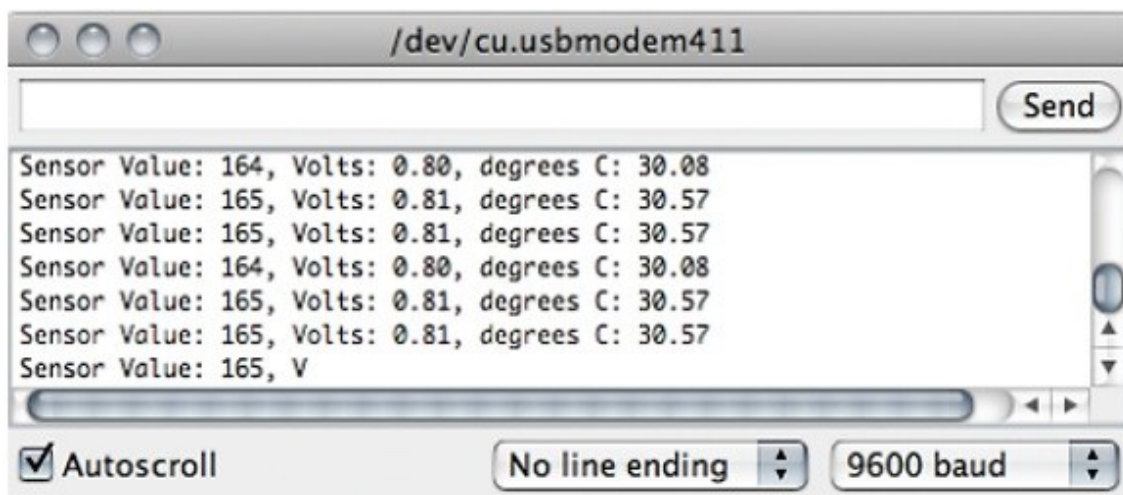


Figura 2. Monitor serial

II. Prezentarea circuitului

Circuitul este reprezentat în figurile 3 și 4.

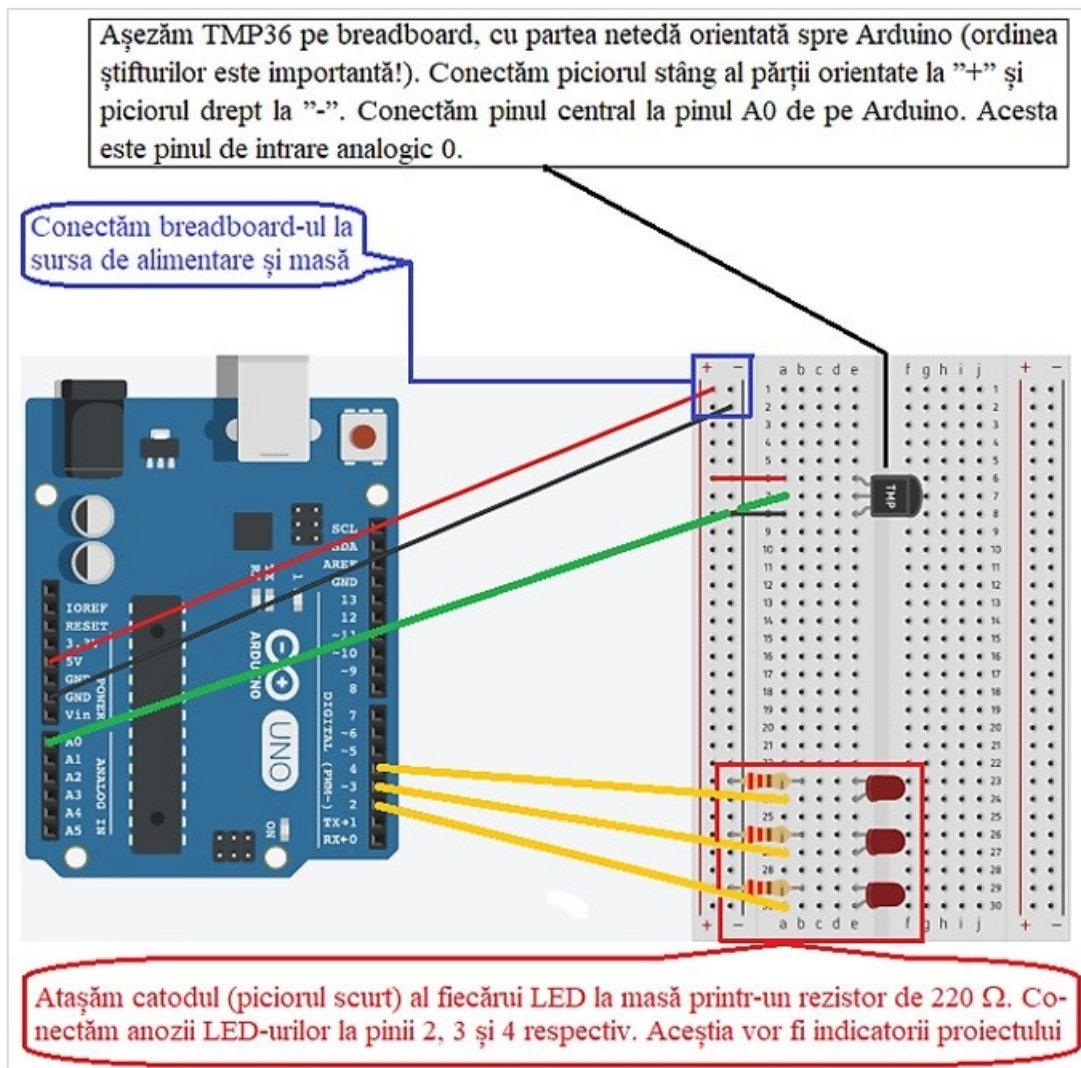


Figura 3. Ilustrația circuitului

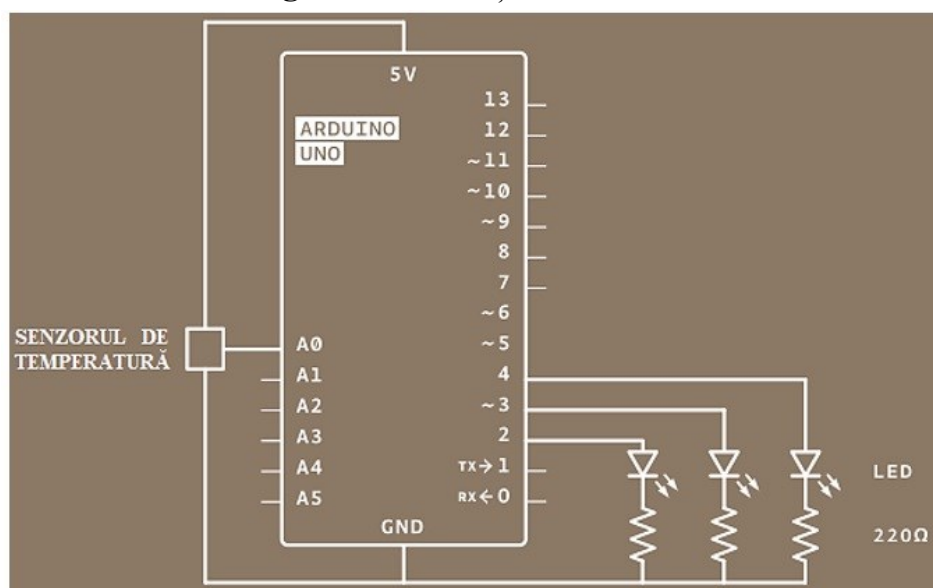


Figura 4. Prezentarea schematică a circuitului

Notă. Se recomandă de verificat temperatura ambientă din încăpere înainte de a continua. Putem verifica manual chiar acum, însă acest lucru poate fi realizat și prin calibrare. Este posibil să utilizăm un buton pentru a seta temperatura de bază sau să lăsăm Arduino să preia un eșantion înainte de a începe bucla **loop()** și să-l utilizăm ca punct de referință.

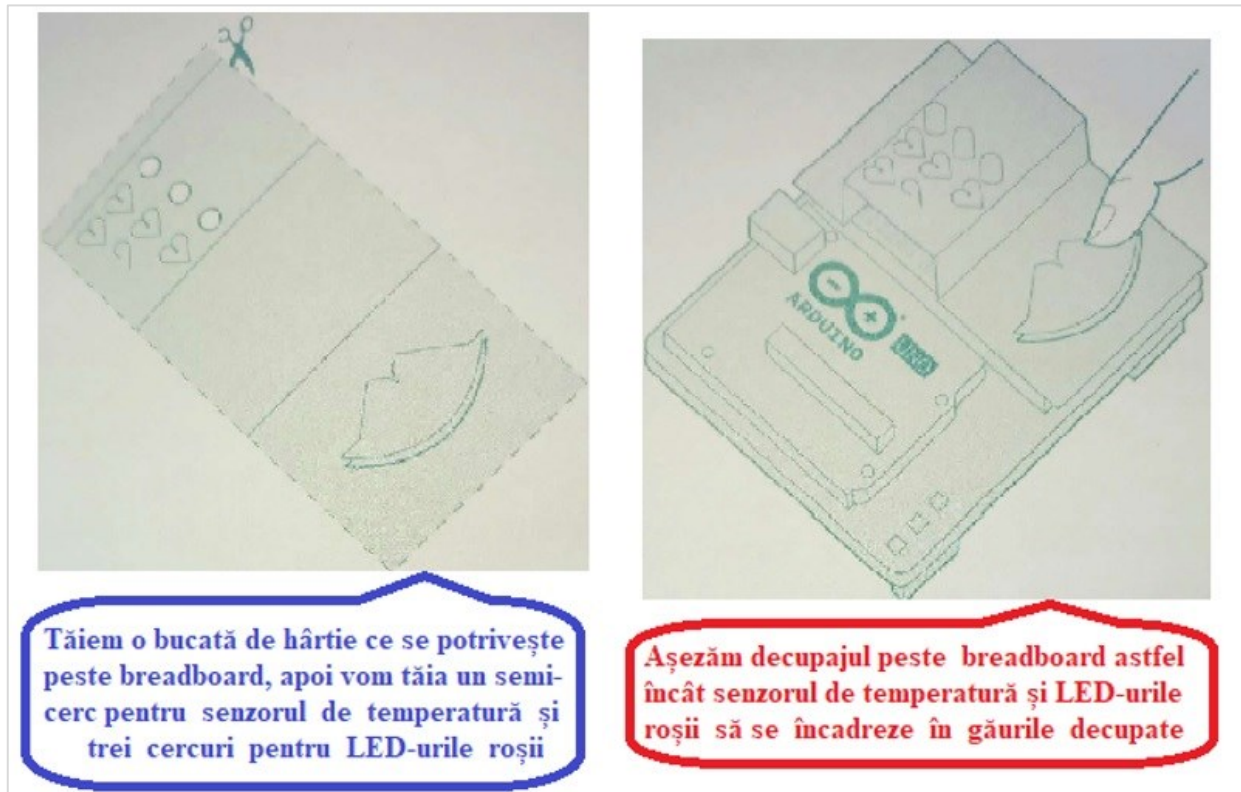


Figura 5. Decupaj de hârtie

În cadrul acestor activități se recomandă de creat o interfață pentru senzorul nostru cu scopul ca proiectul să devină cât mai atractiv (fig. 5). Pentru aceasta putem folosi un decupaj de hârtie. De asemenea, putem eticheta LED-urile pentru a le da un anumit sens. De exemplu, aprinderea unui LED înseamnă că temperatura în încăpere este joasă, aprinderea a două LED-uri înseamnă că temperatura în încăpere este normală, iar aprinderea a trei LED-uri – temperatura este prea înaltă.

III. Codul programului

Pentru scrierea codului respectăm următorul algoritm:

3.1. O pereche de constante utile. Constantele sunt similare cu variabilele prin faptul că ne permit să definim în mod unic un proces din program, dar spre deosebire de variabile nu se pot modifica. Denumim intrarea analogică pentru o referință și creăm o altă constantă pentru a menține temperatura de referință. Pentru fiecare 2 grade Celsius pe linia de bază se va aprinde un LED. Mai sus am făcut cunoștință cu datele **int** utilizate pentru a identifica ce senzor este pornit. Temperatura este stocată ca un număr flotant. Acest tip de număr

poate conține o cifră după virgulă și este utilizat pentru numere care pot fi exprimate și ca fracții. Cele două constante în programul nostru arată astfel:

```
1  const int sensorPin = A0;
2  const float baselineTemp = 20.0;
```

3.2. Inițializarea portului serial la viteza dorită. În configurație vom utiliza o comandă nouă **Serial.begin()**. Ea deschide o conexiune între Arduino și computer, astfel încât să putem vedea pe ecran valorile de la intrarea analogică.

Argumentul 9600 este viteza cu care Arduino va comunica, adică Arduino va comunica cu 9600 biți pe secundă. Vom utiliza monitorul serial al IDE Arduino pentru a vizualiza informațiile pe care le alegem să le trimitem de la microcontrolerul nostru. Când deschidem monitorul serial al IDE, verificăm dacă rata de transmisie este într-adevăr 9600.

```
3  void setup(){
4  Serial.begin(9600); // deschidem un port serial
```

3.3. Inițializarea direcțiilor pin-ului digital. Următoarea comandă este **for()** pentru a seta pinii la care am atașat LED-urile noastre. În loc să le dăm nume unice și să tastăm funcția **pinMode()** pentru fiecare pin, putem utiliza operatorul **for()** pentru a le parcurge rapid. Aceasta este util când avem la îndemână un număr mare de lucruri similare pe care dorim să le repetăm într-un program. În cazul nostru vom spune operatorului **for()** să ruleze secvențial prin pinii 2, 3 și 4. Tutorialul pentru operatorul **for()** o putem găsi pe adresa: arduino.cc/for.

```
5  for(int pinNumber = 2; pinNumber<5; pinNumber++){
6  pinMode(pinNumber, OUTPUT);
7  digitalWrite(pinNumber, LOW);
8  }
9  }
```

3.4. Citirea datelor (informației) de la senzorul de temperatură. În operatorul **loop()** vom utiliza o variabilă locală numită **sensorVal** pentru a stoca datele de la senzorul TMP36. Pentru a obține valoarea de la senzor vom apela la funcția **analogRead()** care ia un argument: pe ce pin ar trebui să ia o tensiune. Valorile cuprinse între 0 și 1023 ne reprezintă tensiunea pe pin.

```
10 void loop(){
11     int sensorVal = analogRead(sensorPin);
```

3.5. Expedierea valorilor senzorului de temperatură la computer. Funcția **Serial.print()** trimite informații de la Arduino la un computer conectat. Putem vizualiza

aceste informații pe monitorul serial. Dacă dăm funcției **Serial.print()** un argument între ghilimele, acesta va imprima textul pe care l-am introdus. Dacă îi vom da o variabilă ca argument, atunci va imprima valoarea acelei variabile.

```
12 Serial.print("Sensor Value: ");
13 Serial.print(sensorVal);
```

3.6. Convertirea datelor (citirii) senzorului în tensiune. Aplicând calcule matematice simple vom putea determina tensiunea reală pe pin. Tensiunea va avea o valoare între 0 – 5 volți și va avea o parte fracționară (de exemplu, ar putea fi de 2,5 de volți). Deci va trebui să o stocăm într-un **float**. Cu acest scop vom crea o variabilă numită tensiune pentru a menține acest număr. Împărțim **sensorVal** la 1024,0 și multiplicăm cu 5,0. Numărul obținut și va reprezenta valoarea tensiunii pe pin.

```
14 // convertim datele (citirea) ADC în tensiune
15 float voltage = (sensorVal/1024.0) * 5.0;
```

Similar ca pentru valoarea senzorului, vom imprima datele obținute pe monitorul serial.

```
16 Serial.print(" , Volts: ");
17 Serial.print(voltage);
```

3.7. Convertirea tensiunii în temperatură și expedierea valorii la computer. În fișa tehnică a senzorului există informații despre gama tensiunii de ieșire. Fișele tehnice sunt ca niște manuale pentru componente electronice. În cazul nostru fișa tehnică pentru acest senzor explică că fiecare schimbare de 10 milivolți față de senzor este echivalentă cu o modificare a temperaturii de 1 grad Celsius. De asemenea, indică faptul că senzorul poate citi și temperaturi sub 0 grade Celsius. Din acest motiv, va trebui să creăm un offset pentru valori sub 0 grade. Pentru a obține temperatura exactă în grade Celsius din tensiunea citită scădem 0,5 și înmulțim cu 100. Stocăm numărul obținut într-o variabilă cu virgulă numită temperatură.

```
18 Serial.print(" , degrees C: ");
19 // convertim tensiunea în grade Celsius
20 float temperature = (voltage - .5) * 100;
```

După ce am obținut temperatura reală, o imprimăm pe monitorul serial. Deoarece variabila de temperatură este ultimul lucru pe care îl vom imprima, vom folosi o comandă: **Serial.println()**. Această comandă va crea o nouă linie în monitorul serial după ce va trimite valoarea. Aceasta face ca informația să fie mai ușor de citit atunci când sunt tipărite.

```
21 Serial.println(temperature);
```


3.8. Oprirea LED-urilor pentru o temperatură scăzută. Cu temperatura reală putem configura o declarație `if()...else` pentru a aprinde LED-urile. Folosind temperatura de bază ca punct de plecare, vom aprinde un LED pentru fiecare 2 grade de creștere a temperaturii. Vom căuta o gamă de valori pe măsură ce ne vom deplasa pe scara temperaturii.

```
22 if(temperature < baselineTemp+2){
23   digitalWrite(2, LOW);
24   digitalWrite(3, LOW);
25   digitalWrite(4, LOW);
```

3.9. Pornirea unui LED pentru o temperatură scăzută. Operatorul `&&` înseamnă „și”, într-un sens logic. Putem verifica condiții multiple: ”dacă temperatura este cu 2 grade mai mare decât cea de bază și dacă este mai mică cu 4 grade față de cea de bază”.

```
26 }else if(temperature >= baselineTemp+2 &&
    temperature < baselineTemp+4){
27   digitalWrite(2, HIGH);
28   digitalWrite(3, LOW);
29   digitalWrite(4, LOW);
```

3.10. Pornirea unui LED pentru o temperatură medie. Dacă temperatura este între 4 și 6 grade Celsius mai mare decât cea de bază, atunci acest bloc de coduri aprinde și LED-ul pinului 3.

```
30 }else if(temperature >= baselineTemp+4 &&
    temperature < baselineTemp+6){
31   digitalWrite(2, HIGH);
32   digitalWrite(3, HIGH);
33   digitalWrite(4, LOW);
```

3.11. Pornirea unui LED pentru o temperatură ridicată. Codul este prezentat mai jos:

```
34 }else if(temperature >= baselineTemp+6){
35   digitalWrite(2, HIGH);
36   digitalWrite(3, HIGH);
37   digitalWrite(4, HIGH);
```

Convertorul analog-digital poate citi atât de repede și deci ar trebui să punem o mică întârziere chiar la finele operatorului `loop()`. Dacă vom citi din el prea des, atunci valorile vor apărea neregulate.

```
38 }  
39 delay(1);  
40 }
```

După ce codul a fost încărcat pe Arduino, facem clic pe pictograma monitorului serial. Ar trebui să apară un flux de valori, formatat astfel:

Senzor: 200, Volți: .70, grade C: 17

Vom încerca să punem degetele în jurul senzorului în timp ce acesta este conectat la panoul de verificare și observăm ce se întâmplă cu valorile din monitorul serial. Notăm care este temperatura când senzorul este lăsat în aer liber.

După realizarea acestor activități putem închide monitorul serial și schimbăm constanta de bază de timp în programul nostru la valoarea la care am observat temperatura. Încărcăm codul din nou și încercăm să ținem senzorul în degete. Pe măsură ce temperatura crește, ar trebui să vedem LED-urile pornind unul câte unul.

CONCLUZII

Intenția proiectului Arduino constă în reducerea pragului pentru studenții din cadrul AMFA să creeze lucrări interactive. Pe lângă costul redus se ia în considerație și dificultatea învățării, adică proiectul dat nu necesită mari investiții financiare și nu necesită cunoștințe profunde de programare pentru crearea diferitor lucrări în funcție de creativitatea studenților.

Pentru beneficiul și în folosul mai multor entuziaști proiectul Arduino respectă acordul de hardware open source, adică oricine are acces la desenele de proiectare ale plăcii de circuit hardware Arduino și la codul programului.

Arduino nu numai că simplifică procesul de lucru cu un microcontroler, ci oferă cadrelor didactice, studenților și pasionaților avantaje și caracteristici pe care alte sisteme pur și simplu nu le posedă.

Articol realizat de către membrii laboratorului Dispozitive electrice și electronice, Catedra Comunicații și Informatică, Academia Militară a Forțelor Armate "Alexandru cel Bun" în cadrul proiectului de stat „Metodologia implementării TIC în procesul de studiu a științelor reale în sistemul de învățământ al Republicii Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (conceptul STEAM)” cu cifrul 20.80009.0807.20.

Bibliografie

1. AFANAS, D. Programarea servomotorului și sugestii de utilizare. In: *Conference on Applied and Industrial Mathematics: CAIM 2022*, Ed. 29, 25-27 august 2022,

- Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Bons Offices, 2022, Ediția a 29 (R), pp. 44-50. ISBN 978-9975-76-401-8.
2. AFANAS, D.; GUȚULEAC, L.; BARDARI, L. Activități de laborator la fizică și informatică în concept STEAM. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale "Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (Concept STEAM)"* dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol Gremalschi, 29 – 30 octombrie 2021. Volumul II: Abordări inter/transdisciplinare în procesul de predare-învățare a fizicii și științelor tehnice (concept STEAM) & Integrarea STEAM în procesul de studiere a biologiei, chimiei și geografiei, (ISBN 978-9975-76-358-5. pp. 8 – 14 (link: https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/142004).
 3. Bureau U. S. of Naval Personnel. *Basic Machines and How They Work*. New York: Dover Publications, 1971.
 4. MACAULAY, D. *The Way Things Work*. Boston: Houghton Mifflin, 1988.
 5. KAMM, L. J. *Designing Cost-Efficient Mechanisms: Minimum Constraint Design, Designing with Commercial Components, and Topics in Design Engineering*. New York: McGraw-Hill, 1990. Also published in paperback by the Society of Automotive Engineers, Inc., 1993.

DEZVOLTAREA COMPETENȚELOR DIGITALE ALE ELEVILOR PRIN ABORDARE TRANSDISCIPLINARĂ

Diana BAGRIN, doctorand, domeniul Științe ale Educației

<https://orcid.org/0009-0009-9135-0842>

Angela GLOBALA, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-2653-0320>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Abordarea transdisciplinară se axează pe rezolvarea problemelor reale din viața de zi cu zi, axându-se pe identificarea soluțiilor, rezolvarea problemelor din lumea reală în scopul formării/ dezvoltării competențelor pentru viață. În articol sunt prezentate aspectele didactice ale realizării unui proiect transdisciplinar axat pe dezvoltarea competențelor specifice la disciplinele integrate în proiect. Autorii au analizat impactul proiectelor transdisciplinare asupra reușitei școlare a elevilor, asupra gândirii logice și algoritmice și formarea unei vaste culturi informaționale.

Cuvinte-cheie: motivație, competență, reușită școlară, bandă desenată, transdisciplinaritate, proiect.

Abstract. The transdisciplinary approach focuses on solving real problems in everyday life, focusing on identifying solutions, solving real-world problems for the purpose of training/developing life skills. The article presents the didactic aspects of the realization of a transdisciplinary project focused on the development of specific skills in the disciplines integrated in the project. The authors analyzed the impact of transdisciplinary projects on the school success of students, on logical and algorithmic thinking and the formation of a vast informational culture.

Key words: motivation, competence, school success, cartoon, transdisciplinarity, project.

Principalele coordonate ale transformărilor în școala modernă, care va pregăti și va motiva elevii să învețe într-o lume ce se află în continuă schimbare, sunt formarea personalității și dezvoltarea creativității, sensibilității și talentului, selectarea informației și aplicarea ei în scopuri utile.

În acest sens, școlii îi revine misiunea de a-i pregăti pe copiii de azi pentru profesiile viitorului, dezvoltându-le competențe, abilități și deprinderi. Aceasta presupune educație centrată pe nevoile elevului, ce reușește să creeze legătura între știință și practică, colaborare în echipă, comunicare eficientă, responsabilitate, gândire complexă și critică, participarea activă a elevului la propria formare.

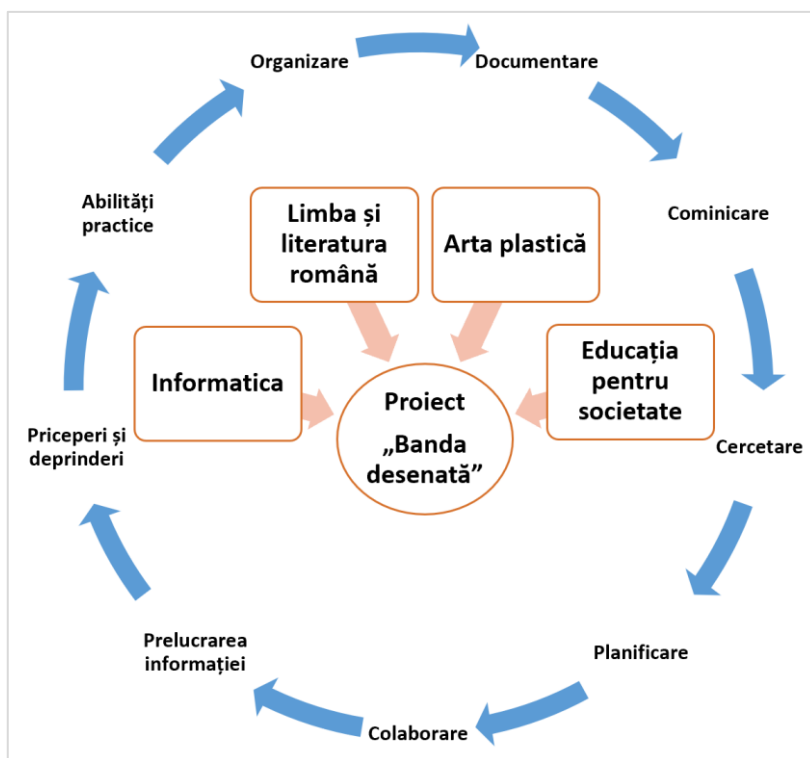
Prin intermediul disciplinelor școlare clasice este mai dificil de a forma competențe, abilități și deprinderi necesare pentru meseriile viitorului, însă această problemă poate fi soluționată printr-o abordare integrată a curriculumului școlar, care permite stabilirea relațiilor dintre disciplinele școlare distincte contribuind la formarea unui concept integral despre o noțiune sau alta.

Abordarea integrată a curriculumului școlar, imediat ne conduce spre conceptul de inter sau transdisciplinaritate. Este bine cunoscut că sub aspect pedagogic abordarea

transdisciplinară implică integrarea mai multor discipline de învățământ, aplicând anumite criterii de selecție, într-o disciplină nouă sau într-un domeniu nou de cunoaștere. Sub aspect tehnologic, integrarea conceptului de transdisciplinaritate direcționează învățarea spre realitate, favorizând o viziune globală asupra acesteia și asigurând transferul cunoștințelor în situații educative cât mai diverse.

În contextul abordării transdisciplinare, Tehnologiile Informaționale și Comunaționale (TIC) favorizează dezvoltarea competențelor transversale prin proiecte transdisciplinare și proiectarea transdisciplinară a unor tematici specifice.

Făcând o mică incursiune istorică, putem spune că termenul de transdisciplinaritate a apărut acum trei decenii la trei cercetători: Jean Piaget, Edgar Morin și Eric Jantsch și, exprimă necesitatea depășirii limitelor disciplinelor”. Basarab Nicolescu, academician român, a dezvoltat ideea respectivă creând o nouă teorie care, abia acum se implementează masiv în practica pedagogică. Această idee este axată pe stabilirea legăturilor concrete sau conceptuale „fapte, oameni, culturi, religii, discipline, tot ceea ce unește, ceea ce traversează diverse zone ale domeniului cunoașterii și ceea ce este dincolo de toate domeniile cunoașterii.” În arie educațională, transdisciplinaritatea reflectă o inteligență redimensionată, mai largă, care include: inteligența analitică, inteligența emotivă și cea a corpului. De asemenea, savanții menționați susțin că transdisciplinaritatea este „... gradul cel mai elevat de integrare a curriculumului, mergând până la fuziune.” Această fuziune între discipline conduce la dezvoltarea unor proiecte integrate sau la conceperea unor programe de cercetare.



Datorită complexității sale, transdisciplinaritatea a fost ridicată la rangul de „noua viziune asupra lumii”, care permite înțelegerea și poate soluționa multiple provocări ale lumii contemporane. Așa dar, transdisciplinaritatea se axează pe problemele reale din viața de zi cu zi, axându-se pe identificarea soluțiilor, rezolvarea problemelor din lumea reală în scopul formării/ dezvoltării competențelor pentru viață. Astfel, acest concept indică plasarea în centrul experiențelor de învățare a instruitului cu necesitățile și nevoile sale, contribuind la dezvoltarea acestuia și la responsabilizarea față de propria formare [1,2].

La nivelul învățământului secundar, ciclul gimnazial, pe lângă componentele curriculare opționale și contextele neformale și informale de învățare, un rol important în formarea și dezvoltarea competențelor digitale fundamentale revine disciplinei școlare Informatică, care va asigura dezvoltarea gândirii logice și algoritmice și formarea unei vaste culturi informaționale. Anume la acest nivel de învățământ se preconizează formarea sistemică atât a deprinderilor practice și a abilităților de utilizare a mijloacelor oferite de tehnologia informației și a comunicațiilor pentru acumularea, păstrarea, prelucrarea și diseminarea informației, cât și a competențelor de algoritmizare [3].

Dacă ne axăm concret pe Curriculumul pentru învățământul gimnazial, la decizia școlii (clasele V), obiectul de studiu al Informaticii ca știință este prelucrarea automată a informației cu ajutorul calculatoarelor electronice. În acest context, autoarea a realizat un proiect transdisciplinar „Banda desenată”, care integrează disciplinele Informatica, Limba și literatura română, Arta plastică și Educația pentru societate (figura 1). Scopul proiectului a fost de a forma și dezvolta competențele specifice disciplinelor vizate prin elaborarea unui desen animat. Pentru realizarea proiectului au fost implicați elevii clasei a V-a. Conținuturile curriculare care au fost studiate de elevi în cadrul proiectului sunt reflectate în tabelul 1.

Tabelul 1. Conținuturile curriculare care au fost studiate de elevi în cadrul proiectului

Disciplina de studiu	Conținuturi curriculare
Limba română	Textul narativ literar. Lectura textelor. Timp și spațiu și acțiune în text. Personajele textului. Semnificațiile textului. Textul multimodal. Delimitări teoretice. Tipuri de texte. Banda desenată. Din istoria benzilor desenate Etape de realizare. Proiectare.
Informatica	Formate de fișiere. Formate de fișiere. Denumiri de fișiere. Operații asupra fișierelor. Crearea. Selectarea. Ștergerea. Căutarea. Copierea. Mutarea. Redenumirea. Sortarea. Recuperarea. Aplicații de prezentări electronice. Prezentări electronice. Inserarea și editarea casetelor de text. Inserarea și editarea imaginilor. Utilizarea efectelor de animație. Inserarea fișierelor de tip audio și video. Derularea prezentărilor. Internetul. Serviciul de poștă electronică.

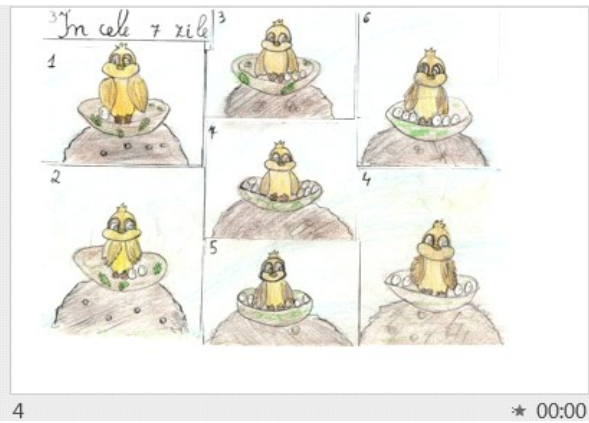
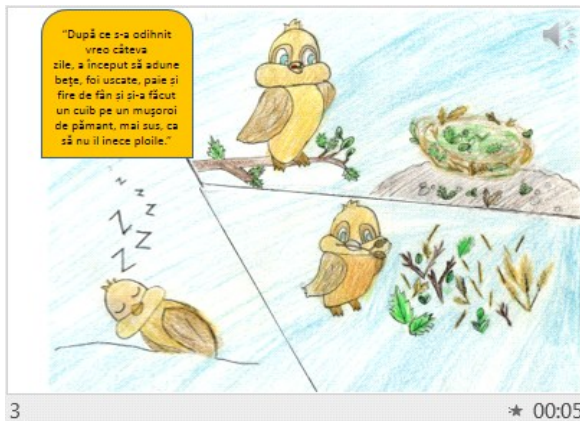
Arta plastică	<p>Imaginea vizual-plastică în mediul înconjurător.</p> <p>Varietatea imaginilor vizual-plactice: creații plastice ale copiilor și artiștilor; design grafic; materiale publicitare; imagini digitale, foto, video etc.</p> <p>Comunicarea prin imagine.</p> <p>Modalități de transformare a formelor reale în imagini vizual-plactice: structuri naturale (animale, vegetale, minerale); fenomene ale naturii.</p> <p>Modalități de reprezentare a lumii vegetale, lumii animale în imagini vizual-plactice.</p> <p>Mesajul imaginii vizual-plactice: emoții, sentimente, idei.</p>
Educația pentru societate	<p>Relațiile în cadrul echipei – învățarea bazată pe proiect.</p> <p>Opinia fiecăruia contează.</p>

„O *bandă desenată* reprezintă un mijloc de comunicare pe cale grafică, alcătuit cu ajutorul imaginilor și, adeseori, a cuvintelor, în scopul de a ilustra un fir narativ”. În cadrul disciplinei de limbă și literatură română, utilizarea unei benzi desenate are drept scop formarea deprinderilor de a citi un text nonliterar.

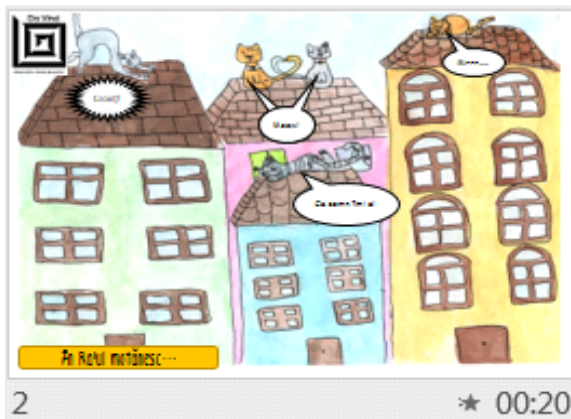
Realizând proiectul, elevii au realizat următoarele produse: desene pentru banda desenată; desene de fundal; prezentarea electronică; desenul animat; raportul integrat al proiectului în format letric și online.

Elaborarea desenului animat (produs vizual și auditiv) a inclus realizarea activităților după cum urmează: scanarea desenelor; secvențierea cadrelor și decuparea elementelor prin aplicarea editorului grafic; exportarea cadrelor și a elementelor în format .png (cu păstrarea fundalului transparent); căutarea în rețeaua Internet a fișierelor audio corespunzătoare temei; organizarea fișierelor în dosare; importarea cadrelor secvențiate și a elementelor decupate în documentul PowerPoint; ajustarea dimensiunilor elementelor la mărimile diapozitivelor; inserarea bulelor pentru text și editarea textului; anexarea efectelor de animație pentru bule și cadrele secvențiate; anexarea tranzițiilor pentru diapozitive; sincronizarea sunetelor cu imaginile; salvarea prezentării în formate de tip .ppt, .ppsx, .mp4; rularea prezentărilor și a desenului animat (figura 2).

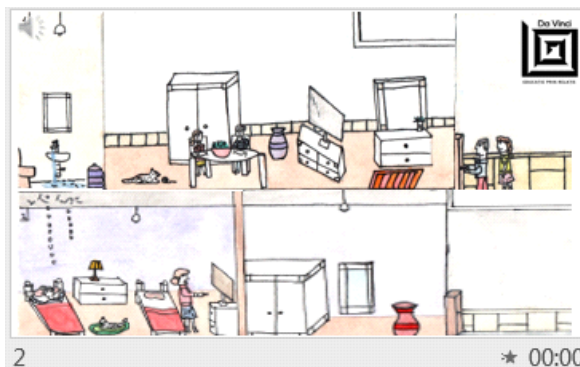
Este important de subliniat că un element important în cadrul realizării proiectelor cu copiii este oferirea consultațiilor pe diverse probleme. Consultațiile oferite de autor au fost axate pe explicarea modalităților de căutare a informației (text, imagine, video) în rețeaua Internet; modul de realizare a formei finale a materialelor create; convertirea fișierelor în formate ușor de vizualizat (PowerPoint Show, MPEG-4, Windows Media Video) etc. Se va evidenția faptul că, includerea informațiilor din mai multe surse și folosirea mai multor tehnici de cercetare conferă proiectului mai multă semnificație [4].



a) în baza textului „Puiul” de I. Al. Bratescu-Voinești



b) în baza textului „Balada celor cinci motănași” de Ion Druță



c) în baza textului „Floarea Iubirii” de Claudia Partole

Figura 2. Desene animate realizate în cadrul proiectului „Banda desenată”

În cadrul prezentării publice a proiectului au fost evaluate capacitățile de redare verbală a corectitudinii terminologiei aplicate, calitatea conținutului, organizarea informației, aspectul estetic al lucrării, designului, sincronizarea efectelor de animație, tranzițiilor, sunetelor și a muzicii de fundal cu elementele prezentării. Au fost examinate inovația, execuția tehnică, efecte care au produs impact major asupra publicului.

Un factor important în desfășurarea unui proiect transdisciplinar este diseminarea informației, adică diseminarea produselor realizate. Acest lucru motivează elevii, îi fac mai încrezători și mai implicați.

Concluzii

1. Abordarea transdisciplinară a conținuturilor contribuie direct la sporirea performanțelor elevilor deoarece aceștea: sunt puși în situația de a gândi independent, de ași pune întrebări, de a face legături între noțiunile studiate la fiecare disciplină în parte; sunt impuși să ia decizii și să-și asume roluri; interacționează cu adulți experți, profesori, specialiști; reușesc să transforme achizițiile teoretice în modele funcționale etc. [5].
2. Recomandăm ca proiectele mai complexe, care necesită mai mult timp, să fie organizate pe etape.
3. Pentru a răspunde cerințelor legate de abordarea transdisciplinară a curriculumului, ar fi bine ca școala să sensibilizeze și să atragă în parteneriate persoane sau instituții din comunitate, care dețin competențe sau resurse și care pot contribui la realizarea educației de calitate (părinți, membri ai comunității, autoritățile locale, agenți economici, instituții guvernamentale etc.).

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, cifra 20.80009.0807.20, cu suportul financiar oferit de Agenția Națională pentru Dezvoltare și Cercetare

Bibliografie

1. CIRCA-CHIRILĂ, C.; POTOCEAN, O. Epoci și curente culturale europene. O educație transdisciplinară într-o școală altfel. Arad: „Școala Vremii”, 2012. 115 p.
2. ARDELEAN, D.-M.; POP, V.-L. Strategii didactice în perspectivă transdisciplinară. Dezvoltarea personală a cadrelor didactice din mediul rural prin activități de mentorat, 2011. https://issuu.com/profabiol/docs/modul_1_strategii_trans_final.
3. CHIRIAC, L.; GLOBALA, A. ș. a. Implementarea conceptului de inter/transdisciplinaritate în învățământul preuniversitar. Capitoale în studiul monografic: L. Chiriac ș.a. *Evaluarea procesului de studiere a științelor reale și ale naturii din perspectiva inter/transdisciplinarității. Concept STEAM*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2020. 252 p. ISBN 978-9975-117-50-0.
4. GLOBALA, A.; BAGRIN, D. Mărirea dimensiunii aplicative a conținuturilor educaționale – catalizator al motivației pentru învățare. În: *Acta et Commentationes, Științe ale Educației*. 2023, Nr.2(32), pp.115-125. ISSN 1857-0623.
5. TÎRSÎNĂ, D.; BAGRIN, D. Dezvoltarea competențelor comunicative și digitale prin abordare transdisciplinară. În: *Conferința "Preocupări contemporane ale științelor socio-umane"*, Ediția a X-a, Chișinău, Republica Moldova, 5-6 decembrie 2019. p. 575-582.

ROLUL COMPETENȚEI DIGITALE ÎN REALIZAREA PROIECTELOR STEAM

Alexandru BIBIC, doctorand, profesor de fizică și discipline TIC

<https://orcid.org/0009-0002-4234-3469>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

I.P. Colegiul de Medicină, Cahul

Rezumat. Competența digitală este un factor esențial pentru implementarea eficientă și inovatoare a proiectelor STEAM în educație. Competența digitală sprijină accesul la informații și resurse relevante, crearea și partajarea de produse digitale de calitate, colaborarea și comunicarea în cadrul comunităților de practică STEAM. Competența digitală contribuie, de asemenea, la dezvoltarea competențelor STEM/STEAM ale elevilor și profesorilor, precum și a altor competențe-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții. Prin integrarea competenței digitale în proiectele STEAM, elevii și profesorii pot beneficia de oportunități de învățare mai variate, interactive și inovatoare.

Cuvinte cheie: competență digitală, proiect STEAM, integrare, tehnologii digitale, impact.

Abstract. Digital competence is an essential factor for the efficient and innovative implementation of STEAM projects in education. Digital competence supports access to relevant information and resources, creation and sharing of quality digital products, collaboration, and communication within STEAM Communities of Practice. Digital competence also contributes to the development of students' and teachers' STEM/STEAM competences and other key competences for lifelong learning. By integrating digital competence into STEAM projects, students and teachers can benefit from more varied, interactive, and innovative learning opportunities.

Keywords: digital competence, STEAM project, integration, digital technologies, impact.

Un proiect STEAM este o activitate de învățare care integrează domeniile științei, tehnologiei, ingineriei, artei și matematicii într-o abordare interdisciplinară, bazată pe rezolvarea problemelor, gândirea critică și creativitate [1]. Un proiect STEAM își propune să dezvolte competențele cheie ale secolului XXI ale elevilor și să le stimuleze interesul pentru domeniile STEAM.

Competența cheie este un termen folosit pentru a descrie un set de competențe transversale și multifuncționale de care au nevoie toți cetățenii pentru a se dezvolta personal, profesional și social. Competența cheie include cunoștințe, abilități și atitudini care pot fi aplicate în diferite contexte de învățare, muncă și viață. Competența digitală este una dintre cele opt competențe-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții, definite de Uniunea Europeană [2].

Competența digitală este capacitatea de a utiliza tehnologiile digitale pentru a accesa, gestiona, crea și partaja informații. Aceasta are un impact semnificativ în cadrul proiectelor STEAM, care integrează științele, tehnologia, ingineria, arta și matematica în procesul de învățare.

Unul dintre impactele competenței digitale este că facilitează accesul la resurse educaționale variate, care pot sprijini dezvoltarea competențelor STEAM ale elevilor și profesorilor. De exemplu, există platforme web, aplicații și instrumente digitale care oferă materiale didactice, simulări, jocuri, experimente, provocări și proiecte STEAM.

O modalitate de integrare a tehnologiilor digitale în educația STEM/STEAM este folosirea platformei web Google Classroom, care permite profesorilor să creeze și să gestioneze cursuri online, să distribuie materiale didactice, să comunice cu elevii și să evalueze progresul lor [3]. Google Classroom poate fi utilizat și pentru a organiza activități de colaborare între elevi, în cadrul cărora aceștia pot lucra împreună pe proiecte comune, pot oferi feedback și pot învăța unii de la ceilalți [4] (fig. 1) [5].

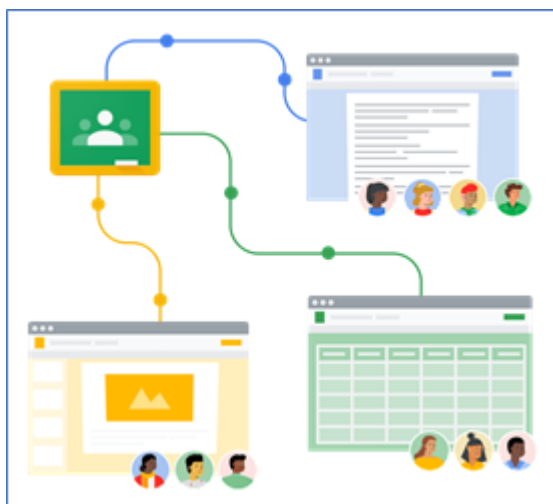


Figura 1. Google Classroom

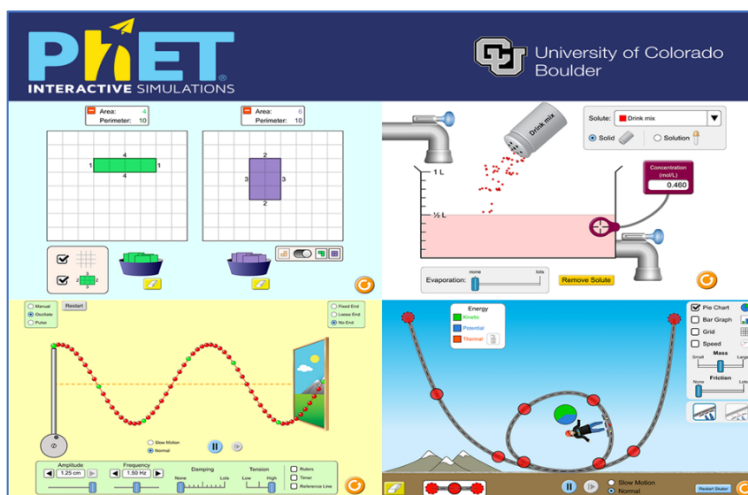


Figura 2. Simularea interactivității cu PhET

De exemplu, profesorii pot propune elevilor să realizeze experimente științifice, să proiecteze obiecte sau circuite 3D, să creeze animații sau jocuri interactive, folosind aplicații web precum PhET Interactive Simulations (fig.2) [6], Tinkercad sau Scratch (fig.3) [7], și să le împărtășească rezultatele în Google Classroom. Astfel, elevii pot dezvolta abilități de știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică într-un mod interactiv și creativ.

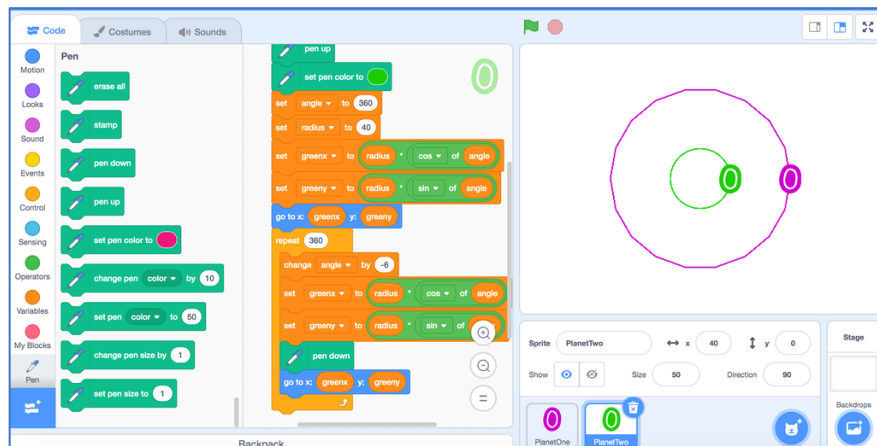


Figura 3. Modelarea mișcării planetelor cu MIT Scratch 3.0

Un alt impact al competenței digitale este că permite crearea și partajarea de produse digitale care reflectă rezultatele proiectelor STEAM. De exemplu, elevii pot folosi instrumente digitale pentru a realiza prezentări, postere, videoclipuri, podcasturi, bloguri sau portofolii care demonstrează cunoștințele și abilitățile lor STEAM. Aceste produse digitale pot fi distribuite cu alți elevi, profesori sau părți interesate din comunitatea educațională.

Un al treilea impact al competenței digitale este că favorizează colaborarea și comunicarea în cadrul proiectelor STEAM. De exemplu, elevii și profesorii pot folosi instrumente digitale pentru a comunica și a lucra împreună la proiecte STEAM, atât în cadrul școlii, cât și la distanță. De asemenea, ei pot participa la comunități online care promovează schimbul de experiențe, idei și bune practici în domeniul educației STEAM. Un exemplu de astfel de comunitate este cea creată în cadrul proiectului STEAMonEdu [8], care își propune să crească adoptarea și impactul educației STE(A)M.

Tehnologiile digitale se pot integra în educația STEM/STEAM prin diferite modalități, în funcție de scopul, conținutul și contextul învățării. Unele dintre modalitățile posibile sunt:

- Folosirea tehnologiilor digitale ca resurse de învățare, care oferă informații, materiale didactice, simulări, jocuri, experimente, provocări și proiecte STEM/STEAM. De exemplu, puteți consulta Educația STEAM - ce este și cum se aplică [9], care prezintă o serie de resurse digitale.
- Folosirea tehnologiilor digitale ca instrumente de creare, care permit elevilor să realizeze produse digitale care reflectă rezultatele învățării și să le prezinte în moduri variate și atractive. De exemplu, puteți folosi Microsoft Office, Google Suite, Adobe Creative Cloud, Canva, WordPress sau Wix pentru a realiza prezentări, postere, videoclipuri, podcasturi, bloguri sau portofolii.
- Folosirea tehnologiilor digitale ca instrumente de comunicare și colaborare, care facilitează interacțiunea și cooperarea între elevi, profesori și alte părți interesate din

comunitatea educațională. De exemplu, puteți folosi Microsoft Teams, Google Classroom, Zoom, Skype sau Padlet pentru a comunica și a lucra împreună la proiecte STEM/STEAM.

- Folosirea tehnologiilor digitale ca instrumente de evaluare și feedback, care permit monitorizarea progresului și performanței elevilor și profesorilor în cadrul proiectelor STEM/STEAM. De exemplu, puteți folosi instrumente digitale cum ar fi Kahoot!, Quizizz, Socrative sau Google Forms pentru a crea teste interactive, sondaje sau chestionare.
- Folosirea tehnologiilor digitale ca instrumente de reflecție și autoevaluare, care permit elevilor și profesorilor să își analizeze punctele forte și slabe și să își stabilească obiective de învățare. De exemplu, puteți folosi Seesaw, Flipgrid sau ePortfolio pentru a crea portofolii digitale care evidențiază realizările și dificultățile.

Acestea sunt câteva exemple de modalități de integrare a tehnologiilor digitale în educația STEM/STEAM. Există multe alte posibilități creative și inovatoare de a folosi tehnologiile digitale pentru a sprijini procesul de învățare și dezvoltare a competențelor STEM/STEAM.

În educația STEM/STEAM, tehnologiile digitale au mai multe avantaje [10 – 12], cum ar fi:

- Sporirea accesului la resurse educaționale variate și de calitate, care pot oferi materiale didactice, simulări, jocuri, experimente, provocări și proiecte STEM/STEAM.
- Stimularea motivației, interesului și implicării elevilor în procesul de învățare, prin utilizarea unor metode interactive, creative și colaborative. Se poate folosi platforme web, aplicații și instrumente digitale care oferă feedback imediat, recunoaștere și recompense pentru performanța elevilor.
- Dezvoltarea competențelor secolului 21, cum ar fi gândirea critică, rezolvarea problemelor, comunicarea, colaborarea, creativitatea și inovația. De exemplu, participarea la proiecte STEM/STEAM care implică utilizarea tehnologiilor digitale pentru a cerceta, crea și prezenta soluții la probleme reale.
- Permite aplicarea învățării în situații din viața reală și conectarea cu domenii diverse și relevante pentru societatea și economia bazate pe cunoaștere. Se poate explora domenii cum ar fi robotica, programarea, inteligența artificială sau realitatea virtuală.

Concluzii și recomandări

Competența digitală este are un rol important în dezvoltarea proiectelor STEAM, oferind elevilor oportunități de învățare variate, interactive și inovatoare. Ea sprijină dezvoltarea priceperilor și deprinderilor elevilor de planificare, proiectare și prototipizare a produselor STEAM.

Utilizarea tehnologiilor digitale în cadrul proiectelor STEAM poate oferi elevilor acces la resurse educaționale de calitate, adaptate nevoilor și intereselor lor.

Recomandăm formarea continuă a profesorilor în domeniul competenței digitale și al metodologiilor STEAM, precum și de integrare a tehnologiilor digitale în curricula școlară.

Menționăm că sunt importante și trebuie încurajate colaborarea și schimbul de bune practici între profesori, elevi, părinți și mediul de afaceri, inclusiv folosind tehnologiile digitale ca mijloc de comunicare și de diseminare a rezultatelor proiectelor STEAM.

Bibliografie

1. <https://www.stirilekanald.ro/ce-este-educatia-steam-tot-ce-trebuie-sa-stim-despre-aceasta-metoda-20262149>;
2. CERNEI, A. TIC în implementarea proiectelor STEM/STEAM la disciplina matematica (curriculum ed. 2019). https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p-132-139.pdf
3. <https://revistaprofesorului.ro/despre-educatia-steam-delimitari-conceptuale-si-exemple/>
4. <https://www.didactic.ro/revista-cadrelor-didactice/incluziunea-elevilor-prin-utilizarea-tehnologiilor-digitale-si-desfasurarea-activitatilor-didactice-in-format-blended-learning>
5. <https://www.bsl-lausanne.ch/blog/google-classroom-a-non-technical-presentation/>
6. <https://educators.brainpop.com/2016/06/24/phet-interactive-simulations/>
7. <https://www.kodeklik.com/planet-animation-with-mit-scratch-3-0/>
8. <https://eos.ro/portofoliu/steamonedu-dezvoltarea-competentelor-steam-ale-educatorilor-prin-intermediul-instrumentelor-si-a-comunitatilor-online/>
9. <https://plei.ro/blog/educatia-steam/>
10. BRAICOV, A.; CORLAT, S.; GLOBALA, A. ICT in enhanced learning: how to use ICT, Capitol în Monograph / Eds.: Danguole Rutkauskiene, Oleksandr Suk, Daina Gudoniene. Kharkiv: Planeta print, 2017. 309 p. ISBN: 9786177229734, p. 151–192.
11. BRAICOV, A.; CORLAT, S. Instruirea colaborativă STEM: mediu de aplicare a echipamentelor digitale inteligente. Capitol în monografia E-Teaching: Studii de caz. Editori: Olga Zubikova, Andrei Braicov, Daniela Pojar. Chișinău, 2018 (Tipogr. "MS Logo"). 116 p, ISBN 978-9975-63-438-0. pp. 39 – 49.
12. BRAICOV, A.; VEVERIȚA, T. Organizarea activităților STEAM în cadrul laboratorului „European Schoolnet Future Classroom”. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (concept STEAM)”*, 29–30 octombrie 2021. Chișinău: UST. pp.181 – 189. ISBN 978-9975-76-356-1.

**DIN EXPERIENȚA CERCETĂRII CONCEPTULUI
DE „AMPRENTĂ DIGITALĂ” ȘI IMPACTUL ACESTUIA
ASUPRA SECURITĂȚII INFORMAȚIILOR**

Violeta BOGDANOVA, doctor, lector universitar

<https://orcid.org/0000-0003-4140-6317>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Tetiana FILATOVA, lector superior universitar

<https://orcid.org/0000-0001-9373-4756>

Universitatea Națională „Politehnica Odessa”, Odessa, Ucraina

Rezumat. În articol se discută despre conceptul de amprentă digitală și necesitatea studierii amprentei digitale la nivel organizatoric, la nivel de stat. Este prezentat un chestionar elaborat pe tema „Amprenta digitală”. Este analizat gradul de conștientizare a elevilor în domeniul creării și gestionării amprentei lor digitale. Este fundamentată necesitatea dezvoltării competențelor și abilităților în ceea ce privește crearea și gestionarea unei amprente digitale pentru a asigura starea de securitate în mediul informațional.

Cuvinte cheie: amprenta digitală, securitatea informației, tehnologia informației, competențe informaționale.

Abstract. The article considers the concept of a digital footprint. The awareness of students in this area is analyzed. The didactic aspects of the formation of skills and abilities in terms of the formation and management of the digital footprint to ensure the state of security in the information environment are presented.

Keywords: digital footprint, information security, information technology, information skills.

Introducere

O mare oportunitate pentru analiza vulnerabilităților informaționale este amprenta digitală. O amprentă digitală este o serie nestructurată de date pe care un utilizator o lasă în rețeaua globală de informații: o achiziție cu un card de credit, o interogare de căutare, mișcare cu un smartphone, aprecieri pe rețelele sociale. Analiza amprentei digitale a unui utilizator ne permite să modelăm caracteristicile sale comportamentale și să folosim aceste date în diverse scopuri: oferirea de bunuri într-un magazin online, influență informațională și psihologică și multe altele.

Ampretele digitale pot fi active sau pasive. Utilizatorul însuși lasă o urmă digitală activă: pagini pe rețelele sociale, completarea formularelor pe site-uri web, activitate pe site-uri web. O amprentă digitală pasivă este colectată de site-uri web: adresa IP, informații despre sistemul de operare, browser și extensii, fus orar etc.

Companiile revizuiesc din ce în ce mai mult profilul digital al unui candidat pentru a reduce riscul unor viitoare riscuri reputaționale și financiare pentru organizație.

Atacatorii studiază amprenta digitală a unei persoane în activitățile lor ilegale. Agențiile guvernamentale sunt, de asemenea, interesate de extinderea datelor despre cetățeni [2].

Metode și materiale aplicate

În cadrul lucrării de proiect în studiul disciplinei „Securitatea informației”, împreună cu studenții, a fost elaborat un chestionar privind fenomenul „amprentă digitală”:

- 1) *Vă rugăm să indicați sexul dvs.*
- 2) *Vă rugăm să indicați vârsta dvs.*
- 3) *Vă rugăm să indicați nivelul dvs. de educație.*
- 4) *Dacă sunteți student, indicați anul de studii.*
- 5) *Folosești rețele publice wi-fi (de exemplu, într-o cafenea)?*
- 6) *Parola dumneavoastră pentru rețelele sociale conține: a) doar numere; b) numai litere; c) cifre și litere; d) litere mari și mici, cifre, simboluri diverse.*
- 7) *Folosiți un VPN? („Virtual Private Network” înseamnă „rețea privată virtuală”. Acesta este un serviciu care vă permite să rămâneți privat pe Internet și pe rețea. Un VPN stabilește o conexiune sigură, criptată între computerul dvs. și Internet, oferind un tunel privat pentru date și comunicații atunci când se utilizează rețele publice).*
- 8) *A fost piratat vreodată contul tău de rețea socială, de e-mail sau de mesagerie?*
- 9) *Utilizați conturi ale altor servicii pentru a vă autoriza (de exemplu, conectați-vă la Instagram prin Facebook)?*
- 10) *Schimbați des parolele pentru conturile de rețele sociale?*
- 11) *Ce informații postezi despre tine pe Internet? a) informații detaliate: nume complet, număr de telefon, vârstă, fotografii; b) numai datele necesare înregistrării; c) Nu postez nicio informație despre mine.*
- 12) *Sstudiați profilul unei persoane pe rețelele de socializare înainte de a merge pentru prima dată la o întâlnire reală?*
- 13) *Vi se cere să vă înregistrați pe un site terță parte. Ca informații personale, vi se cere să furnizați o adresă de e-mail sau să vă înregistrați folosind un cont de rețea socială. Ce metodă vei alege?*
 - a) *Voi alege un e-mail: este convenabil și nu este nevoie să introduc date suplimentare*
 - b) *Mă voi conecta printr-o rețea de socializare, astfel încât totul să fie legat de acesta*
 - c) *Îmi voi crea un cont nou.*
- 14) *E-mail, rețele sociale, mesagerie instant, aplicație bancară, magazine online. Fiecare necesită un login și o parolă. Ce faci de obicei?: a) Am o singură parolă*

pentru toate conturile; b) memorizez toate parolele sau le notez într-un carnetel; c) Îmi trimit login-ul și parola prin messenger, astfel încât să le pot găsi rapid mai târziu.

15) Vă înregistrați pe o rețea socială nouă. Profilul tău va fi privat sau public?:

- a) bineînțeles deschis, nu am nimic de ascuns;
- b) o voi face privată: nu vreau ca străinii să știe cum trăiesc.

16) Vizitezi canalul tău de știri preferat în fiecare zi. Ce date crezi că „colectează” site-ul despre tine?

- a) nu colectează niciunul;
- b) adună ceva, dar nu pot spune ce anume;
- c) colectează numai date de locație (dacă este activată geolocalizarea);
- d) colectează datele pe care eu însumi le indic.

Rezultate obținute

La sondaj au participat 101 studenți din trei niveluri de învățământ: învățământ neprofesional, învățământ secundar profesional și învățământ superior.

Majoritatea respondenților folosesc adesea rețele publice Wi-Fi, ceea ce crește riscul scurgerii de date. 20,8% dintre respondenți folosesc rar rețelele publice, 20,8% uneori, 19,8% întotdeauna. Și doar 9,9% dintre respondenți nu folosesc niciodată rețele publice Wi-Fi. Aceasta înseamnă că traficul lor este protejat și, prin urmare, greu de urmărit de către un atacator care se conectează la același punct de acces și folosește un software special care le permite să analizeze traficul (Figura 1).

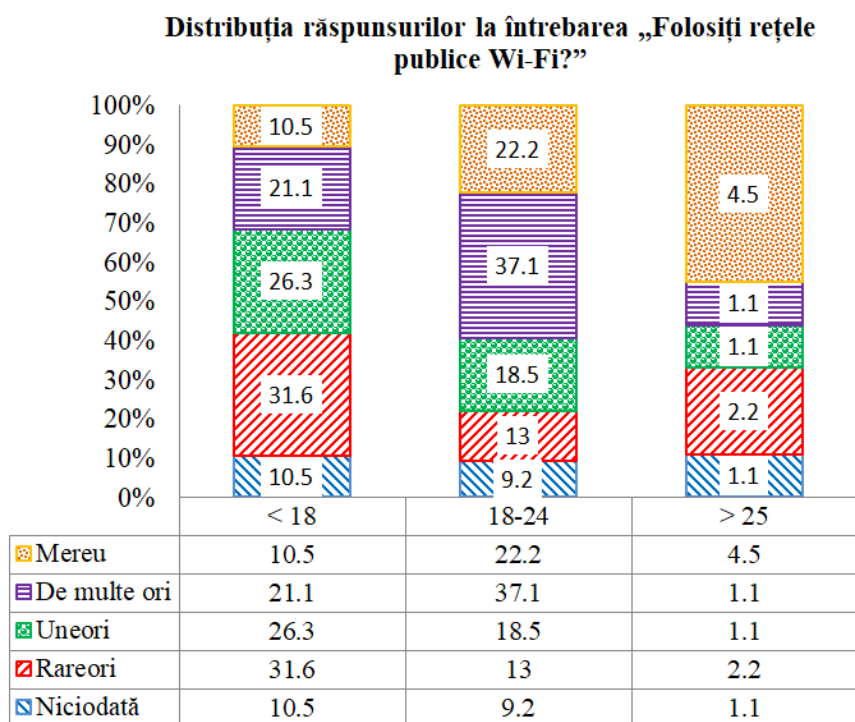


Figura 1. Frecvența utilizării Wi-Fi în locuri publice, %

La întrebarea „Ți-a fost piratat vreodată contul de socializare, de e-mail sau de mesagerie instant?” majoritatea respondenților au răspuns afirmativ și ei. 7,9% dintre respondenți nu știu dacă rețeaua lor socială a fost piratată. Aproape jumătate dintre respondenți (48,5%) susțin că contul lor de socializare a fost piratat. Partea rămasă (43,6%) dintre studenți își monitorizează securitatea conturilor în spațiul cibernetic și îi împiedică să fie piratați (Figura 2).

Distribuția răspunsurilor la întrebarea „Contul dvs. de pe rețelele sociale, e-mail sau mesagerie instant a fost piratat vreodată?”

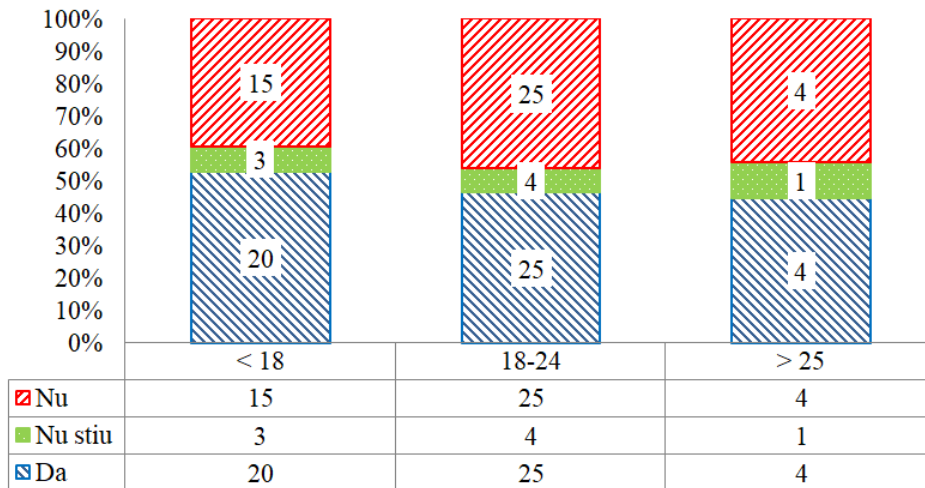


Figura 2. Frecvența piratarii rețelelor sociale, pers.

La întrebarea „Va fi cu acces deschis noul profil la crearea unui cont nou”, 57% dintre respondenți au răspuns afirmativ, 43% îl vor face privat. Și această tendință se observă la toate categoriile de vârstă ale respondenților (Figura 3).

Analiza răspunsurilor la întrebarea „Te înregistrezi pe o nouă rețea socială. Profilul tău va fi privat sau public?”

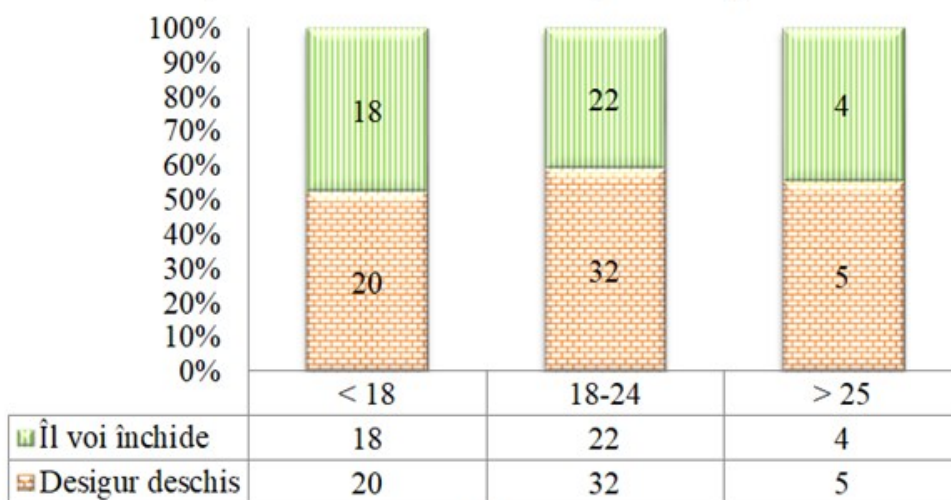


Figura 3. Tip de profil creat pe o nouă rețea socială, pers.

După cum se poate observa din sondajul studenților, mulți iau destul de ușor formarea amprentei lor digitale. Putem oferi mai multe recomandări pentru protejarea datelor cu caracter personal și gestionarea reputației online.

Concluzii

În prezent, amprenta digitală acționează de fapt ca o amprentă a vieții și a personalității, pe baza căreia este posibil să se creeze un portret al utilizatorului: să determine nivelul de dezvoltare intelectuală și starea mentală, să identifice interese și nevoi de bază, să-și dezvăluie statutul social și perspectiva. O amprentă digitală poate avea un impact negativ asupra finanțelor și reputației unei persoane. Este necesar să se studieze în cadrul disciplinelor ciclului informațional modalitățile de formare și control a amprentei digitale. Cunoașterea principiilor formării și managementului amprentei digitale permite reducerea riscurilor financiare și de reputație atât pentru persoane fizice, cât și pentru organizații.

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. Information technology – Security techniques – Guidelines for identification, collection, acquisition and preservation of digital evidence. <https://www.iso.org/standard/44381.html>
2. ГОРАШ, И.; БОГДАНОВА, В.; ДАРИЕНКО, М. Цифровая тень и цифровой след как угроза информационной безопасности. In: *The use of modern educational and informational technologies for the training of professional competences of the students in higher education institutions*. Balti, 2019, pp. 247-251. ISBN 978-9975-3369-3-2.
3. ШЕСТАКОВА, А.А. Цифровая личность: границы и барьеры коммуникативных практик в сетевом взаимодействии. In: *Материалы VIII международной социологической Грушинской конференции «Социолог 2.0: трансформация профессии»*. М, 2018. p. 422–425.
4. CHIRIAC, L.; BOGDANOVA, V. From the experience of studying the digital footprint from the position of information security. In: *CAIM 2023. Proceedings of the 30th Conference on Applied and Industrial Mathematics*, September 14-17, 2023. Iași: UAIC, 2023. p. 22-26. ISBN 978-9975-76-401-8.

UN MODEL DE ACTIVITATE EDUCAȚIONALĂ STEM IMPLEMENTATĂ PRIN METODA INSTRUIRII ÎN BAZĂ DE PROBLEMĂ

Andrei BRAICOV, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0001-6416-2357>

Sergiu CORLAT, lector univ.

<https://orcid.org/0000-0002-5471-2957>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău,

Universitatea de Stat din Moldova

Rezumat. În articol este prezentat un model de activitate educațională STEM, implementă prin metoda Instruirii în bază de problemă, care vizează disciplinele informatica, matematica, fizica și chimia. Activitatea STEM este descrisă structural și etapizat: formularea enunțului împreună cu datele inițiale și cerința de bază; analiza enunțului din punct de vedere chimic, cinematic, matematic și informatic; etapele de rezolvare; exemple de soluție; implementarea și validarea soluției. S-a constatat că simbioza informatică, matematică, fizica și chimie stimulează dezvoltarea la elevi a competențelor specifice de rezolvare a problemelor practice complexe, integratoare, dar și a competențelor de soluționare a astfel de probleme.

Cuvinte-cheie: STEM, Instruirea în bază de problemă, informatica, matematica, fizica, chimie.

Abstract. The article presents a model of STEM educational activity implemented through the Problem-Based Learning method, targeting the disciplines of computer science, mathematics, physics, and chemistry. The STEM activity is described structurally and in stages: formulating the problem statement along with initial data and the basic requirement; analyzing the statement from a chemical, cinematic, mathematical, and computational perspective; the steps of solution; examples of solutions; implementation and validation of the solution. It has been observed that the symbiosis of computer science, mathematics, physics, and chemistry stimulates the development of students' specific skills for solving complex practical, integrative problems, as well as the skills for resolving such problems.

Keywords: STEM, Problem-Based Learning, computer science, mathematics, physics, chemistry.

Preliminarii

Abordarea interdisciplinară în educație pornește de la ideea că fiecare disciplină sau curs constituie un domeniu deschis, prin care se pot stabili legături cu alte discipline. Conceptele STEM și STEAM sunt forme ale acestei abordări, care stimulează gândirea de ansamblu asupra vieții și universului, asimilarea temeinică a valorilor fundamentale, identificarea și explicitarea scopurilor, obiectivelor de autodezvoltare. Instruirea în bază pe probleme (IBP) este o metodă de predare activă, centrată pe elevi, în care procesul de soluționare a unor probleme din lumea reală stimulează elevii să descopere și să învețe concepte și relații noi, să-și dezvolte abilități de dobândire a cunoștințelor, de gândire critică, de comunicare, de aplicare a cunoștințelor pentru soluționarea problemelor practice [1]. Ideea IPB a fost dezvoltată și valorificată preponderent pentru învățământul superior.

Cercetările realizate de autori pe parcursul ultimilor trei ani (de exemplu, [2 – 4]), focusate pe dezvoltarea de modele de implementare a metodei IPB în scopul catalizării activităților STEAM, generează concluzii pozitive cu privire la eficiența metodei IPB în implementarea cu succes a interdisciplinarității.

Model de activitate educațională STEM implementă prin metoda IBP

Disciplinele vizate: informatica, matematica, fizica, chimia.

Aplicații reale: detonator chimic, setarea timpului de declanșare a unui eveniment /acțiuni.

1. Formularea enunțului:

Un detonator chimic reprezintă un recipient cu perete de separare cu straturi multiple, fabricat din N plăci de grosime diferită, în care sunt introduse două tipuri de lichide agresive A și B . Pentru fiecare placă i ($i = 1, \dots, N$) care este parte a peretelui de separare este cunoscut timpul de dizolvare de către substanța A , notat prin a_i și substanța B , notat prin b_i . Dizolvarea plăcilor are loc consecutiv, placă după placă, cu viteză constantă după grosimea stratului. Se cere proiectarea unui perete de separare, cu timp maximal de rezistență la acțiunea substanțelor agresive.

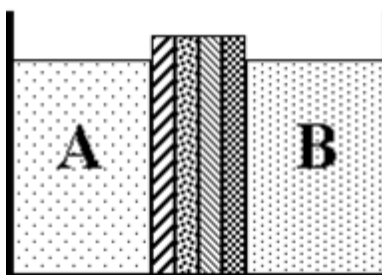


Figura 1. Modelul detonatorului chimic

Date inițiale: Numărul total de plăci în peretele de separare nu va depăși 256. Așadar, se știe că $1 \leq N \leq 256$. Pentru fiecare din cele N plăci sunt cunoscute două valori – timpul de rezistență la acțiunea substanței A (notat prin $a[i]$) și timpul de rezistență la acțiunea substanței B (notat prin $b[i]$).

Cerință: Să se determine timpul maximal de rezistență a peretelui de separare la acțiunea substanțelor agresive.

2. Rezolvarea:

Timpul maximal de rezistență este determinat de ordinea amplasării plăcilor în peretele de separare. Raționamente logice simple ne conduc către concluzia că plăcile se ordonează de la lichidul A către B în măsura descreșterii raportului de rezistență față de acțiunea lichidelor agresive.

Prin urmare, este necesară calcularea raporturilor $c[i] = a[i]/b[i]$ și ordonarea ulterioară a obiectelor în măsura descreșterii acestui raport.

La această etapă este necesară descrierea matematică a procesului de ordonare și definițiile noțiunilor de *șir ordonat*, *sortare*, *moduri de ordonare*.

Un alt element important este definirea structurilor de date adecvate obținerii soluției corecte. Datorită multitudinii de caracteristici necesare se va folosi tipul *struct* (echivalent cu tipul *record*) cu componente reale a, b, c , reprezentând timpii de rezistență și raportul acestora și componenta întreagă id , reprezentând numărul inițial al plăcii curente.

De asemenea este utilă descrierea și analiza complexității algoritmului de sortare utilizat. Datorită restricțiilor mici, poate fi acceptat și un algoritm lent, tip *bubblesort* sau *sortarea prin selecție*.

Astfel, prima etapă de lucru în proiectarea soluției este:

1. Calcularea coeficienților $c[i]$:

$c[i] = a[i]/b[i]$ pentru i de la **1** la **N**.

2. Ordonarea obiectelor (plăcilor) în măsura descreșterii valorii coeficientului $c[i]$:

Pentru j de la **1** la **N - 1** repetă:

Pentru i de la **1** la **N - 1** repetă:

Dacă $(c[i] > c[i+1])$, atunci interschimbă

plăcile de pe pozițiile i și $i+1$

La următoarea etapă se impune calcularea timpului până la distrugerea integrală a plăcilor (componenta interdisciplinară - fizica)

După stabilirea consecutivității așezării plăcilor este ușor să determinăm timpul de rezistență al peretelui. În proces de „distrugere” sunt numai plăcile extreme ale peretelui de separare. Se observă că placa adiacentă lichidului A va fi distrusă doar de A. în timp ce placa adiacentă lichidului B va fi consumată doar de lichidul B. Fie extreme plăcile cu indicii st (din partea lichidului A) și dr (din partea lichidului B). Prima va fi distrusă placa, pentru care e realizat $\min(a_{st}, b_{dr})$. În acest moment se recalculează parametrii pentru placa consumată parțial:

Dacă $placa[st].a < placa[dr].b$, atunci se recalculează timpii de rezistență a plăcii consumate parțial din dreapta

$$z = placa[dr].b - placa[st].a$$

$$placa[dr].a = placa[dr].a * z / placa[dr].b$$

$$placa[dr].b = z$$

În caz contrar:

Dacă $placa[st].a > placa[dr].b$ atunci se recalculează timpii de rezistență a plăcii consumate parțial din stânga

$$z = placa[st].a - placa[dr].b$$

$$placa[st].b = placa[st].b * z / placa[st].a$$

$$placa[st].a = z$$

Eliminarea se repetă până ce rămâne o singură placă, care începe să fie distrusă în comun. Pentru a calcula timpul ei de „rezistență” se vor calcula vitezele de distrugere separate, apoi viteza totală.

Reformulăm problema în termeni de fizică (cinematica)

Două automobile cu viteze constante se mișcă unul în întâmpinarea celuilalt pe un traseu liniar de lungime necunoscută. Se știe că primul automobil parcurge traseul în timpul t_1 , al doilea – în timpul t_2 .

Să se determine timpul până la întâlnirea automobilelor.

Notăm automobilele A și B . Vitezele lor pe un traseu de lungime necunoscută d sunt:

$$v_a = d/t_1, v_b = d/t_2.$$

Timpul până la întâlnire poate fi determinat ca timpul de parcurgere a aceluiași traseu d de către un automobil care are viteza: $v_a + v_b$.

Timpul de rezistență:

$$t = d/(v_a + v_b) \text{ sau}$$

$$t = d/(d/t_1 + d/t_2) = (d * t_1 * t_2) / (d * (t_1 + t_2)) = (t_1 * t_2) / (t_1 + t_2) - \text{valori cunoscute la momentul inițierii acestei etape.}$$

Timpul total de rezistență se va calcula ca suma timpilor până la distrugerea tuturor plăcilor.

Un caz particular apare când ultimele două plăci sunt distruse în același timp.

3. Exemplul de rezolvare manuală:

Fie 4 plăci ale căror rezistențele către lichidul A sunt respectiv 1, 1, 0.5, 7 (unități de timp), iar rezistențele către lichidul B sunt respectiv 2, 2, 1.5, 3.5 (unități de timp).

Timp de rezistență	1	2	3	4
A	1	1	0.5	7
B	2	2	1.5	3.5
Rb / Ra	2	2	3	0.5

Ordinea optimală a plăcilor (de la stânga spre dreapta): 4, 1, 2, 3.

Modelarea distrugerii plăcilor:

$\text{Min}(7, 1.5) = 1.5$. Se distruge placa 3. Recalcularea parametrilor, placa 4:

$$T_a = t_a - 1.5 = 7 - 1.5 = 5.5$$

$$Tb = 3.5 * 5.5 / 7 = 2.75$$

Min(5.5, 2) = 2. Se distruge placa 2. Recalcularea parametrilor, placa 4:

$$Ta = ta - 1.5 = 5.5 - 2 = 3.5$$

$$Tb = 2.75 * 3.5 / 5.5 = 1.75$$

Min(3.5, 2) = 2. Se distruge placa 1. Recalcularea parametrilor, placa 4:

$$Ta = ta - 1.5 = 3.5 - 2 = 1.5$$

$$Tb = 2.75 * 1.5 / 3.5 = 1.1785$$

Avem o singură placă. Calculăm timpul de distrugere conform formulei deduse anterior:

$$T = 1.5 * 1.1785 / (1.5 + 1.1785)$$

Timpul total până la intrarea în contact a lichidelor agresive: 6.000.

4. Implementarea soluției (programarea algoritmului – componenta de informatică)

Type

```
t=record
  a,b,c:real;
  d: integer;
end;

var
  p: array[1..256] of t;
  tmp:t;
  sort:boolean;
  i,n,st,dr:integer;
  t1,timp:real;

BEGIN
  {citirea datelor}
  assign(input,'placi/1_12.tst'); reset(input);
  assign(output,'placi3/placi-12.out');rewrite(output);
  readln(n);
  for i:=1 to n do begin
    readln(p[i].a,p[i].b);
    p[i].c:=p[i].a / p[i].b;
  end;
```



```

{sortarea dupa descresterea rezistentei fata de A}
repeat
  sort:=true;
  for i:=1 to n-1 do
    if p[i].c<p[i+1].c then begin
      tmp:=p[i];
      p[i]:=p[i+1];
      p[i+1]:=tmp;
      sort:=false;
    end;
  until sort;
{distrugerea placilor}
st:=1; dr:=n; timp:=0;
while st<dr do
  if p[st].a>p[dr].b then
    begin
      timp:=timp+p[dr].b;
      t1:=p[st].a-p[dr].b;
      p[st].b:=p[st].b*t1/p[st].a;
      p[st].a:=t1;
      dr:=dr-1;
    end
  else if p[st].a<p[dr].b then
    begin
      timp:=timp+p[st].a;
      t1:=p[dr].b-p[st].a;
      p[dr].a:=p[dr].a*t1/p[dr].b;
      p[dr].b:=t1;
      st:=st+1;
    end
  else if p[st].a=p[dr].b then
    begin
      timp:=timp+p[st].a;
      dr:=dr-1;
      st:=st+1;
    end;
{ultima placa}
  if st=dr then timp:=timp +
(p[st].a*p[st].b)/(p[st].a+p[st].b);

```

```
write(timp:0:6);  
close(input);  
close(output);  
END.
```

Concluzii

Identificarea și realizarea prevederilor majore ale unui demers interdisciplinar permit:

- ✓ Abordarea obiectivă în determinarea capacității temelor de studiu;
- ✓ Concentrarea atenției asupra aspectelor modulare ale disciplinelor, deosebit de importante în descoperirea principalelor idei, concepte, teorii, teze etc.
- ✓ Organizarea stadială a cercetărilor privind stabilirea relațiilor interdisciplinare, complicând continuu sarcinile cognitive, lărgind astfel, aria de acțiune a inițiativei creatoare și a activității independente a elevului;
- ✓ Prin tratarea interdisciplinară are loc cultivarea interesului pentru cunoaștere a elevilor;
- ✓ Studierea celor mai importante noțiuni cu ajutorul mai multor discipline.

Menționăm principalele argumentele care susțin necesitatea abordării unui învățământ interdisciplinar:

- ✓ Accentul este pus pe formarea de competențe, atitudini transversale și transferabile la elevi;
- ✓ Ajutorul dat elevului în formarea unei imagini unitare a realității, dezvoltându-i o gândire integratoare;
- ✓ Interacțiune în examinarea unei teme, unei probleme, dar mai ales în dezvoltarea de competențe integrate / transferabile;
- ✓ O percepere unitară și coerentă a fenomenului studiat;
- ✓ Transferarea competențelor efectiv în contexte de viață cotidiană;
- ✓ Accentul cade pe cel ce învață, nu pe disciplină, punând pe prim plan tipurile de achiziții integrate, interdisciplinare pe care acesta le va dobândi prin învățare.

Simbioză informatică, matematică, fizica și chimie stimulează dezvoltarea la elevi a competențelor specifice de rezolvare a problemelor practice complexe, integratoare, dar și a competențelor de soluționare a astfel de probleme.

Cele mai bune rezultate ale implementării metodei IBP în învățământul general se referă la disciplinele Fizică, Chimie, Biologie, Informatică, Geografie și Matematică. În particular, s-a stabilit că cele mai potrivite cursuri din domeniul Informaticii și Tehnologiei Informației și a Comunicațiilor, pentru care aplicarea metodei IBP are un randament mare sunt Programarea algoritmilor, Programarea Web, Grafica asistată de calculator și Robotica.

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. BRAICOV, A.; VEVERIȚA, T. *Metode de instruire activă la Informatică*. Chișinău: UST, 2022. 209 p. ISBN 978-9975-76-378-3.
2. BRAICOV, A.; CORLAT, S. Instruirea colaborativă STEM: mediu de aplicare a echipamentelor digitale inteligente. Capitol în monografia: *E-Teaching: Studii de caz*. Editori: O. Zubikova, A. Braicov, D. Pojar. Chișinău: Tipogr. "MS Logo", 2018. 116 p. ISBN 978-9975-63-438-0, pp. 39 – 49.
3. BRAICOV, A.; CORLAT, S. Capitolele 3 – 6 (p. 30 – 90) în lucrarea *Robotica, mecatronica și drone educaționale. Ghid metodic pentru studenți și profesori*. Coordonator: L. Chiriac. MEC. Chișinău: Tipografia Centrală, 2022. 199 p. ISBN 978-5-88554-078-0.
4. BRAICOV, A.; VEVERIȚA, T. Organizarea activităților STEAM în cadrul laboratorului „European Schoolnet Future Classroom”. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (concept STEAM)”*, 29–30 octombrie 2021. Chișinău, UST. pp.181 – 189. ISBN 978-9975-76-356-1.
5. Curriculum Național. Disciplinele Informatică, Matematică, Fizică, Chimie. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Chișinău, 2020, <https://mecc.gov.md/ro/content/invatamint-general>.
6. ACHIRI, I.; BRAICOV, A.; ȘPUNTECO, O. *Matematică. Manual pentru clasa a 7-a*. Chișinău: Prut International, 2023. 184 p. ISBN 978-9975-54-734-5.
7. ACHIRI, I.; BRAICOV, A.; ȘPUNTECO, O. *Matematică. Manual pentru clasa a 8-a*. Chișinău: Prut International, 2023. 176 p. ISBN 978-9975-54-729-1.
8. BOTGROS, I.; BOCANCEA, V.; DONICI, V. et all. *Fizică. Manual pentru clasa a 7-a*. Chișinău: Cartier, 2020. 144 p.
9. DRAGALINA, G.; VELIȘCO, N.; KUDRIȚCAIA, S.; PASECINIC, B. *Chimie. Manual pentru clasa a 8-a*. Chișinău: Arc, (Combinatul Poligrafic) 2020. 148 p.

РАЗРАБОТКА Spring CRUD REST API ПРИЛОЖЕНИЙ С ВЫПОЛНЕНИЕМ ПРОВЕРКИ ОПЕРАЦИЙ CRUD ЧЕРЕЗ POSTMAN

Olga CERBU, dr. conf. universitar

<https://orcid.org/0000-0002-6278-7115>

Vitali CARAIVANOV

Государственный Университет Молдовы, Факультет Информатики

Резюме. В этой статье будет разработано простое приложение Spring Boot, которое предоставляет CRUD (Create, Read, Update, Delete) операции через REST API. Также будет показано, как проверить эти операции с использованием инструмента Postman.

Ключевые слова: Spring, Spring Boot, Spring Initializr, Spring Data JPA, CRUD, REST API, Postman, Postman Collections, GET, PUT, POST, UPDATE, DELETE, Controller, Entity, Repository.

Abstract. In this section, we will develop a simple Spring Boot application that provides CRUD (Create, Read, Update, Delete) operations through a REST API. We will also demonstrate how to verify these operations using the Postman tool.

Keywords: Spring, Spring Boot, Spring Initializr, Spring Data JPA, CRUD, REST API, Postman, Postman Collections, GET, PUT, POST, UPDATE, DELETE, Controller, Entity, Repository.

1. Создание проекта Spring Boot

Spring Boot — это проект в экосистеме Spring Framework, который предоставляет инструменты для создания легких, самодостаточных и быстрых приложений на языке Java. Spring Boot упрощает конфигурацию, включает встроенные серверы приложений, предоставляет автоконфигурацию, упрощает управление зависимостями, обеспечивает модульность, включает встроенные инструменты разработки и поддерживает микросервисную архитектуру. Этот фреймворк популярен среди разработчиков и облегчает создание качественных приложений с минимальными усилиями.

Необходимо создать новый проект Spring Boot при помощи Spring Initializr. Для этого необходимо перейти на ссылку <https://start.spring.io> и сконфигурировать проект согласно нуждам.

Здесь можно выбрать версию Java, Spring Boot, указать различные метаданные, такие, как имя проекта, его описание, имя пакета, в котором будет располагаться проект, и т.д., систему сборки проекта.

Для данной статьи была выбрана Java 17-ой версии, а Spring Boot версии 3.1.5. Следующим шагом будет выбор зависимостей для проекта, которые необходимы для полноценной функциональности приложения.

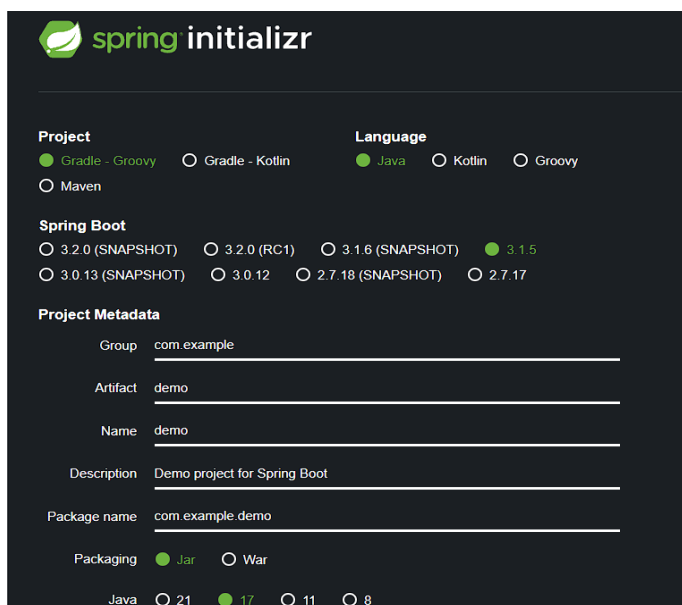


Рисунок 1. Окно конфигурации проекта Spring Initializr

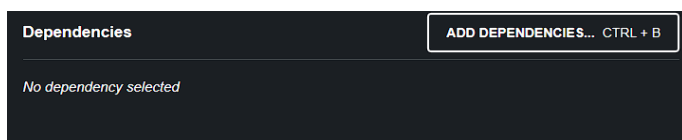


Рисунок 2. Окно выбора зависимости проекта через Spring Initializr

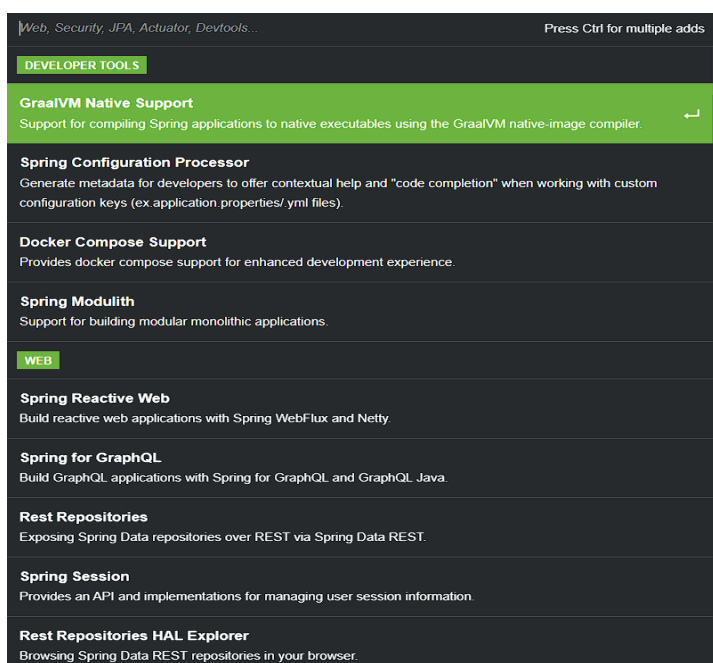


Рисунок 3. Доступные зависимости для проекта, создаваемого при помощи Spring Initializr

Изначально, список выбранных зависимостей пуст. Для добавления новой зависимости необходимо нажать на кнопку «ADD DEPENDENCIES», либо нажать комбинацию клавиш CTRL + B.

После нажатия на кнопку для добавления зависимостей будет представлена когорта зависимостей, как на **рисунке 3**.

Здесь также представлен поиск зависимостей по ключевым словам.

Конкретно в этом примере задействованы следующие зависимости:

- **Spring Data JPA** – сохранение данных в SQL-хранилищах с использованием Java Persistence API с помощью Spring Data и Hibernate.
- **H2 Database** – предоставляет быструю встроенную базу данных, поддерживающую JDBC API и доступ через R2DBC, с небольшим размером (2 МБ). Поддерживает встроенный и серверный режимы, а также приложение с консолью на основе браузера.
- **Spring WEB** -создание веб-приложений, включая RESTful, с использованием Spring MVC. В качестве встроенного контейнера по умолчанию используется Apache Tomcat.
- **Spring Boot DevTools** –

обеспечивает быструю перезагрузку приложения, LiveReload и настройки для улучшенного опыта разработки.

- **Lombok** – библиотека аннотаций для языка Java, которая помогает уменьшить избыточный код.

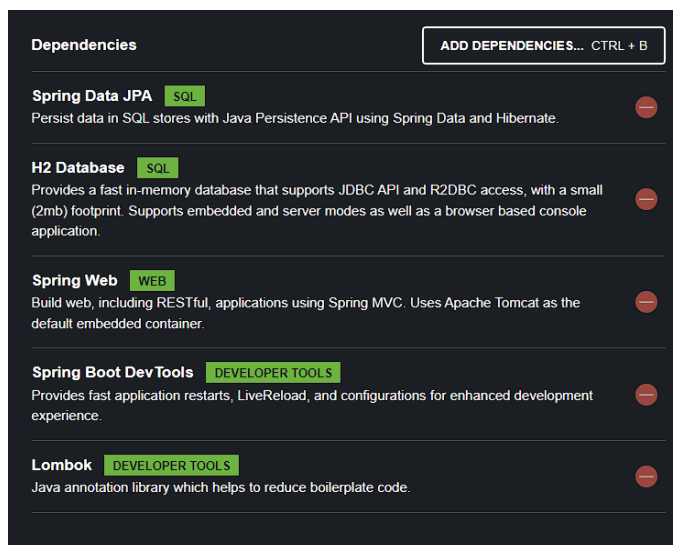


Рисунок 4. Выбранные зависимости для примера Spring CRUD REST API приложения

Список выбранных зависимостей представлен на **рисунке 4**.

После выбора зависимостей, необходимо нажать на кнопку «GENERATE», и сконфигурированный проект будет загружен на локальный компьютер. Его необходимо открыть через среду разработки для дальнейшей работы.

2. Создание простого приложения с использованием CRUD операций

Открыв сгенерированный проект через среду разработки IntelliJ IDEA, необходимо перейти в файл свойств *application.properties*, где необходимо указать конфигурацию для базы данных H2 (которая задействована в рамках примера, в реальных же проектах, это может быть любая другая база данных). Конфигурация из примера представлена в **листинге 1**.

```
# Листинг 1. application.properties, конфигурация
spring.datasource.url=jdbc:h2:mem:testdb
spring.datasource.driverClassName=org.h2.Driver
spring.datasource.username=sa
spring.datasource.password=password
spring.h2.console.enabled=true
spring.h2.console.path=/h2-console
```

```
package com.example.spring_crud.repository;

import com.example.spring_crud.entity.Task;
import org.springframework.data.jpa.repository.JpaRepository;
// Листинг 2. Объявление интерфейса TaskRepository
public interface TaskRepository extends JpaRepository<Task, Long> {
}
```

Далее будут следовать листинги с кодом приложения, и его разъяснением.

В интерфейсе *TaskRepository* определены методы для выполнения стандартных операций базы данных (например, создание, чтение, обновление и удаление записей) для сущности Task. Он расширяет интерфейс JpaRepository, предоставляемый Spring Data JPA, и использует два параметра типа:

Task: это класс сущности, для которой создается репозиторий. Репозиторий будет использоваться для доступа к данным этой сущности в базе данных.

Long: это тип данных для идентификатора сущности. В данном случае, ожидается, что идентификатор сущности Task будет числовым (Long).

Этот интерфейс не содержит явной реализации методов, так как Spring Data JPA автоматически генерирует реализацию на основе соглашений и именованных запросов, используя концепцию репозитория. Это позволяет легко выполнять операции CRUD (Create, Read, Update, Delete) сущности Task в базе данных без необходимости написания SQL-запросов вручную.

```
// Листинг 3. Объявление класса – сущности Task
package com.example.spring_crud.entity;

import lombok4.persistence.Entity;
import lombok4.persistence.GeneratedValue;
import lombok4.persistence.GenerationType;
import lombok4.persistence.Id;
import lombok.Data;
import lombok.NoArgsConstructor;

@Entity
@Data
@NoArgsConstructor
public class Task {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
    private Long id;
    private String title;
    private String description;
}
```

Этот код описывает класс сущности Task, который будет использоваться в Spring приложении.

@Entity -эта аннотация обозначает, что класс Task является сущностью, которая будет отображена в базе данных.

@Data – это аннотация Lombok, которая автоматически создает геттеры, сеттеры, методы equals(), hashCode(), и toString(), что уменьшает объем шаблонного кода.

@NoArgsConstructor – эта аннотация Lombok создает конструктор без аргументов для класса Task, что полезно при работе с JPA и Spring.

@Id – эта аннотация обозначает поле id как идентификатор сущности.

@GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY) – эта аннотация указывает, что значение поля id будет автоматически генерироваться с использованием стратегии GenerationType.IDENTITY, что обычно соответствует автоинкрементному полю в базе данных.

private Long id – это поле для хранения уникального идентификатора задачи.

private String title – это поле для хранения заголовка задачи.

private String description – это поле для хранения описания задачи.

Этот класс представляет собой JavaBean, который соответствует таблице в базе данных и используется для хранения и работе с данными задачи в Spring приложении.

```
// Листинг 4 Класс контроллер TaskController
package com.example.spring_crud.controller;

import com.example.spring_crud.entity.Task;
import com.example.spring_crud.repository.TaskRepository;
import org.springframework.http.ResponseEntity;
import org.springframework.web.bind.annotation.*;

import java.util.List;

@RestController
@RequestMapping("/api/tasks")
public class TaskController {
    private final TaskRepository taskRepository;

    public TaskController(TaskRepository taskRepository) {
        this.taskRepository = taskRepository;
    }

    @PostMapping
    public Task createTask(@RequestBody Task task) {
        return taskRepository.save(task);
    }

    @GetMapping
    public List<Task> getAllTasks() {
```



```

    return taskRepository.findAll();
}

@GetMapping("/{id}")
public ResponseEntity<Task> getTaskById(@PathVariable Long id) {
    Task task = taskRepository.findById(id).orElse(null);
    if (task != null) {
        return ResponseEntity.ok(task);
    } else {
        return ResponseEntity.notFound().build();
    }
}

@PutMapping("/{id}")
public ResponseEntity<Task> updateTask(@PathVariable Long id, @RequestBody Task updatedTask)
{
    Task task = taskRepository.findById(id).orElse(null);
    if (task != null) {
        task.setTitle(updatedTask.getTitle());
        task.setDescription(updatedTask.getDescription());
        taskRepository.save(task);
        return ResponseEntity.ok(task);
    } else {
        return ResponseEntity.notFound().build();
    }
}

@DeleteMapping("/{id}")
public ResponseEntity<Void> deleteTask(@PathVariable Long id) {
    taskRepository.deleteById(id);
    return ResponseEntity.noContent().build();
}
}
}

```

Этот код представляет собой REST-контроллер для операций CRUD (Create, Read, Update, Delete) с сущностью Task.

@RestController – эта аннотация обозначает класс как контроллер, который обрабатывает HTTP-запросы.

@RequestMapping(«/api/tasks») – эта аннотация указывает, что все методы контроллера будут обрабатывать запросы, начинающиеся с /api/tasks.

@Autowired - используется для внедрения зависимости TaskRepository в контроллер через конструктор.

@PostMapping – этот метод обрабатывает HTTP POST-запросы и создает новую задачу, используя данные, полученные из тела запроса.

@GetMapping – этот метод обрабатывает HTTP GET-запросы и возвращает список всех задач.

@GetMapping(«/{id}») – этот метод обрабатывает HTTP GET-запросы с параметром `id` в URL и возвращает задачу по указанному идентификатору.

@PutMapping(«/{id}») – этот метод обрабатывает HTTP PUT-запросы и обновляет существующую задачу по указанному идентификатору.

@DeleteMapping(«/{id}») – этот метод обрабатывает HTTP DELETE-запросы и удаляет задачу по указанному идентификатору.

Этот контроллер предоставляет простой API для выполнения операций CRUD с задачами и использует `TaskRepository` для взаимодействия с базой данных.

```
// Листинг 5 Точка запуска Spring Boot приложения
package com.example.spring_crud;

import org.springframework.boot.SpringApplication;
import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication;

@SpringBootApplication
public class SpringCrudApplication {

    public static void main(String[] args) {
        SpringApplication.run(SpringCrudApplication.class, args);
    }
}
```

Этот код представляет собой класс, который является входной точкой Spring Boot приложения.

@SpringBootApplication – эта аннотация указывает, что класс `SpringCrudApplication` является точкой входа в Spring Boot приложение. Она включает автоконфигурацию Spring Boot, сканирование компонентов и настройку приложения.

Когда приложение запущено, оно начинает обработку HTTP-запросов и выполняет бизнес-логику вашего приложения.

Примечание: Ваши наименования классов, а также пути, указанные в `package`, могут отличаться от тех, что указаны в текущем примере. В рамках простого CRUD приложения использованы текущие имена пакетов и классов.

После написания кода, приложение необходимо запустить, и проверить работу методов контроллера.

3. Проверка методов контроллера через Postman

Postman — это популярная утилита для тестирования и разработки веб-сервисов и RESTful API. Она предоставляет мощные инструменты для отправки HTTP-запросов, проверки ответов и автоматизации процессов тестирования API. Postman позволяет создавать и отправлять различные типы HTTP-запросов, такие как GET, POST, PUT, DELETE, и многие другие.

Утилита предоставляет удобный редактор запросов с подсветкой синтаксиса и автозаполнением, помогая создавать запросы и настраивать заголовки, параметры и тело запроса. Postman позволяет создавать среды для управления переменными и настройками, что упрощает работу с разными средами (например, тестовая среда, продакшн и другие), а также предоставляет возможность для группировки запросов в коллекции для организации тестовых сценариев и рабочих процессов, и т.д.

Примечание: Процесс регистрации на официальном сайте Postman будет упущен.

В самом инструменте была создана коллекция *Spring CRUD REST API Test*, которая

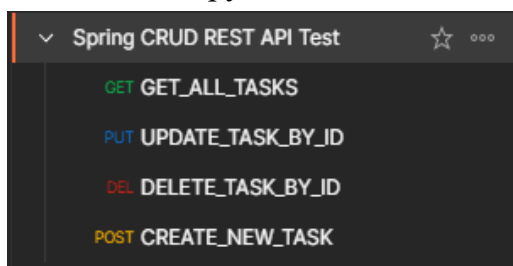


Рисунок 5. Коллекция запросов Spring CRUD REST API TEST

включает себя четыре запроса, соответствующие операциям CRUD – Create (POST), Read (GET), Update (PUT), Delete (DELETE) с соответствующими названиями для большего удобства, а также создана переменная в рамках коллекции `BASE_URL`, которая включает себя общий для всех запросов URL адрес.

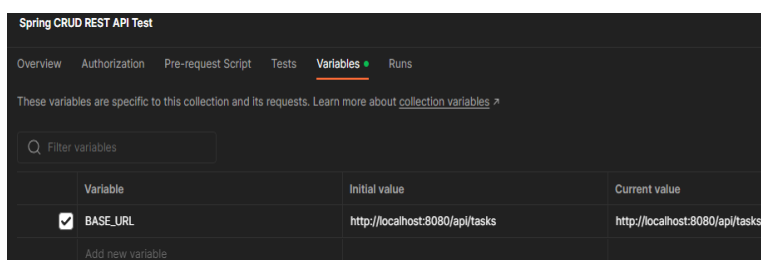


Рисунок 6. Список переменных в коллекции Spring CRUD REST API Test

Для выполнения запросов необходимо обращаться к конкретным *endpoint*¹ с различными параметрами запроса. Все запросы будут выполнены для проверки функциональности методов контроллера *TaskController*.

В качестве тела в POST запрос посылается в формате *JSON*² объект *Task* без поля *id* (так как оно генерируется и инкрементируется автоматически). После выполнения POST запроса вернется созданный объект *Task* в теле ответа. Запрос GET вернет в теле ответа список всех *Task*.

¹ endpoint - конечная точка или URL (Uniform Resource Locator), по которой можно получить доступ к какому-либо сервису или ресурсу

² JSON (JavaScript Object Notation) — это легковесный формат обмена данными, который часто используется в веб-разработке.

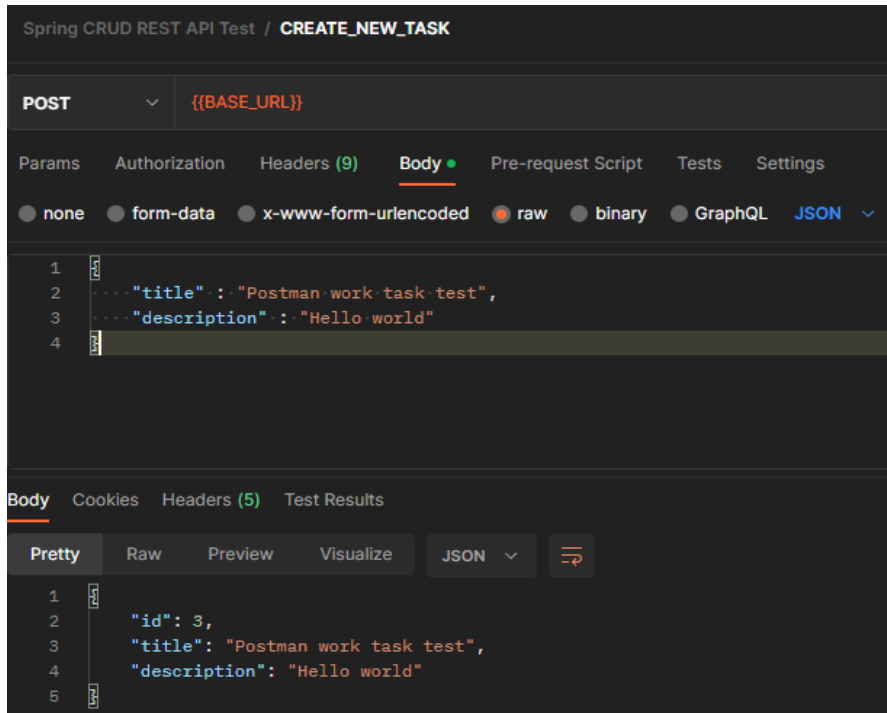


Рисунок 7. Структура POST запроса и результат его выполнения

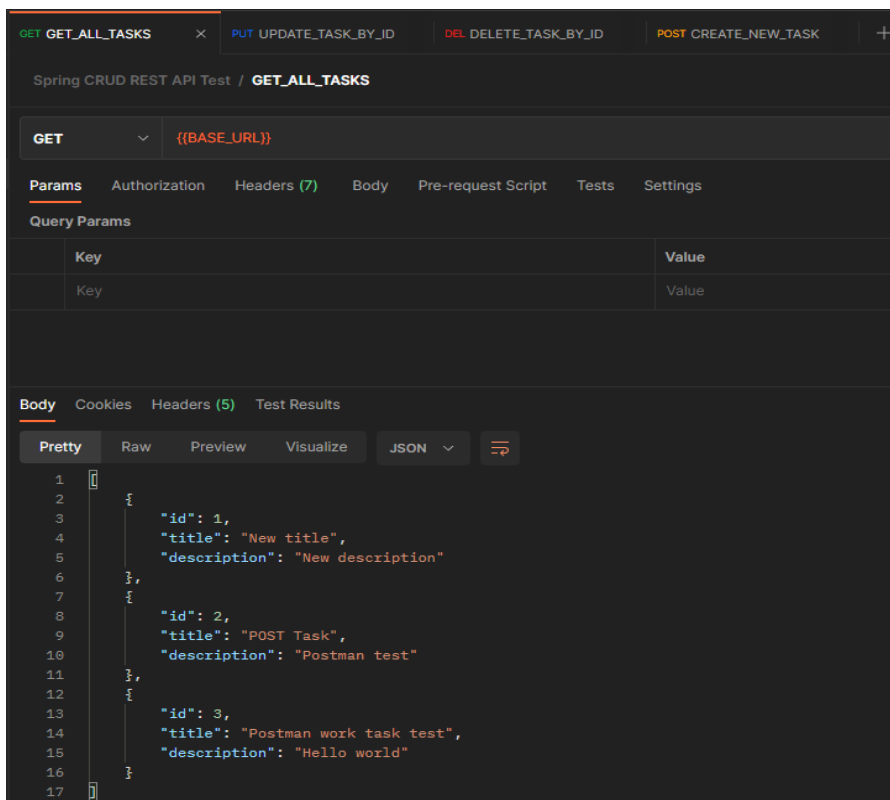


Рисунок 8. Выполнение GET запроса на получение всех Task

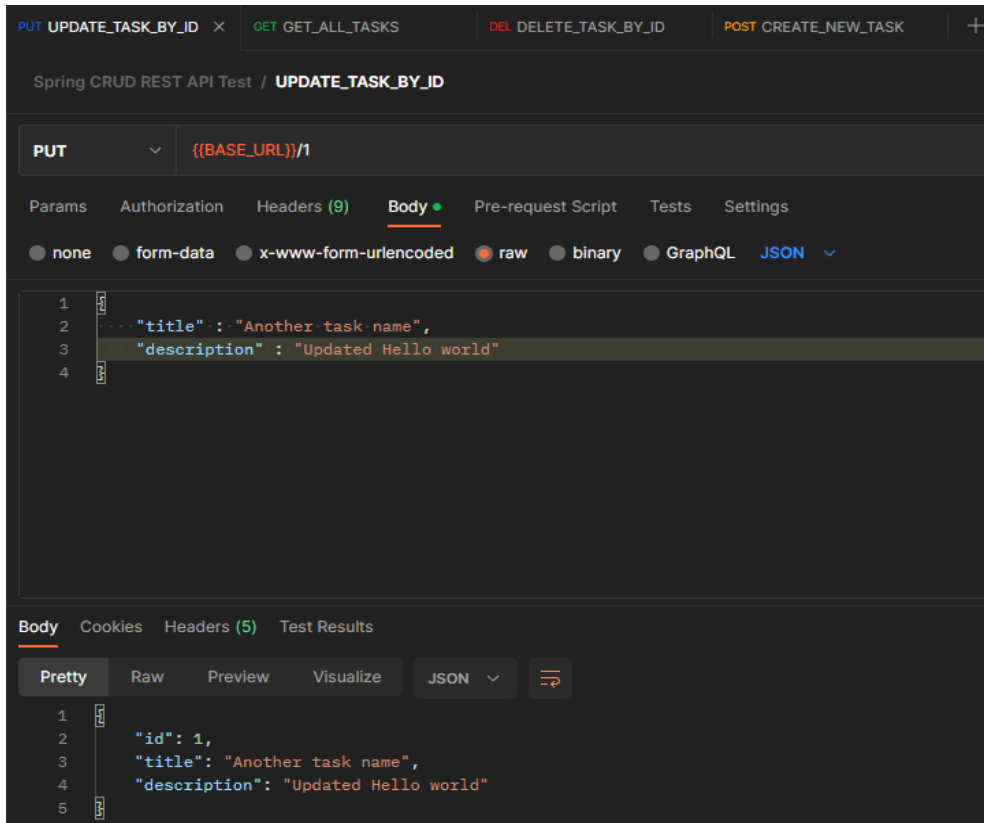


Рисунок 9. Выполнение PUT запроса на обновление Task по id = 1

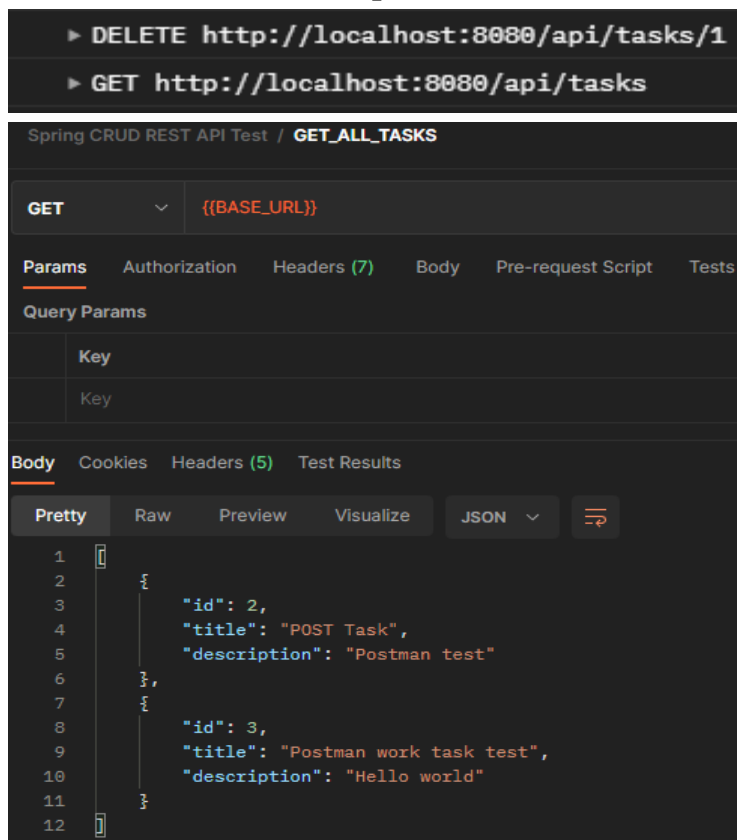


Рисунок 10. Выполнение DELETE запроса на удаление Task с id = 1. Выполнение GET запроса на отображение всех объектов Task после выполнения DELETE

Выводы

В данной работе указано как Вы можете подключить Postman к своим рабочим процессам API с помощью интеграции с популярными сторонними решениями и как использовать интеграцию для автоматического обмена данными между Postman и другими инструментами, которые вы используете для разработки API.

Библиография

1. WALLS, C. *Spring in Action*, 6th Edition.
2. Spring Framework Documentation <https://docs.spring.io/spring-framework/reference/index.html>
3. Postman Documentation <https://learning.postman.com/docs/introduction/overview/>

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТА SPRING BATCH

Olga CERBU, dr. conf. universitar

<https://orcid.org/0000-0002-6278-7115>

Tatiana SESTACOVA, dr. conf universitar

<https://orcid.org/0000-0002-6995-4254>

Daniil GUTU

Государственный Университет Молдовы, Факультет Информатики
Технический университет Молдовы

Резюме. В данной статье будет разработано приложение, целью которого является обработка файлов типа CSV. Данное приложение будет обрабатывать CSV-файлы содержащие записи сотрудников, которые в последствии будут обработаны и записаны в базу данных, при помощи утилиты Spring Batch.

Ключевые слова: Spring Batch, Spring Cloud Data Flow, Spring Framework, Batch.

Abstract. In this article, an application will be developed whose purpose is to process CSV files. This application will process CSV files containing employee records, which will subsequently be processed and written to the database using the Spring Batch utility.

Keywords: Spring Batch, Spring Cloud Data Flow, Spring Framework, Batch.

Введение

Spring Batch - легкая, комплексная пакетная среда, предназначенная для разработки надежных пакетных приложений, жизненно важных для повседневной работы корпоративных систем.

Spring Batch предоставляет функции многократного использования, необходимые для обработки больших объемов записей, включая ведение журнала/отслеживание, управление транзакциями, статистику обработки заданий, перезапуск заданий, пропуск и управление ресурсами. Он также предоставляет более продвинутые технические услуги и функции, которые позволят выполнять пакетные задания чрезвычайно большого объема и с высокой производительностью за счет методов оптимизации и разделения. Как простые, так и сложные пакетные задания большого объема могут использовать платформу с высокой масштабируемостью для обработки значительных объемов информации. Используемые функции, для реализации поставленных целей:

- Управление транзакциями¹
- Обработка на основе блоков

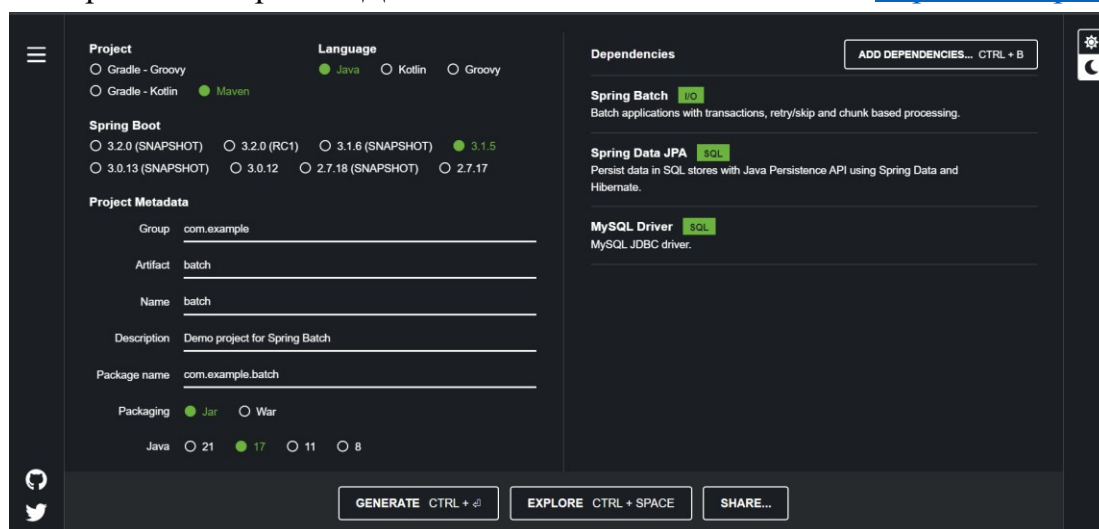
¹ Транзакция - то набор операций по работе с базой данных

- Декларативный ввод-вывод
- Пуск/Стоп/Перезапуск
- Повторить/пропустить
- Веб-интерфейс администрирования (Spring Cloud Data Flow)

В работе рассматривается простое приложение для понятия основных компонентов Spring Batch.

В данном приложении будет обрабатываться CSV файл с записями сотрудников, которые будут обработаны и записаны в базу данных при помощи Spring Batch.

Для начала, собирается приложение на основе Spring Boot², которая позволяет минимизировать настройки. Для этого можно воспользоваться <https://start.spring.io/>:



Фигура 1. Графический интерфейс среда Spring Initializr

Согласно опциям инструмента, выбираются нужные настройки:

- В качестве сборщика приложения будет использоваться Maven³;
- Настраивается Название, Артефакт и Группу приложения, а также Версию Java, Spring;
- Далее, добавляются необходимые зависимости для приложения, непосредственно Spring Batch, Spring Data JPA для обращения к базе данных, и драйвер для подключения к базе данных, в данном примере будем использовать MySQL Driver.

После, происходит непосредственно написание кода приложения.

В первую очередь в application.properties выставляются настройки приложения:

```
spring.datasource.url=jdbc:mysql://localhost:3306/batch
spring.datasource.username=bestuser
spring.datasource.password=bestuser
```

² Spring Boot - проект, целью которого является упрощение создания приложений на основе Spring

³ Maven - фреймворк для автоматизации сборки проектов на основе описания их структуры в файлах на языке POM


```
spring.datasource.driver-class-name=com.mysql.cj.jdbc.Driver
spring.batch.jdbc.initialize-schema=always
```

Первые 4 строки кода представляют настройку подключения к базе данных типа MySQL

```
spring.batch.jdbc.initialize-schema=always
```

Данная строчка говорит о том, что Spring создаст в базе данных необходимые для работы таблицы.

```
file.path.to.be.processed=src/main/resources/sample-data.csv
file.path.was.processed=src/main/resources/processed/sample-data.csv
```

Данные строки являются переменными, содержащие путь к нашим файлам.\

Рассматривается к обработке следующий файл:

В данном файле хранятся записи о 500 работниках некоего предприятия

```
id,name,surname,email,gender
1,Brander,McNeill,bmcneill0@photobucket.com,Male
```

Видно, что для каждого сотрудника имеется следующие поля:

- id
- name
- surname
- email
- gender

На этой основе создается Entity⁴ класс, то есть класс, представляющий таблицу в базе данных.

```
@Setter
@Getter
@NoArgsConstructor
@AllArgsConstructor
@ToString
@Entity
@Table(name = "people")
public class Person {
    @Id
    @Column(name = "id")
    private int id;
    @Column(name = "name")
    private String name;
    @Column(name = "surname")
    private String surname;
    @Column(name = "email")
    private String email;
    @Column(name = "gender")
```

⁴ Entity класс - легковесный хранимый объект бизнес логики

```
private String gender;
```

Тут помечается класс аннотацией⁵ `@Entity`, в аннотации `@Table` указывается, какой таблице соответствует класс. Далее, определяются нужные поля и помечаются аннотацией `@Column` в которой указывается какому столбцу таблицы относится поле. Важное замечание, что Entity классы должны быть POJO (Plain Old Java Object) – то есть класс должен содержать геттеры и сеттеры, а также конструктор без параметров. Для сокращения кода, используются аннотации Lombok (библиотека, автоматически включающая куски кода внутрь нашего класса). Добавляются аннотации `@Setter`, `@Getter`, `@NoArgsConstructor`, `@AllArgsConstructor`, `@ToString`.

Следующим шагом, создается репозиторий⁶, для обращения к базе данных:

```
@Repository
public interface PersonRepository extends
CrudRepository<Person,Integer> {
}
```

Spring Data JPA, дает удобный интерфейс для обращения к базе данных `Crud Repository`. Он дает возможность, сфокусироваться на бизнес-логике приложения, а запросы к БД берет на себя. Для того, чтобы показать с какой таблицей придется работать в первый параметр указывается Entity класс, а вторым параметром указывается тип первичного ключа⁷. Аннотация `@Repository` указывает, что данный класс является компонентой приложения и Spring возьмет на себя работу по созданию и обеспечению жизненного цикла компоненты.

Далее следует приступить к конфигурации работы:

```
@Configuration
public class BatchConfig {

    private PersonRepository repository;
```

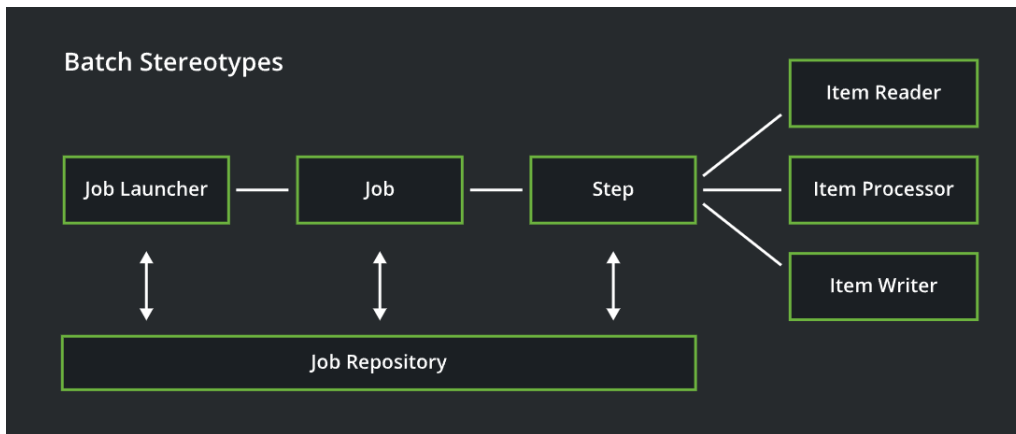
Аннотация `@Configuration` – помечает для Spring, что данный класс является конфигурационным.

Сюда добавляется ранее созданный репозиторий.

⁵ Аннотация - специальная форма синтаксических метаданных, которая может быть добавлена в исходный код

⁶ Репозиторий - интерфейсы, которые можно определять для получения доступа к данным

⁷ Первичный ключ - в реляционной модели данных один из потенциальных ключей отношения, выбранный в качестве основного ключа



Фигура 2. Логическое отображение ранее созданных репозиторий

Данная схема показывает из каких основных компонентов состоит работа Spring Batch. В начале определяется Item Reader, в данном случае он будет читать файл с записями сотрудников.

```

@Bean
public FlatFileItemReader<Person> reader() {
    return new FlatFileItemReaderBuilder<Person>()
        .name("personItemReader")
        .resource(new ClassPathResource("sample-data.csv"))
        .linesToSkip(1)
        .delimited()
        .names(new String[]{"id", "name", "surname", "email",
"gender"})
        .fieldSetMapper(new BeanWrapperFieldSetMapper<Person>() {{
            setTargetType(Person.class);
        }})
        .build();
}

```

- @Bean: Эта аннотация указывает Spring, что метод reader() должен быть вызван для создания и настройки бина, который будет управляться контейнером Spring.
- FlatFileItemReader<Person>: Это класс Spring Batch, предназначенный для чтения данных из плоских текстовых файлов, таких как CSV.
- FlatFileItemReaderBuilder<Person>(): Это удобный строитель (builder) для создания FlatFileItemReader, который позволяет настроить различные аспекты чтения данных.
- .name("personItemReader"): Устанавливает имя этого читателя.
- .resource(new ClassPathResource("sample-data.csv")): Указывает ресурс, из которого будут считываться данные. В данном случае, используется CSV-файл "sample-data.csv", расположенный в classpath проекта.

- `.linesToSkip(1)`: Указывает, что первую строку CSV-файла нужно пропустить. Обычно первая строка содержит заголовки столбцов.
- `.delimited()`: Говорит о том, что файл CSV является разделенным (delimiter-separated) файлом, где столбцы разделяются определенным разделителем (по умолчанию - запятой).
- `.names(new String[]{"id", "name", "surname", "email", "gender"})`: Здесь указываются имена полей в CSV-файле, которые будут соответствовать свойствам объекта `Person`. То есть, каждый столбец CSV будет сопоставлен соответствующему полю в объекте `Person`.
- `.fieldSetMapper(new BeanWrapperFieldSetMapper<Person>() {{ setTargetType(Person.class); }})`: Это определяет, как данные из CSV-файла будут преобразовываться в объекты `Person`. `BeanWrapperFieldSetMapper` является одним из стандартных способов маппинга данных, и он использует рефлексию для установки значений полей объекта `Person` из данных, прочитанных из CSV.
- `.build()`: Завершает настройку `FlatFileItemReader` и создает экземпляр этого класса.

Далее, `Item Processor`, который будет проводить промежуточные действия по работе с объектами:

```
@Bean
public PersonItemProcessor processor() {
    return new PersonItemProcessor();
}
```

Тут реализуется нестандартный процесс, чтобы показать, как это возможно сделать.

```
public class PersonItemProcessor implements
ItemProcessor<Person, Person> {
    @Override
    public Person process(Person item) throws Exception {
        if (Validator.isPersonValid(item)) {
            return item;
        } else {
            System.out.println(item);
            throw new ValidationException("Provided person is not
valid");
        }
    }
}
```

Для этого класс должен имплементировать `ItemProcessor`, в качестве параметров передается объект, который будет приниматься и какой будет возвращаться после преобразований. Тут будет проводиться проверка записи нашего файла.

Хорошим тоном является вывести валидацию⁸ в отдельный класс:

```
public class Validator {
    public static boolean isPersonValid(Person person) {
        return isIdValid(person.getId())
            && isEmailValid(person.getEmail())
            && isNameValid(person.getName())
            && isNameValid(person.getSurname())
            && isNameValid(person.getGender());
    }

    private static boolean isIdValid(int id) {
        return id >= 0;
    }

    private static boolean isNameValid(String name) {
        name.trim();
        String regex = "[A-Za-z\\-\\s']+$";
        return Pattern.matches(regex, name);
    }

    private static boolean isEmailValid(String email) {
        email.trim();
        String regex = "[a-zA-Z0-9._%+-]+@[a-zA-Z0-9.-]+\\. [a-zA-Z]{2,}$";
        return Pattern.matches(regex, email);
    }
}
```

Тут проверяется каждое поле, на корректную запись, в противном случае будет выбрасывать исключение.

Теперь следует создание Item Writer, который будет заниматься записей сотрудников в базу данных.

```
@Bean
public RepositoryItemWriter<Person> writer(CrudRepository<Person,
Integer> repository) {
    return new RepositoryItemWriterBuilder<Person>()
        .repository(repository)
        .methodName("save")
        .build();
}
```

⁸ Валидация – проверка корректности вводных данных

- `RepositoryItemWriter<Person>`: Это класс Spring Batch, предназначенный для записи данных в репозиторий, используя CRUD-операции. В данном случае, записываются объекты типа `Person`.
- `RepositoryItemWriterBuilder<Person>()`: Это строитель (builder) для создания `RepositoryItemWriter`, который позволяет настроить его параметры.
- `.repository(repository)`: Здесь указывается репозиторий (`CrudRepository`), в который будут записываться данные. Репозиторий передается в виде аргумента метода `writer`, который определен как `CrudRepository<Person, Integer>`.
- `.methodName("save")`: Указывает имя метода репозитория, который будет использоваться для сохранения данных. В данном случае, метод `save` будет вызываться для сохранения объектов `Person` в репозитории.
- `.build()`: Завершает настройку `RepositoryItemWriter` и создает экземпляр этого класса.

После создания Item Reader, Processor, Writer происходит их объединение в Step⁹:

```
@Bean
public Step step1(JobRepository jobRepository,
PlatformTransactionManager transactionManager, DataSource dataSource)
{
    return new StepBuilder("step1", jobRepository)
        .<Person, Person>chunk(20, transactionManager)
        .reader(reader())
        .processor(processor())
        .writer(writer(repository))
        .build();
}
```

- `StepBuilder("step1", jobRepository)`: Здесь создается экземпляр `StepBuilder`, который используется для настройки шага. "step1" — это имя шага, и `jobRepository` - репозиторий задач Spring Batch, необходимый для отслеживания состояния и выполнения шагов.
- `.chunk(20, transactionManager)`: Этот метод определяет обработку данных по частям (chunk). В данном случае, каждая "порция" данных будет содержать 20 записей. `transactionManager` — это менеджер транзакций, который будет использоваться для управления транзакциями при выполнении шага.
- `.reader(reader())`: Здесь указывается `reader`, который будет использоваться для чтения данных. `reader()` - это метод, который возвращает настроенный ранее `FlatFileItemReader<Person>`, предназначенный для чтения данных из CSV-файла.

⁹ Step – шаг в выполнении работы Spring Batch

- `.processor(processor())`: Указывается `processor`, который будет использоваться для обработки данных. `processor()` - это, метод, который возвращает компонент, обрабатывающий данные (провалидированный)
- `.writer(writer(repository))`: Здесь указывается `writer`, который будет использоваться для записи данных. `writer(repository)` - это метод, который возвращает настроенный ранее `RepositoryItemWriter<Person>`, который будет записывать данные в репозиторий Spring Data.
- `.build()`: Завершает настройку шага и создает экземпляр `Step`, который может быть использован в составе батч-задачи (`Job`) для обработки данных.

Также, создается еще один шаг, который будет перемещать файл после обработки с одной папки в другую:

```
@Bean
public Step moveFile(JobRepository jobRepository,
PlatformTransactionManager transactionManager,
PersonTasklet tasklet) {
    return new StepBuilder("moveFile", jobRepository)
        .tasklet(tasklet, transactionManager)
        .build();
}
```

- `.tasklet(tasklet, transactionManager)`: Этот метод определяет `tasklet`¹⁰, который будет выполнен в рамках этого шага. `tasklet` передается в виде бина `PersonTasklet`, и `transactionManager` - менеджер транзакций, который будет использоваться для управления транзакциями при выполнении шага.

Для создания `tasklet`, используется следующий код:

```
@Component
@StepScope
public class PersonTasklet implements Tasklet {

    @Value("${file.path.to.be.processed}")
    private String processingFilePath;
    @Value("${file.path.was.processed}")
    private String processedFilePath;

    @Override
    public RepeatStatus execute(StepContribution contribution,
ChunkContext chunkContext) throws Exception {
        File before = new File(processingFilePath);
        File after = new File(processedFilePath);
```

¹⁰ `Tasklet` - это пользовательский код, который может выполнять любую логику, не связанную с чтением и записью данных

```
Files.move(before.toPath(), after.toPath(),
StandardCopyOption.REPLACE_EXISTING);

return RepeatStatus.FINISHED;
```

- `@StepScope`: Эта аннотация указывает, что компонент должен иметь `scope "step"`, что означает, что каждый экземпляр `PersonTasklet` будет создаваться в рамках каждого выполняемого шага (Step) Spring Batch. Это полезно, чтобы обеспечить изоляцию данных между разными шагами.
- `public RepeatStatus execute(StepContribution contribution, ChunkContext chunkContext) throws Exception`: Этот метод является реализацией интерфейса `Tasklet` и выполняет задачу, связанную с перемещением файла. Он принимает два аргумента: `contribution` и `chunkContext`, которые предоставляют информацию о текущем шаге и контексте выполнения.
- `@Value("${file.path.to.be.processed}")` и `@Value("${file.path.was.processed}")`: Эти аннотации инжектируют значения из файлов свойств (property files) Spring, в которых определены пути к файлам, которые будут обрабатываться (`processingFilePath`) и куда будут перемещены после обработки (`processedFilePath`).
- Внутри метода `execute`, происходит перемещение файла с пути, указанного в `processingFilePath`, на путь, указанный в `processedFilePath`. Это выполняется с использованием `java.nio.file.Files.move`, и старый файл будет заменен новым, если он уже существует в целевой директории.
- Метод возвращает `RepeatStatus.FINISHED` для обозначения успешного завершения задачи.

Далее, после создания 2 шагов, они объединяются в одну работу¹¹:

```
@Bean
public Job importPeopleJob(JobRepository jobRepository,
JobCompletionNotificationListener listener, Step step1, Step moveFile)
{
    return new JobBuilder("importPeopleJob", jobRepository)
        .incrementer(new RunIdIncrementer())
        .listener(listener)
        .flow(step1)
        .next(moveFile)
        .end().build();
}
```

¹¹ Работа – последовательность шагов по выполнению определенной операции

- `JobBuilder("importPeopleJob", jobRepository)`: Здесь создается экземпляр `JobBuilder`, который используется для настройки Spring Batch задачи. `"importPeopleJob"` - это имя задачи, и `jobRepository` - репозиторий задач Spring Batch, необходимый для отслеживания состояния задач.
- `.incrementer(new RunIdIncrementer())`: Этот метод определяет инкрементер, который увеличивает значение `JobParameters` при каждом выполнении задачи. Это полезно, чтобы обеспечить уникальность идентификатора задачи, что может понадобиться при мониторинге и ведении журналов.
- `.listener(listener)`: Здесь указывается `listener`, который будет уведомлен о состоянии выполнения задачи. `listener` реализует интерфейс `JobExecutionListener` и позволяет выполнять действия перед запуском и после завершения задачи.
- `.flow(step1)`: Этот метод определяет, что первым шагом задачи будет выполнение `step1`, который был настроен ранее.
- `.next(moveFile)`: Здесь определяется, что после успешного выполнения `step1`, будет выполнен шаг `moveFile`, который также был настроен ранее.
- `.end()`: Этот метод завершает определение потока выполнения задачи.
- `.build()`: Создает и возвращает экземпляр `Job`, представляющий задачу Spring Batch.

Завершающим шагом, создается класс, реализующий `JobExecutionListener`, который будет выполнять действия перед и завершением выполнения работы:

```
@Component
public class JobCompletionNotificationListener implements
JobExecutionListener {
    private static final Logger log =
LoggerFactory.getLogger(JobCompletionNotificationListener.class);
    private final JdbcTemplate jdbcTemplate;

    @Autowired
    public JobCompletionNotificationListener(JdbcTemplate
jdbcTemplate) {
        this.jdbcTemplate = jdbcTemplate;
    }

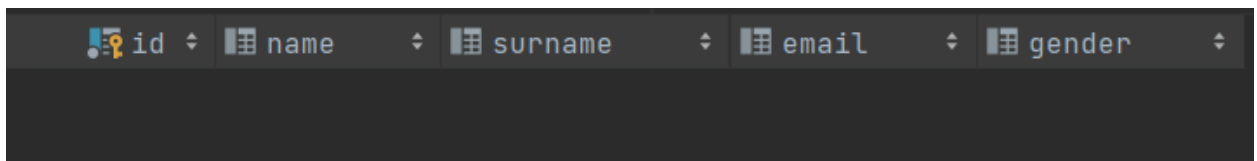
    @Override
    public void afterJob(JobExecution jobExecution) {
        if(jobExecution.getStatus() == BatchStatus.COMPLETED) {
            log.info("!!!Job Completed!!!");
        }
    }
}
```

```
}  
}
```

- **Конструктор** `JobCompletionNotificationListener(JdbcTemplate jdbcTemplate):` В конструкторе принимается `JdbcTemplate`. Это компонент Spring, предоставляющий простой способ выполнения SQL-запросов в базе данных. `JdbcTemplate` инъецируется через внедрение зависимостей (DI) с использованием аннотации `@Autowired`.
- `afterJob(JobExecution jobExecution):` Это метод, реализующий интерфейс `JobExecutionListener`, который будет вызван после выполнения задачи Spring Batch.
- `jobExecution` - объект, представляющий информацию о выполнении задачи, включая ее статус.
- Внутри метода `afterJob`, проверяется статус выполнения задачи (`jobExecution.getStatus()`). Если задача завершилась успешно (статус `BatchStatus.COMPLETED`), то выводится информационное сообщение в лог, указывающее на успешное завершение задачи.
- `log.info("!!!Job Completed!!!")` - вывод информационного сообщения в лог, сообщая о завершении задачи.

Построение приложение завершено и далее идет проверка его работы:

Таблица до выполнения работы:

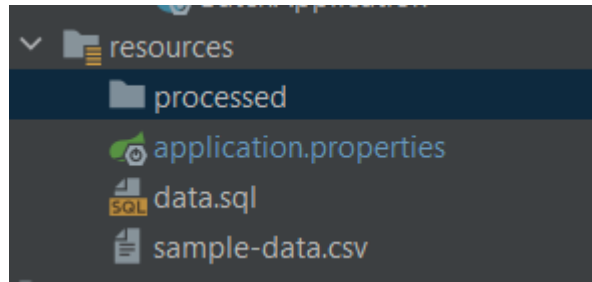


И после введения данных:

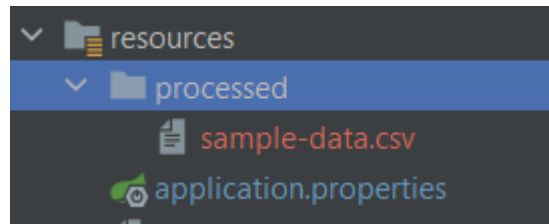
id	email	gender	name	surname
1	bmcneill0@photobucket.com	Male	Brander	McNeill
2	avaneeden1@chron.com	Female	Alameda	Van Eeden
3	cattard2@trellian.com	Male	Cyrus	Attard
4	mmaccathay3@ehow.com	Female	Mariann	MacCathay
5	rmarston4@google.cn	Female	Rikki	Marston
6	nhoneywood5@ox.ac.uk	Male	Nathan	Honeywood
7	iharry6@answers.com	Agender	Iorgo	Harry
8	vrodenburg7@va.gov	Female	Viole	Rodenburg
9	mchipp8@marriott.com	Bigender	Mufinella	Chipp
10	fmcalarney9@tripadvisor.com	Male	Findley	McAlarney
11	fbentinga@tripadvisor.com	Female	Freda	Benting
12	fpullarb@hostgator.com	Non-binary	Farly	Pullar
13	bcrumbc@pen.io	Male	Bax	Crumb
14	gmehsd@yolasite.com	Agender	Gare	Mebs
15	vmayzese@ehow.com	Male	Vick	Mayzes

Как можно заметить записи файла были успешно перенесены в базу данных.

Структура проекта до работы:



И после обработки данных:



Файл, после его обработки был перенесен в другую папку.

Работа была выполнена успешно.

Заключение

В данной работе было создано приложение с помощью Фреймворка Spring Batch, для обработки файлов, который как видно из выше представленного приложения, и результатов работы, значительно упрощает работу программиста.

Библиография

1. <https://spring.io/projects/spring-batch#overview>
2. <https://spring.io/batch>

ВВЕДЕНИЕ В МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА PYTHON: ОСНОВЫ И ПРАКТИКА

Olga CERBU, dr. conf. universitar

<https://orcid.org/0000-0002-6278-7115>

Tatiana SESTACOVA, dr. conf universitar

<https://orcid.org/0000-0002-6995-4254>

Nichita MIRONOV

Государственный Университет Молдовы, Факультет Информатики
Технический университет Молдовы

Резюме. В этой статье представлен способ работы с машинным обучением. Машинное обучение (Machine Learning, ML) - это подраздел искусственного интеллекта (ИИ), который занимается разработкой алгоритмов и моделей, способных извлекать знания и делать прогнозы на основе данных. В статье показан способ работы в области машинного обучения с помощью инструментов Google Colab, Jupyter Notebook с реализацией на языке Python.

Ключевые слова: Google Colab, Jupyter Notebook, Python, TensorFlow, Machine Learning.

Abstract. This article presents a way to work with machine learning. Machine Learning (ML) is a subfield of artificial intelligence (AI) that develops algorithms and models that can extract knowledge and make predictions based on data. The article shows a way to work in the field of machine learning using Google Colab and Jupyter Notebook tools with implementation in Python.

Keywords: Google Colab, Jupyter Notebook, Python, TensorFlow, Machine Learning.

Введение

Машинное обучение (Machine Learning, ML) - это подраздел искусственного интеллекта (ИИ), который занимается разработкой алгоритмов и моделей, способных извлекать знания и делать прогнозы на основе данных. Основная идея машинного обучения заключается в том, что компьютерные системы могут обучаться и совершенствовать свои навыки, используя опыт, без явного программирования.

Некоторые ключевые аспекты машинного обучения:

1. **Автоматическое обучение:** В машинном обучении алгоритмы способны обучаться на данных и делать предсказания, без явного программирования. Это означает, что системы могут адаптироваться к изменяющейся среде и обновлять свои модели на основе новых данных.
2. **Обработка больших объемов данных:** Машинное обучение позволяет эффективно анализировать и извлекать информацию из больших объемов данных, что было бы практически невозможно для человека.

3. **Прогнозы и классификация:** Машинное обучение применяется для создания моделей, которые способны делать прогнозы, классифицировать данные и принимать решения на основе имеющейся информации. Это может быть полезно во многих областях, от финансов до медицины.
4. **Поддержка принятия решений:** ML может помочь улучшить процесс принятия решений, предоставляя аналитику и информацию, основанную на данных, что особенно важно для бизнеса.
5. **Автоматизация задач:** Машинное обучение позволяет автоматизировать задачи, которые раньше требовали человеческого участия, что может значительно увеличить эффективность и снизить затраты.

Важные аспекты машинного обучения

1. **Обработка и анализ данных:** Современный мир генерирует огромные объемы данных, и машинное обучение позволяет извлекать ценную информацию из этой данных.
2. **Предсказания и оптимизация:** ML помогает в создании моделей для прогнозирования будущих событий и оптимизации процессов в различных областях, от производства до медицины.
3. **Персонализация:** Машинное обучение используется для создания персонализированных рекомендаций и услуг, что улучшает опыт пользователей.
4. **Автоматизация и автономия:** ML играет ключевую роль в развитии автономных систем и робототехники, позволяя им адаптироваться к окружающей среде.
5. **Инновации:** Машинное обучение способствует созданию новых продуктов и услуг, а также приводит к новым открытиям и исследованиям в различных областях науки.

Python является одним из наиболее популярных языков программирования для машинного обучения по ряду важных причин:

- **Простота и читаемость кода:** Python имеет простой и понятный синтаксис, который делает код более читаемым и понятным для разработчиков. Это позволяет исследователям данных и инженерам быстро создавать, тестировать и поддерживать модели машинного обучения.
- **Богатый экосистема библиотек:** Python обладает богатым набором библиотек и фреймворков для машинного обучения, таких как NumPy, Pandas, scikit-learn, TensorFlow и PyTorch. Эти библиотеки предоставляют множество инструментов и функций, упрощающих разработку и обучение моделей.
- **Активное сообщество и поддержка:** Python имеет огромное и активное сообщество разработчиков. Это означает, что всегда есть множество ресурсов,

форумов и обучающих материалов, готовых помочь новичкам и специалистам в области машинного обучения.

- **Поддержка для научных вычислений:** Python хорошо подходит для научных вычислений и анализа данных. Многие ученые и исследователи используют Python для обработки и анализа данных, что делает его естественным выбором для машинного обучения.
- **Кросс-платформенность:** Python поддерживается на большинстве операционных систем, что делает его универсальным языком для разработки машинных обучающих моделей, независимо от платформы.
- **Интеграция с другими языками:** Python легко интегрируется с другими языками программирования, что позволяет использовать специализированные библиотеки и инструменты, написанные на других языках, в экосистеме Python.
- **Продвинутое инструменты визуализации:** Библиотеки вроде Matplotlib и Seaborn позволяют разработчикам визуализировать данные и результаты моделей, что важно для анализа и интерпретации результатов машинного обучения.
- **Поддержка большинства областей машинного обучения:** Python подходит для широкого спектра задач машинного обучения, включая классификацию, регрессию, кластеризацию, обработку естественного языка и многое другое.

Все эти факторы делают Python привлекательным и эффективным выбором для разработки и исследования в области машинного обучения, и именно поэтому он так популярен среди специалистов в этой области.

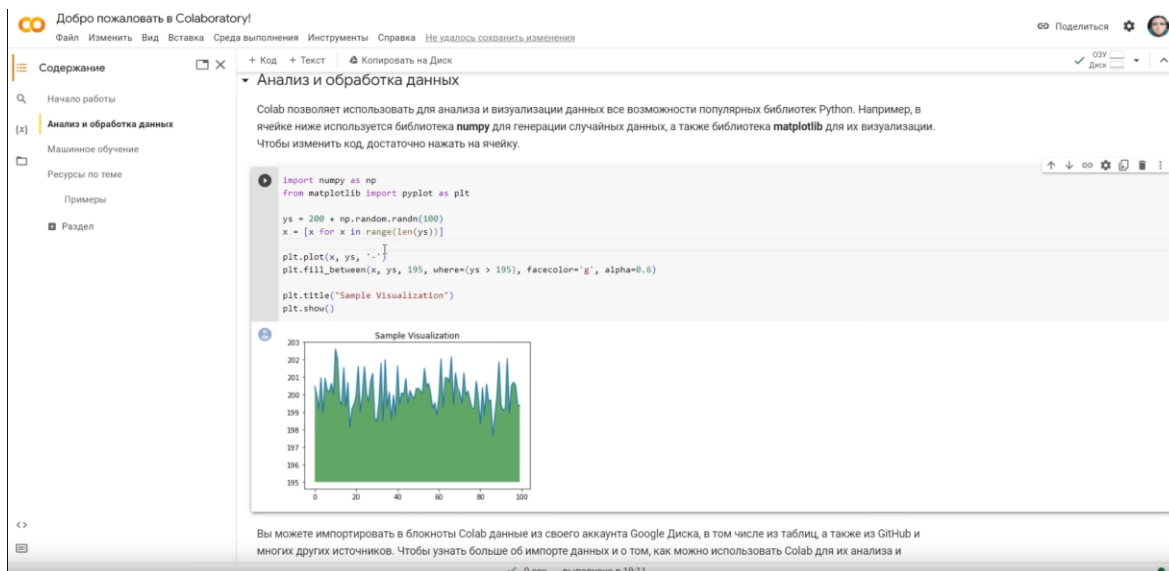
Среда Google Colab

Google Colab предоставляет доступ к среде Jupyter Notebook, а также к вычислительным ресурсам GPU и TPU. Вам не нужно устанавливать Python или библиотеки, так как они уже предустановлены.

Чтобы приступить к работе с выше перечисленными инструментами, необходимо следовать в следующем порядке:

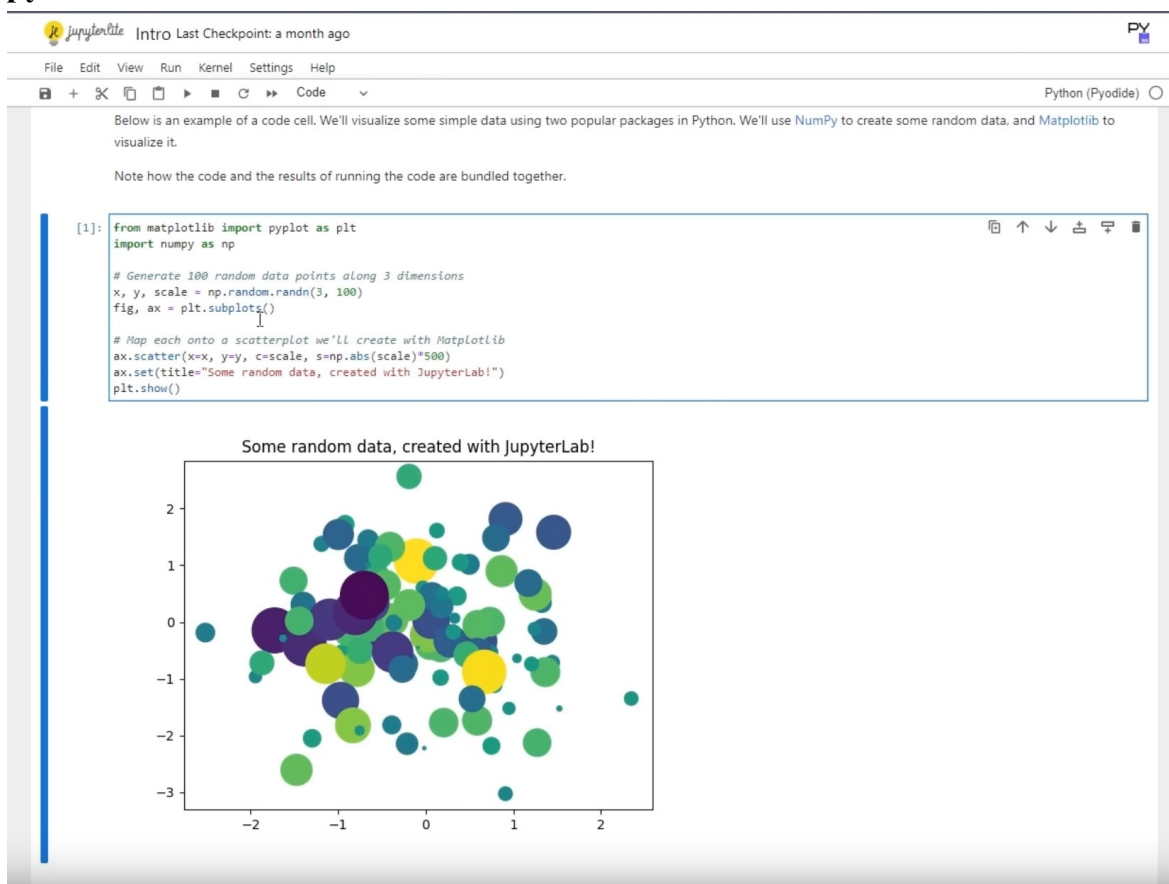
1. Перейдите на веб-сайт [Google Colab](https://colab.research.google.com/)
2. Войдите в свой аккаунт Google, если вы не вошли ранее.
3. Создайте новую «тетрадь» или загрузите существующие.

Затем вы можете начать писать код Python в ячейках тетради и запускать их. Google Colab также предоставляет доступ к файловой системе, что делает удобным импорт и экспорт данных и моделей.



Фигура 1. Пример проекта в Google Colab

Jupyter Notebook



Фигура 2. Среда программирования Jupyter

Jupyter Notebook - это отдельная среда для разработки, которую вы можете установить локально на своем компьютере. Чтобы начать работать с Jupyter Notebook:

1. Убедитесь, что у вас установлен Python. Вы можете проверить его, выполнив команду `python --version` или `python3 --version`.
2. Установите Jupyter Notebook, если у вас его еще нет. Это можно сделать с помощью `pip`, выполнив команду:

```
>pip install jupyter
```

3. Запустите Jupyter Notebook, выполнив команду:

```
>jupyter notebook
```

Ваш веб-браузер откроется с панелью управления Jupyter. Вы можете создать новую тетрадь или открыть существующую.

Классификация изображений при помощи TensorFlow

Распознавание названия цветка на основе изображений - это тип задачи классификации в машинном обучении, где модель должна определить, к какому виду цветка относится изображение. Это важная задача с множеством практических применений, от анализа растительного мира до разработки приложений для садоводов и ботаников.

Для распознавания названия цветка на основе изображений мы будем использовать нейронные сети глубокого обучения (deep learning). В частности, мы будем использовать сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN), которые специально разработаны для анализа изображений.

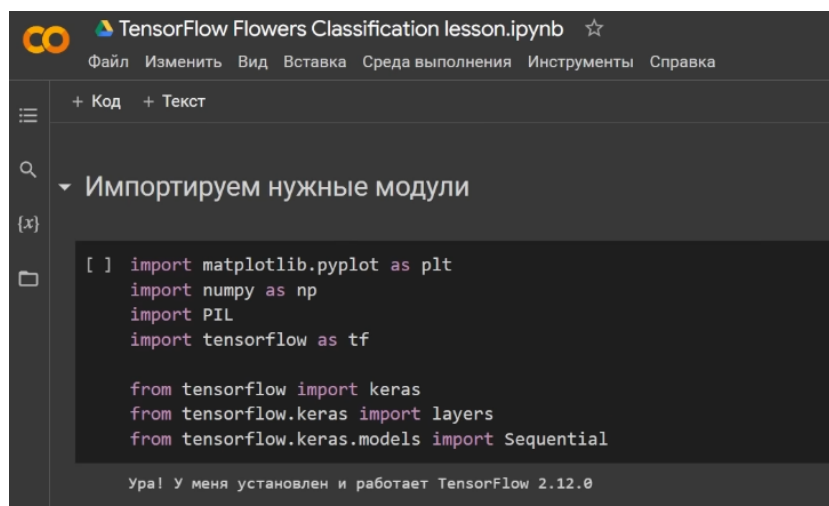
Подготовка данных

1. Для начала необходимо собрать набор данных, содержащий изображения цветков разных видов, а также метки, указывающие, к какому виду цветка относится каждое изображение. Вы можете использовать открытые источники данных, такие как "Flower Recognition Dataset" или же взять готовый пример в интернете



Фигура 3. Пример набора данных

2. В Google Colab создаем новый файл для работы и импортируем наш набор данных.



```
[ ] import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import PIL
import tensorflow as tf

from tensorflow import keras
from tensorflow.keras import layers
from tensorflow.keras.models import Sequential

Ура! У меня установлен и работает TensorFlow 2.12.0
```

Фигура 4. Инициация проекта в Google Colab



```
import pathlib

dataset_url = "https://storage.googleapis.com/download.tensorflow.org/example_images/flower_photos.tgz"
dataset_dir = tf.keras.utils.get_file('flower_photos.tar', origin=dataset_url, extract=True)
dataset_dir = pathlib.Path(dataset_dir).with_suffix('')

Выводим кол-во. изображений в датасете

image_count = len(list(dataset_dir.glob("*/*.jpg")))
print(f"Всего изображений: {image_count}")
```

Фигура 5. Инструкция по импортированию датасетов

3. Далее необходимо разделить данные на обучающий и тестовый наборы. Обычно 80% данных используется для обучения, а 20% для тестирования.

TensorFlow рекомендует перед началом машинного обучения совершить кэширование набора данных.

И для этого тут также есть готовые утилиты и функции. Потом нужно разметить структуру модели и для нашей текущей задачи хорошо подойдет последовательная архитектура нейронной сети, состоящая из трех блоков свертки с максимальным объединяющим слоем в каждом из них и с полно связанным слоем на 128 единиц поверх этого всего вместе с нелинейной активационной функцией *relu*.

```
+ Код + Текст
▼ Создаем датасеты и кэшируем их

[4] batch_size = 32
img_width = 180
img_height = 180

train_ds = tf.keras.utils.image_dataset_from_directory(
    dataset_dir,
    validation_split=0.2,
    subset="training",
    seed=123,
    image_size=(img_height, img_width),
    batch_size=batch_size)

val_ds = tf.keras.utils.image_dataset_from_directory(
    dataset_dir,
    validation_split=0.2,
    subset="validation",
    seed=123,
    image_size=(img_height, img_width),
    batch_size=batch_size)

class_names = train_ds.class_names
print(f"Class names: {class_names}")

# cache
AUTOTUNE = tf.data.AUTOTUNE
train_ds = train_ds.cache().shuffle(1000).prefetch(buffer_size=AUTOTUNE)
val_ds = val_ds.cache().prefetch(buffer_size=AUTOTUNE)
```

Фигура 6. Инструкция по кэшированию набора данных

4. Далее, создаем модель, компилируем её и выводим результаты.

```
+ Код + Текст

# create model
num_classes = len(class_names)
model = Sequential([
    # т.к. у нас версия TF 2.6 локально
    layers.experimental.preprocessing.Rescaling(1./255, input_shape=(img_height, img_width, 3)),

    # дальше везде одинаково
    layers.Conv2D(16, 3, padding='same', activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(),

    layers.Conv2D(32, 3, padding='same', activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(),

    layers.Conv2D(64, 3, padding='same', activation='relu'),
    layers.MaxPooling2D(),

    layers.Flatten(),
    layers.Dense(128, activation='relu'),
    layers.Dense(num_classes)
])

# compile the model
model.compile(
    optimizer='adam',
    loss=tf.keras.losses.SparseCategoricalCrossentropy(from_logits=True),
    metrics=['accuracy'])

# print model summary
model.summary()
```

Фигура 7. Пример кода для вывода компилируемых результатов

```

+ Код + Текст
model.summary()
Model: "sequential"
-----
Layer (type)                Output Shape                Param #
-----
rescaling (Rescaling)       (None, 180, 180, 3)        0
conv2d (Conv2D)              (None, 180, 180, 16)       448
max_pooling2d (MaxPooling2D) (None, 90, 90, 16)         0
conv2d_1 (Conv2D)            (None, 90, 90, 32)         4640
max_pooling2d_1 (MaxPooling2D) (None, 45, 45, 32)         0
conv2d_2 (Conv2D)            (None, 45, 45, 64)         18496
max_pooling2d_2 (MaxPooling2D) (None, 22, 22, 64)         0
flatten (Flatten)            (None, 30976)               0
dense (Dense)                 (None, 128)                 3965056
dense_1 (Dense)               (None, 5)                   645
-----
Total params: 3,989,285
Trainable params: 3,989,285
Non-trainable params: 0

```

Фигура 8. Вывод результата компиляции

И теперь мы уже можем начать обучение нашей нейронной сети для этого нужно указать количество эпох обучения и вызвать метод `fit` у нашей модели.

```

+ Код + Текст
history = model.fit(
    train_ds,
    validation_data=val_ds,
    epochs=epochs)

# visualize training and validation results
acc = history.history['accuracy']
val_acc = history.history['val_accuracy']

loss = history.history['loss']
val_loss = history.history['val_loss']

epochs_range = range(epochs)

plt.figure(figsize=(8, 8))
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.plot(epochs_range, acc, label='Training Accuracy')
plt.plot(epochs_range, val_acc, label='Validation Accuracy')
plt.legend(loc='lower right')
plt.title('Training and Validation Accuracy')

plt.subplot(1, 2, 2)
plt.plot(epochs_range, loss, label='Training Loss')
plt.plot(epochs_range, val_loss, label='Validation Loss')
plt.legend(loc='upper right')
plt.title('Training and Validation Loss')
plt.show()

```

Фигура 9. Пример программы машинного обучения

Код с документации по TensorFlow который использует библиотеку Matplotlib позволит нам совершить статистическую оценку данных. А после обучения

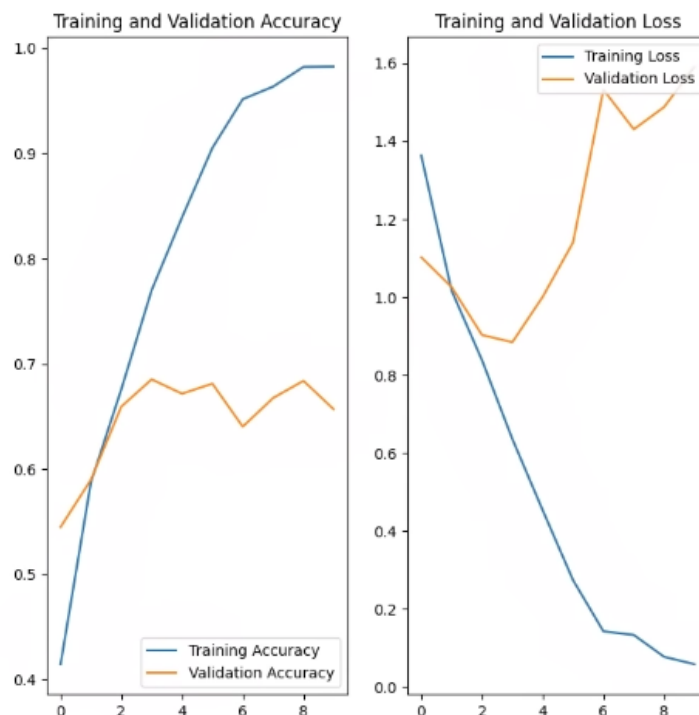
вывести наглядный статистические данные в виде графиков отображающий два важных показателя: Точность (Accuracy) и потери (Loss)

```
Epoch 1/10  
92/92 [=====] - 133s 1s/step - loss: 1.4290 - accuracy: 0.3832 - val_loss: 1.1002 - val_accuracy: 0.5422  
Epoch 2/10  
92/92 [=====] - 119s 1s/step - loss: 1.0710 - accuracy: 0.5661 - val_loss: 1.0545 - val_accuracy: 0.5695  
Epoch 3/10  
92/92 [=====] - 119s 1s/step - loss: 0.8900 - accuracy: 0.6567 - val_loss: 0.9460 - val_accuracy: 0.6267  
Epoch 4/10  
92/92 [=====] - 117s 1s/step - loss: 0.7224 - accuracy: 0.7285 - val_loss: 0.9375 - val_accuracy: 0.6349  
Epoch 5/10  
92/92 [=====] - 120s 1s/step - loss: 0.5300 - accuracy: 0.8007 - val_loss: 0.8824 - val_accuracy: 0.6785  
Epoch 6/10  
92/92 [=====] - 125s 1s/step - loss: 0.3284 - accuracy: 0.8893 - val_loss: 0.9843 - val_accuracy: 0.6771  
Epoch 7/10  
92/92 [=====] - 120s 1s/step - loss: 0.1871 - accuracy: 0.9414 - val_loss: 1.4537 - val_accuracy: 0.6185  
Epoch 8/10  
92/92 [=====] - 122s 1s/step - loss: 0.1261 - accuracy: 0.9615 - val_loss: 1.4179 - val_accuracy: 0.6267  
Epoch 9/10  
92/92 [=====] - 115s 1s/step - loss: 0.0686 - accuracy: 0.9799 - val_loss: 1.7592 - val_accuracy: 0.6362
```

Фигура 10. Вывод статистических данных

Уровень отклонённых данных - это способ измерения того насколько далеко предсказуемое значение находится от желаемого выходного значения. Чем выше показатель потерь тем хуже нейросеть справляется со своей задачей.

Между эпохами обучения эти значения будут меняться, а график позволит нам увидеть как именно они меняются:



Фигура 11. График отображающий точность данных и уровень отклонения

Этот график наглядно демонстрирует проблему которая в нейросетях называется переобучение или же Overfitting. Это ситуация, когда нейросеть настолько долго обучается на тренировочном датасете, что начинает правильно распознавать только изображение только из самого датасета.

Мы видим что в левом графике показатель Training Accuracy только растёт, в то время как Validation Accuracy где-то с четвёртой-пятой эпохи стагнирует. Также посмотрим на правый график, мы видим что Training Loss стремительно падает в то время как Validation растёт.

То есть нейросеть к десятой эпохе подходит к тому, что начинает очень точно распознавать тренировочный датасет и плохо распознавать валидационный. При этом очень сильно растут потери в валидационном датасете, у тренировочного потери только падают. Это и есть **переобучение**.

Один из наиболее эффективных способов борьбы с переобучением - это увеличение размера обучающей выборки. Чем больше данных у вас есть, тем лучше модель может обобщать. Если нет возможности собрать больше данных, можно воспользоваться аугментацией данных, что позволяет создавать дополнительные обучающие примеры путем их трансформации.

Добавление **регуляризации** к модели помогает уменьшить переобучение. L1 и L2 регуляризация добавляют штрафы за большие веса модели. Это может помочь уменьшить чрезмерное настраивание на обучающие данные.

Аугментация - это приём который позволяет дополнить набор данных в несколько раз путем несложных манипуляций с изображениями: поворачивают, отражают, искажают картинки в наборе данных таким образом что в итоге из одного изображения можно получить сразу 5-7 штук, а набор данных на 3 тысячи изображений растянуть до 15-20 тысяч.



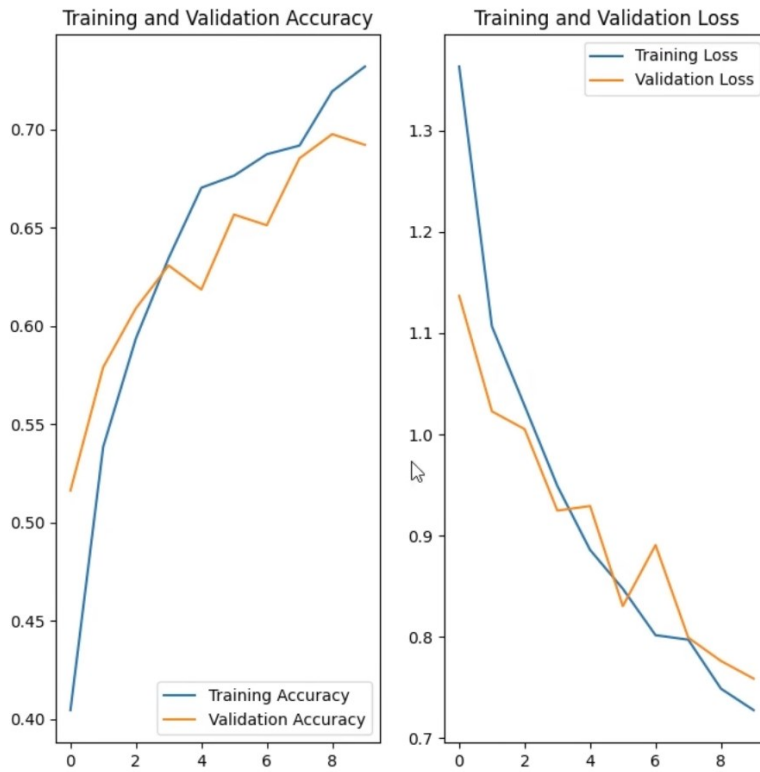
Фигура 12. пример аугментации данных

Применив ниже перечисленные методы, можем достичь аугментации данных, с разбросом данных в несколько тысяч элементов.

```
# аугментация
layers.experimental.preprocessing.RandomFlip("horizontal", input_shape=(img_height, img_width, 3))
layers.experimental.preprocessing.RandomRotation(0.1),
layers.experimental.preprocessing.RandomZoom(0.1),
layers.experimental.preprocessing.RandomContrast(0.2),
```

Фигура 13. Методы используемые для аугментации данных

Можем заметить что после процесса аугментации данных, выводимые в график результаты значительно улучшились.



Фигура 14. Графический вывод данных после совершения аугментации набора данных

```
Делаем инференс на новом изображении

# load image
sunflower_url = "https://storage.googleapis.com/download.tensorflow.org/example_images/592px-Red_sunflower.jpg"
sunflower_path = tf.keras.utils.get_file("Red_sunflower", origin=sunflower_url)


img = tf.keras.utils.load_img(
    sunflower_path, target_size=(img_height, img_width)
)
img_array = tf.keras.utils.img_to_array(img)
img_array = tf.expand_dims(img_array, 0)

# make predictions
predictions = model.predict(img_array)
score = tf.nn.softmax(predictions[0])

# print inference result
print("На изображении скорее всего {} ( {:.2f}% вероятность)".format(
    class_names[np.argmax(score)],
    100 * np.max(score)))

# show the image itself
img.show()
```

1/1 [=====] - 0s 43ms/step
На изображении скорее всего sunflowers (99.71% вероятность)



Фигура 15. Пример внедрения финального кода с учётом процесса аугментации набора данных

Заключение

Таким образом, мы написали пример создания и обучения модели нейронной сети с использованием TensorFlow для классификации изображений цветов. Наша модель включает в себя несколько важных компонентов, таких как аугментация данных, регуляризация и обработка изображений.

Выводы о проделанной работе:

Аугментация данных: использовали аугментацию данных, такую как случайное отражение, поворот, увеличение масштаба и контраста. Это помогает модели обучаться на более разнообразных данных, что может повысить ее способность обобщать.

Архитектура модели: модель состоит из сверточных слоев, слоев подвыборки и полносвязных слоев. Эта архитектура обеспечивает хороший баланс между изучением признаков на разных уровнях и обобщением.

Регуляризация: применили регуляризацию с помощью слоя Dropout, что помогает предотвратить переобучение и улучшить производительность модели на новых данных.

Компиляция и обучение модели: использовали оптимизатор Adam и функцию потерь Sparse Categorical Crossentropy.

Интерпретация результатов: После обучения модели, мы загрузили изображение и получили прогнозы от модели. Модель определила класс изображения (в данном случае, вид цветка) с вероятностью. Это важный шаг для понимания того, как работает модель и какие выводы она делает.

Отображение изображения: В завершение, отобразили само изображение для наглядности.

Библиография

1. <https://www.tensorflow.org/>
2. [Курс по машинному обучению](#)
3. <https://www.deeplearningbook.org/>
4. <https://github.com/tensorflow/tensorflow>
5. <https://colab.research.google.com/>
6. <https://jupyter.org/>
7. <https://realpython.com/tutorials/machine-learning/>

ВАЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОРМАТОВ XML И JSON ПРИ СОЗДАНИИ ПРИЛОЖЕНИЙ, РЕАЛИЗОВАННЫХ НА JAVA

Olga CERBU, dr. conf. universitar

<https://orcid.org/0000-0002-6278-7115>

Tatiana SESTACOVA, dr. conf universitar

<https://orcid.org/0000-0002-6995-4254>

Maryia ROTAR

Государственный Университет Молдовы, Факультет Информатики

Технический университет Молдовы

Резюме. В этой статье рассматриваются универсальные форматы для сериализации, обмена данными и конфигураций в приложениях на Java, такие как json и xml. Также рассматривается проблематика, из-за которой возникла необходимость применять технологии json и xml, анализ их различий и особенностей. Форматы стандартизируют обмен данными между разными системами (xml) и в веб-приложениях и между клиентом и сервером (json).

Ключевые слова: xml, json, java, web-приложения.

Summary. This article discusses generic formats for serialization, communication, and configurations in Java applications, such as json and xml. It also discusses the problems that necessitated the use of json and xml technologies, as well as the analysis of their differences and features. Formats standardize the exchange of data between different systems (xml) and in web applications and between client and server (json).

Key words: xml, json, java, web applications.

Введение

В настоящий момент для проектирования информационных систем является важным возможность быстро настроить систему и удобно и эффективно обмениваться данными между частями этой системы. То есть, на первое место при разработке ставится простота, быстрота и читаемость. Так, возникла необходимость применять особое структурирование данных, которое позволяло разработчикам максимально быстро разобраться в логике проекта. В этом контексте невозможно не уделить внимание двум мощным инструментам - JSON (JavaScript Object Notation) и XML (Extensible Markup Language). Эти форматы данных стали базой для современных приложений[1,2].

JSON имеет простой и понятный синтаксис, используется для веб-приложений и API как для обмена данными между клиентом и сервером (или микросервисами), так и для до хранения конфигурационных файлов[2].

XML имеет иерархическую структуру, возможность валидации данных, и является более старым способом представления информации. Этот формат нашел применение в областях, включая представление сложных структур данных, создание документов и обмен информацией между системами[3].

В данной работе будут рассмотрены примеры использования форматов в контексте java-приложений, проанализированы преимущества и недостатки, а также их применение при разработке.

XML

XML - это формат структурирования данных, аналогичный языку разметки HTML, который расшифровывается как "Расширяемый Язык Разметки" (англ. Extensible Markup Language). Этот формат является стандартом, рекомендованным сообществом W3C для использования в качестве общего инструмента разметки. В отличие от некоторых других языков разметки, XML не предопределен, что означает, что разработчику необходимо самостоятельно определять используемые теги и структуру.

Проблема, которая привела к развитию Xml, сформировалась еще в конце 1990-х годов и начале 2000-х годов. Эта проблема - необходимость в стандарте для обмена данными между различными системами, работающими на разных платформах и с использованием разных языков программирования. В итоге, XML был разработан как универсальный формат, способный описывать структурированные данные с использованием разметки. Он предоставил стандартизированный и расширяемый способ представления данных, что позволило разным системам и приложениям обмениваться информацией и работать вместе.

В данный момент основной задачей XML все еще является обеспечение передачи данных между различными системами, даже если эти системы концептуально различны. Это делает его идеальным для обмена информацией в интернете и между разными приложениями. Множество других языков и стандартов, таких как XHTML, MathML, SVG, XUL, XBL, RSS и RDF, базируются на XML.

JSON

JSON - это формат данных, который подобен объектам JavaScript. Это сокращение означает "JavaScript Object Notation" (Запись Объектов JavaScript), и он широко используется для обмена данными в веб-приложениях и API и при этом не зависит от языка, так как базируется на стандартных соглашениях программирования. В отличие от XML, JSON предоставляет более простой и

легковесный синтаксис. В JSON данные представляются в виде пар ключ-значение, что делает их легкими для чтения и понимания как человеком, так и машиной.

Проблемой, связанной с необходимостью развития json, являлась потребность обмениваться данными между клиентской и серверной сторонами веб-приложений. Так, JSON был создан как формат данных, который мог быть легко интерпретирован и создан средствами JavaScript. Он предоставил простой способ представления данных, который был совместим с языком JavaScript и идеально подходил для обмена данными в веб-приложениях. JSON также стал популярным для использования в RESTful API, что способствовало его проникновению в java-разработку для обработки данных, полученных из таких API, и передачи данных обратно.

JSON примечателен тем, что его синтаксис напрямую отражает структуры данных в объектно-ориентированных языках, что делает его естественным выбором для взаимодействия с веб-технологиями. Кроме того, JSON обладает относительно небольшим размером данных, что делает его эффективным в сетевых приложениях.

Итак, какие-то из корневых причин создания XML и JSON включают стандартизацию обмена данными между разными системами (XML) и предоставление удобного формата для обмена данными в веб-приложениях и между клиентом и сервером (JSON). Эти форматы решают разные задачи и имеют разные преимущества в зависимости от контекста и требований приложений.

Отличия xml и json

Далее описываются основные отличия технологий xml и json:

JSON (JavaScript Object Notation):

- Простота чтения и записи: JSON имеет чистый и простой синтаксис, что облегчает чтение и запись данных в формате JSON. Это особенно важно при разработке приложений, где необходима человекочитаемость данных.
- Легковесность: JSON формат более компактный и легковесный, чем XML, что делает его эффективным для передачи данных по сети.

XML (Extensible Markup Language):

- Структура и гибкость: XML предоставляет богатую структуру данных и поддерживает сложные иерархии. Это особенно полезно для представления документов, конфигураций и данных с разнообразными свойствами.
- Валидация данных: XML позволяет определять схемы данных (XSD) для валидации данных. Это важно, когда требуется обеспечить строгую согласованность данных.

Сходства xml и json

- Оба JSON и XML обладают характеристикой самоописания (способность данных или формата описывать свою структуру и содержание внутри себя). Самоописывающиеся форматы спроектированы таким образом, что их легко читать и записывать как человеку, так и машине. Это позволяет обеспечивать человекопонимаемость и машинную интерпретацию данных.
- JSON и XML обладают встроенной поддержкой определения и проверки структуры данных. Это означает, что можно легко создавать схемы, которые описывают, какие данные допустимы, и проверять, соответствуют ли данные этим схемам.
- JSON и XML поддерживаются множеством языков программирования. Например, JSON активно поддерживается в JavaScript, Python, Perl и Ruby, в то время как XML имеет поддержку в языках, таких как JavaScript, PHP и C#. Это демонстрирует их универсальность и пригодность для разных целей.
- Оба формата также могут использоваться для сериализации данных, то есть преобразования структуры данных в формат, подходящий для хранения или передачи. Это делает их ценными инструментами для обмена информацией между различными приложениями и системами через различные коммуникационные каналы, такие как HTTP или SOAP.
- Оба формата являются текстовыми, что облегчает их использование и чтение. Хотя JSON считается более простой альтернативой XML.
- Форматы имеют иерархическую структуру, в которой каждое поле имеет свое имя и значение, что облегчает понимание сложных структур.

Поддержка форматов в Java

Поддержка Json в Java:

В Java существуют библиотеки, такие как Jackson, Gson и org.json, которые упрощают работу с JSON. Эти библиотеки позволяют легко преобразовывать в объекты Java и обратно, преобразовывать в JSON данные.

Поддержка Xml в Java:

Для работы с этим форматом в Java существует библиотека Java API for XML Processing (JAXP), которая предоставляет инструменты для чтения и записи XML данных. JAXB (Java Architecture for XML Binding) позволяет маршализовать и демаршализовать XML данные в объекты Java.

Примеры форматов в приложениях Java

Пример применения Json в Java:

```
import org.json.JSONObject;
public class JSONExample {

    public static void main(String[] args) {

        JSONObject jsonObject = new JSONObject();
        jsonObject.put("name", "John");
        jsonObject.put("age", 30);
        jsonObject.put("city", "New York");
        String jsonString = jsonObject.toString();

        System.out.println(jsonString);

    }
}
```

Здесь рассмотрен простой пример создания json-объекта на java с выводом в консоль.

Результат вывода: {"name": "John", "age": 30, "city": "New York"}

Так как в основном json объекты пересылаются как ответ на запрос с фронтенда в Restful приложениях, то чаще всего применение json-а будет выглядеть следующим образом:

```
@RestController
public class ApiController {

    @GetMapping("/api/example")
    public DataObject getData() {
        JSONObject jsonObject = new JSONObject();
        jsonObject.put("name", "John");
        jsonObject.put("age", 30);
        jsonObject.put("city", "New York");
        return jsonObject;
    }
}
```

Таким образом, клиент получит легко преобразуемые данные, которые очень просто обработать и прочитать разработчику.

Пример применения Xml в Java:

Что касается применения xml для передачи объектов в java, то он менее удобный и объемный, чем json. Простой пример для данного формата:

```
public class SimpleXMLExample {
    public static void main(String[] args) {
        try {
```

```

    DocumentBuilderFactory docFactory =
DocumentBuilderFactory.newInstance();
        DocumentBuilder docBuilder =
docFactory.newDocumentBuilder();
        // Создание корневого элемента:
Document doc = docBuilder.newDocument();
Element rootElement = doc.createElement("person");
doc.appendChild(rootElement);
        // Добавление дочерних элементов
Element name = doc.createElement("name");
name.appendChild(doc.createTextNode("John"));
rootElement.appendChild(name);
Element age = doc.createElement("age");
age.appendChild(doc.createTextNode("30"));
rootElement.appendChild(age);
Element city = doc.createElement("city");
city.appendChild(doc.createTextNode("New York"));
rootElement.appendChild(city);
String xmlString = docToString(doc);
System.out.println(xmlString);
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
}

```

Результат вывода будет представлять собой структуру xml:

```

<person>
  <name>John</name>
  <age>30</age>
  <city>New York</city>
</person>

```

Видно, что создание xml-объекта очень долгое. Поэтому, для передачи данных предпочтительнее применять json. Однако, структура в виде xml нашла себе место в файлах конфигураций. Например, pom.xml (файл настройки проекта в системе управления проектами Apache Maven, который используется для определения структуры и зависимостей проекта).

Чтение конфигураций xml-файла максимально простое:

```

public static void main(String[] args) {
    try {
        Configurations configs = new Configurations();
        XMLConfiguration config = configs.xml("config.xml");
        String name = config.getString("person.name");
        String age = config.getString("person.age ");
        String city = config.getString("person.city");}
    }
}

```

Вывод о важности применения xml и json в Java приложениях

Все современные приложения представляют собой очень сложные системы, поэтому для их понимания и облегчения настройки требуются средства структурирования, такие как xml и json. В данный момент, они четко разделили роли для применения в java-приложениях: xml – в конфигурационных файлах, а json – для передачи информации между информационными системами.

Библиография

1. HERBERT, S. Java: The Complete Reference. Second edition, 2021.
2. DOUGLAS, C. JSON: Up and Running. Second edition, 2015.
3. SANDOVAL, J. XML and JSON Processing in Java. First edition, 2019.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ С ОБРАБОТКОЙ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SPRING SECURITY

Olga CERBU, dr. conf. universitar

<https://orcid.org/0000-0002-6278-7115>

Tatiana SESTACOVA, dr. conf universitar

<https://orcid.org/0000-0002-6995-4254>

Roman RUDI

Государственный Университет Молдовы, Факультет Информатики
Технический университет Молдовы

Резюме. В рамках данной работы была представлена возможность создания веб-приложения с использованием Spring Security. Фреймворк предоставляет конфигурацию различных аспектов безопасности приложения, такие как аутентификация, авторизация и защита от интернет-атак. В статье представлено краткое ознакомление с возможностями Spring Security в контексте создания веб-приложения на Java.

Ключевые слова: Spring Security, Authentication, Authorisation, CSRF, CORS.

Abstract. As part of this work, the possibility of creating a web application using Spring Security was presented. The framework provides configuration for various aspects of application security, such as authentication, authorization, and protection against Internet attacks. This article provides a brief introduction to the capabilities of Spring Security in the context of creating a web application in Java.

Keywords: Spring Security, Authentication, Authorisation, CSRF, CORS.

Введение

Spring Security — это платформа, обеспечивающая аутентификацию, авторизацию и защиту от распространенных атак. Благодаря первоклассной поддержке защиты как императивных, так и реактивных приложений, он является де-факто стандартом для защиты приложений на основе Spring[1].

Основные функции Spring Security включают:

- 1) Аутентификацию: Spring Security предоставляет механизмы аутентификации, позволяющие проверить личность пользователя. Это может включать в себя аутентификацию на основе пароля, токенов, сертификатов и других методов.
- 2) Авторизацию: После аутентификации Spring Security предоставляет возможность определить, какие действия и ресурсы доступны аутентифицированным пользователям. Это позволяет управлять правами доступа и определять, кто может выполнять какие операции.
- 3) Управление сессиями: Spring Security обеспечивает управление жизненным циклом сессий пользователей, включая создание, хранение и завершение

сеансов. Это особенно важно для безопасности приложений, которые работают с чувствительными данными.

- 4) Защиту от атак: Spring Security предоставляет механизмы защиты от распространенных атак, таких как атаки CSRF (межсайтовой подделки запроса), инъекции SQL, XSS (межсайтового скриптования) и другие [2].

Spring Security интегрируется со всеми другими технологиями Spring, такими как Spring Boot, Spring MVC, Spring Data, Spring AOP, Spring Restful API, Spring OAuth, Spring Batch и другие. Он позволяет задавать параметры безопасности приложения.

Для добавления Spring Security к веб-приложению, достаточно добавить зависимость в pom.xml для Maven и в build.gradle, если используете Gradle.

Добавление зависимости для Maven:

```
<dependency>
  <groupId>org.springframework.boot</groupId>
  <artifactId>spring-boot-starter-security</artifactId>
</dependency>
```

Аутентификация

Аутентификация в Spring Security играет ключевую роль в обеспечении безопасности приложений, позволяя идентифицировать пользователей и проверять их подлинность. Spring Security предоставляет различные способы аутентификации, а также множество настроек для обеспечения безопасности приложения. Основной настройкой безопасности приложения является создание и настройка многочисленных фильтров безопасности, проверяющих различные аспекты запроса, такие как CORS, наличие CSRF-токена, проверка на правильность введенных данных, наличие сессионного токена или JWT и прочее.

Spring Security поддерживает различные способы аутентификации пользователей:

- 1) Через форму входа при создании Spring MVC приложения. Для этого используется задание фильтра в конфигурации приложения: SecurityFilterChain.
- 2) Через JSON запрос с данными логина и пароля. На сервере данные обрабатываются и сравниваются с имеющимися в базе данных. Пароль возможно захашировать любим алгоритмом хэширования с добавлением соли. Часто этот метод используется при создании RESTful приложения.
- 3) Sessions – вид аутентификации по умолчанию. Сессии позволяют передавать в файле Cookie сессионный токен. Жизненный цикл токена истекает при закрытии браузера или по истечении времени, установленном в конфигурации приложения.

- 4) JWT – JSON Web Token – токен, который создаётся на сервере. В нём хранится необходимая для авторизации информация, такая как роль пользователя, дата истечения срока годности токена и прочее. JWT хранится в кэше браузера или в Cookie файле в зависимости от настройки на фронтенде и не истекает при закрытии браузера или выключении системы. Он отправляется каждый раз с запросом пользователя в качестве дополнительной нагрузки, чтобы авторизовать пользователя для доступа к соответствующим эндпоинтам.
- 5) OAuth 2.0 (Open Authorization 2.0) - это протокол авторизации, который позволяет веб-приложениям получать доступ к ресурсам от имени пользователя или другого приложения без необходимости раскрывать его учетные данные (например, пароль). OAuth 2.0 используется для авторизации пользователя и предоставления третьей стороне (клиенту) ограниченного доступа к ресурсам на сервере, где пользователь имеет учетную запись. Этот протокол широко используется для реализации аутентификации и авторизации в современных веб-приложениях и API.

Для настройки OAuth необходимо зайти на сайт, поддерживающий аутентификацию с помощью удалённого сервиса, такой как Google, GitHub или Facebook. Для каждого сайта есть документация, которая укажет, как добавить функционал аутентификации.

Пример конфигурации через форму входа:

```
@Bean
public SecurityFilterChain filterChain(HttpSecurity http) throws
Exception {
    http
        .authorizeRequests(authorize -> authorize
            .anyRequest().authenticated()
        )
        .formLogin(withDefaults())
        .httpBasic(withDefaults());
    return http.build();
}
```

Пример конфигурации через OAuth2.0:

```
@Bean
public SecurityFilterChain filterChain(HttpSecurity http) throws
Exception {
    return http
        .oauth2Login()
        .loginPage("/login")
        .and()
        .logout()
        .logoutSuccessUrl("/")
}
```

```
        .build();  
    }
```

Пример настройки конфигурации OAuth2.0 для GitHub в application.yml:

```
spring:  
  security:  
    oauth2:  
      client:  
        registration:  
          github:  
            client-id: id клиента  
            client-secret: секретный ключ клиента  
            scope:  
              - email  
              - public-profile
```

Авторизация

Авторизация в Spring Security позволяет контролировать доступ пользователей к защищенным ресурсам, таким как URL, методы и доменные объекты. Spring Security предоставляет гибкие инструменты для определения правил доступа и разграничения доступа пользователей. Давайте рассмотрим основные аспекты авторизации:

- 1) Роли (Roles): Spring Security позволяет определять роли, которые пользователи могут иметь. Вы можете присвоить роли пользователям и настроить правила доступа на основе ролей. Например, вы можете разрешить доступ только администраторам (`hasRole('ADMIN')`) или только зарегистрированным пользователям (`hasRole('USER')`).
- 2) Разрешения (Permissions): Вы можете определять разрешения (`permissions`) для конкретных действий в вашем приложении. Например, разрешения могут относиться к операциям CRUD (создание, чтение, обновление, удаление) над определенными ресурсами. Spring Security позволяет использовать разрешения для более детального контроля доступа.
- 3) Выражения (Expressions): Spring Security поддерживает выражения в правилах доступа, позволяя создавать более сложные и гибкие правила. Вы можете использовать выражения SpEL (Spring Expression Language) для определения правил доступа, например: `hasRole('ADMIN')`, `hasAuthority('ROLE_ADMIN')` и `hasPermission('resource', 'read')`.
- 4) Аннотации: Spring Security предоставляет аннотации, такие как `@PreAuthorize` и `@PostAuthorize`, которые можно использовать над методами в контроллерах. Эти аннотации позволяют определить правила доступа к конкретным методам.

Пример доступа пользователя к методу с предварительной проверкой роли:

```

@RestController
public class MyController {
    @GetMapping("/admin")
    @PreAuthorize("hasRole('ADMIN')")
    public String adminPage() {
        return "admin";
    }
}

```

Методы обеспечения безопасности приложения

Spring Security предоставляет множество механизмов и фильтров, чтобы обеспечивать защиту приложений от распространенных атак. Ниже представлены некоторые из атак, от которых Spring Security обеспечивает защиту, и способы, как это происходит:

- 1) Фиксация сессии (Session Fixation): Spring Security защищает от атаки фиксации сессии, предотвращая злоумышленникам возможность использования фиксированных сессионных идентификаторов. По умолчанию, Spring Security генерирует новую сессионную идентификацию после аутентификации пользователя.
- 2) Clickjacking - это атака, при которой злоумышленник скрывает вредный контент за видимым интерфейсом вашего сайта, чтобы обмануть пользователя и получить его действия. Spring Security предоставляет защиту от clickjacking с помощью заголовка HTTP X-Frame-Options, который позволяет вам определить, какие сайты могут встраивать ваш сайт в <iframe>. Spring Security по умолчанию защищает от кликджекинга, отключая рендеринг страницы внутри iframe. Это делается путем установки заголовка X-Frame-Options в значение DENY.

```

@Override
protected void configure(HttpSecurity http) throws Exception {
    http
        .headers()
            .frameOptions()
                .sameOrigin();
}

```

Этот код настроит заголовок X-Frame-Options на "SAMEORIGIN", что означает, что ваш сайт может быть встроен только в фреймы с тем же источником (origin).

- 3) Межсайтовая подделка запросов (Cross-Site Request Forgery, CSRF): Spring Security предоставляет встроенную защиту от атак CSRF с использованием токена CSRF (CSRF token). Токены CSRF генерируются и

вставляются в формы, и их проверка выполняется при отправке запросов. Это предотвращает атаки, при которых злоумышленники пытаются выполнить действия от имени авторизованного пользователя.

Если вы хотите отключить CSRF-защиту, вы можете использовать `disable()`, но это рекомендуется только в определенных случаях, например, если ваше приложение не имеет состояния и не предполагает ввод данных пользователем.

- 4) CORS-атака (Cross-Origin Resource Sharing). Настройка CORS позволяет определять правила доступа к ресурсам на разных источниках (доменах) и обеспечивает безопасное взаимодействие между клиентскими приложениями и сервером.

Настройка CORS в конфигурационном файле:

```
@Bean
CorsConfigurationSource corsConfigurationSource() {
    CorsConfiguration configuration = new CorsConfiguration();
    configuration.setAllowedOrigins(Arrays.asList("https://example.com"));
    configuration.setAllowedMethods(Arrays.asList("GET", "POST"));
    UrlBasedCorsConfigurationSource source = new
    UrlBasedCorsConfigurationSource();
    source.registerCorsConfiguration("/**", configuration);
    return source;
}
```

- 5) Защита от инъекций: Spring Security не является инструментом для защиты от инъекций напрямую, но обеспечивает защиту на уровне аутентификации и авторизации, что уменьшает риск атак, связанных с инъекциями. Для защиты от инъекций вам также рекомендуется использовать валидацию входных данных и параметризованные запросы при работе с базой данных.

Выводы

Spring Security – мощный фреймворк, который предоставляет много встроенных функций для защиты от различных веб-атак, предоставляет возможность аутентификации и авторизации. В статье были представлены лишь два варианта аутентификации: с помощью сессий и JWT, – однако существуют и другие методы. Помимо интеграции с классической системой Spring MVC он также поддерживает работу с RESTful и SOAP сервисами. Spring Security – гибкий фреймворк, который можно компоновать с множеством сервисов Spring.

Библиография

1. Spring Docs - <https://docs.spring.io/>
2. WALLS, C. Spring in Action. 6th Edition.

STUDIAREA ALGORITMULUI GENETIC DIN PERSPECTIVA STEAM**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 Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Abstract. În acest articol autorii abordează unele aspecte metodico-didactice care țin de calculul evolutiv și studierea Algoritmului Genetic din perspectiva STEAM. Este examinat la modul practic procesul de formare a populațiilor de cromozomi, cât și procedeele de aplicare ale operatorilor genetici: selecție, crossover-ul și mutația. La fel, se cercetează procesul de optimizare a funcției fitness și problema amplasării vârfurilor unui graf pe o riglă liniară, mizând pe îmbunătățirea soluției odată cu trecerea calitativă de la o populație la alta. Sunt evidențiate tehnicile și procedeele care pot fi aplicate eficient atât de biologi cât și de matematicieni și informaticieni la rezolvarea problemelor respective.

Cuvinte cheie: calcul evolutiv, algoritm genetic, concept STEAM.

Abstract. In this article the authors address some methodological-didactic aspects related to the evolutionary calculation and the study of the Genetic Algorithm from the STEAM perspective. The process of forming chromosome populations is examined in a practical way, as well as the application procedures of genetic operators: selection, crossover and mutation. In the same way, the optimization process of the fitness function and the problem of locating the vertices of a graph on a linear ruler are researched, counting on the improvement of the solution with the qualitative transition from one population to another. The techniques and procedures that can be effectively applied both by biologists and mathematicians and computer scientists to solve the respective problems are highlighted.

Keywords: evolutionary computation, genetic algorithm, STEAM concept.

1. Dezvoltarea calculului evolutiv

Abordarea privind aplicarea principiilor evolutive (calculul evolutiv) în soluționarea automată a problemelor (Problem Solving) datează cu mult timp mai înainte comparativ cu apariția și dezvoltarea calculatoarelor moderne. Alan Turing, încă în anul 1948, lansează o abordare nouă aplicată la soluționarea problemelor numită abordare evolutivă ori genetică. Ulterior, în anii 1960, informaticienii Lawrence J. Fogel, A. J. Owens și M. J. Walsh introduceau și dezvoltau conceptul de programare evolutivă. În aceeași perioadă Holland se concertează pe algoritmi genetici, iar Rechenberg și Schwefel lansează și dezvoltă strategiile evolutive ca modalități alternative de soluționare automată a problemelor. Ceva, mai târziu, în anii 1990, J. R. Koza dezvoltă programarea genetică, o nouă tehnică de căutare a soluțiilor.

Așa dar, calculul evolutiv este un domeniu al informaticii moderne, cu accent puternic în matematică, inspirat din procesul evoluției naturale, iar conceptul de bază care

ține de calculul evolutiv este interconexiunea evoluție naturală – tehnica de rezolvare a problemelor de tip experiment-eroare.

În contextul celor menționate, în prezent, un domeniu important de cercetare al informaticii îl reprezintă calculul evolutiv. După cum se știe, domeniul respectiv își ”trage seva”, adică își are rădăcinile în procesul evoluției naturale. Algoritmii care apar și se dezvoltă în acest domeniu se numesc algoritmi evolutivi și ei includ subdomenii importante de mare perspectivă precum [1-10]:

- *Programarea evolutivă;*
- *Strategii evolutive;*
- *Programare genetică;*
- *Algoritmi genetici.*

Algoritmii evolutivi presupun existența într-un mediu examinat, a unor indivizii constituiți într-o populație, care intră în competiție pentru a supraviețui, a se adapta și a se reproduce. Abilitatea indivizilor de a se adapta în mediul în care activează este corelată cu șansele lor de supraviețuire și reproducere și determină evoluția populației în timp. În contextul modalității de rezolvare a problemelor populația este modelată de operatorii genetici. Indivizii cel mai bine adaptați, după mai multe iterații a generațiilor, vor determina soluțiile problemei examinate. Mai jos descriem succint fiecare din domeniile menționate mai sus.

Programarea evolutivă. Programarea evolutivă este una dintre cele patru paradigme majore de algoritm evolutiv. Este similar cu programarea genetică, dar structura programului de optimizat este fixă, în timp ce parametrii numerici ai acestuia sunt lăsați să evolueze. Programarea evolutivă a fost folosit pentru prima dată de Lawrence J. Fogel în SUA în 1960 pentru a utiliza evoluția simulată ca proces de învățare care urmărește generarea de inteligență artificială. Fogel a folosit mașini cu stări finite ca predictor și le-a dezvoltat. În prezent, a devenit mai greu de distins de strategiile evolutive. Principalul operator al programării evolutive este mutația.

Strategii evolutive. Strategiile evolutive sunt algoritmi evolutivi care datează din anii 1960 și care sunt cel mai frecvent aplicați problemelor de optimizare a cutiei negre în spațiile de căutare continuă. Inspirat de evoluția biologică, formularea lor originală se bazează pe aplicarea mutației, recombinării și selecției în populații care reprezintă soluții candidate. Din punct de vedere algoritmic, strategiile evolutive sunt metode de optimizare care eșantionează noi soluții candidate stocastic, cel mai frecvent dintr-o probabilitate normală multivariată distribuție. Cele mai proeminente două principii de proiectare ale lor sunt *imparțialitatea și controlul adaptiv* al parametrilor a distribuției eșantionului.

Programarea genetică. Programarea genetică este o metodă independentă de domeniu care generează genetic o populație de programe pe calculator pentru a rezolva o

problemă. Mai exact, programarea genetică transformă în mod iterativ o populație de programe pe calculator într-o nouă generație de programe prin aplicarea operațiilor genetice care apar în mod natural. În inteligența artificială, programarea genetică (GP) se consideră o tehnică evolutivă a programelor, pornind de la o populație de programe mai puțin adecvate (de obicei aleatoare), potrivite pentru o anumită sarcină prin aplicarea unor operațiuni similare proceselor genetice naturale populației de programe. Operațiunile aplicate sunt: selectarea celor mai potrivite programe pentru reproducere (încrucișare), replicare și/sau mutație în dependență de funcția de fitness predefinită. Operația de încrucișare implică schimbarea părților specificate ale perechilor selectate (părinți) pentru a produce descendenți noi și diferiți care devin parte din noua generație de programe. Unele programe care nu sunt selectate pentru reproducere sunt copiate din generația curentă în generația nouă. Mutația implică înlocuirea unei părți aleatoare a unui program cu o altă parte aleatorie a unui alt program. Apoi selecția și alte operațiuni sunt aplicate recursiv noii generații de programe. Elementele populației sunt de cele mai multe ori structuri arborescente. În mod obișnuit, membrii fiecărei noi generații sunt mai apti decât membrii generației precedente, iar programul cel mai bun din generație este adesea mai bun decât programele cele mai bune din generațiile anterioare. Încetarea evoluției are loc de obicei atunci când un program individual atinge un nivel predefinit de competență sau de fitness.

Algoritm genetic. Algoritmul genetic este o metodă care se referă la rezolvarea problemelor de optimizare și care se bazează pe selecția naturală, încrucișări și mutații, procesul care repetă evoluția biologică. Algoritmul genetic modifică în mod repetat o populație de soluții individuale. Referitor la algoritmul genetic, pe parcursul acestei lucrări, vom examina în profunzime mai multe aspecte care țin de dezvoltarea și aplicarea algoritmului.

În genere, ținem să menționăm că un algoritm evolutiv este considerat o componentă a calculului evolutiv în inteligența artificială. Un algoritm evolutiv funcționează prin intermediul procesului de selecție în care sunt excluși membrii cei mai puțin adaptați (cei mai puțin în formă) din grupul de populație examinat, în timp ce membrii apti supraviețuiesc și sunt luați în considerație până când sunt determinate soluții mai bune. Cu alte cuvinte, algoritmi evolutivi sunt aplicații computerizate care imită procesele biologice pentru a rezolva probleme complexe. În timp, membrii de succes evoluează pentru a prezenta soluția optimizată a problemei. Algoritmi evolutivi utilizează concepte în biologie, cum ar fi selecția, reproducerea și mutația.

2. Abordări didactice în studierea algoritmului genetic

Un algoritm evolutiv are o populație de soluții candidate, spre deosebire de metodele clasice, care încearcă să mențină o singură soluție cât mai bună. Există numeroase beneficii asociate cu algoritmi evolutivi. Unul dintre cele mai mari avantaje

vine în câștigurile de flexibilitate, deoarece majoritatea conceptelor de algoritm evolutiv sunt adaptabile chiar și la probleme complexe. Există câteva dezavantaje asociate algoritmilor evolutivi. Pentru una, soluția oferită de un algoritm evolutiv este mai bună decât în comparație cu alte soluții cunoscute. Ca atare, algoritmul nu poate dovedi că nici o soluție este total optimă, doar că este optimă în comparație cu celelalte rezultate.

Faptul că matematica și informatica se aplică pe larg în diverse științe, inclusiv în biologie, este un lucru cunoscut și apreciat. Reciprocitatea în acest sens nu întotdeauna are loc. De exemplu, în știința modernă nu se întâlnesc așa de multe situații când mecanismele, conceptele și noțiunile de bază din biologie se utilizează pe larg și eficient în matematică și informatică.

Algoritmul genetic este în acest sens un exemplu elocvent și convingător. Algoritmii genetici reprezintă tehnici adaptive de căutare euristică, care se implementează mizând pe principiile selecțiilor naturale și geneticii. Mecanismele de realizare ale Algoritmului Genetic este asemănător evoluției naturale și mizează pe principiul enunțat de Charles Darwin, ”supraviețuiește nu cel mai puternic ori inteligent, dar cel mai bine adaptat”. Astfel, Algoritmul Genetic reprezintă un model informatic-matematic care imită modelul biologic evoluționist pentru a soluționa probleme de căutare și optimizare, care poate fi interpretat și ca un model STEAM. Algoritmul Genetic este determinat dintr-un set de elemente care reprezintă o populație, formată din cromozomi (șiruri binare) și un set de operatori genetici (selecția, încrucișare și mutația) care influențează structura populației.

Algoritmul genetic este des utilizat pentru probleme în care găsirea soluției optime nu este simplă ori cel puțin ineficientă datorită caracteristicilor căutării probabilistice. Algoritmii genetici codifică o posibilă soluție la o problemă specifică într-o unică structură de date numită „cromozom” și aplică operatorii genetici la aceste structuri astfel încât să mențină informațiile critice. Aplicarea algoritmilor genetici pornesc de la o ”mulțime inițială de soluții posibile” ale problemei examinate (aleasă de obicei aleator) numită în literatura de specialitate „populație”.

Fiecare individ din ”populația examinată” reprezintă o posibilă soluție a problemei și este numit ”cromozom”, care este un șir de simboluri, de obicei exprimat ca un șir de biți. Cromozomii examinați evoluează pe durata iterațiilor succesive efectuate numite simbolic – generații. În cadrul fiecărei generații, cromozomii respectivi sunt evaluați folosind unele măsuri de potrivire, numite – fitness.

Pentru generarea următoarei populații (generații) sunt selectați cei mai ”eficienți”, cei mai ”buni” cromozomi din generația curentă. Cromozomii noi sunt formați utilizând unul din cei trei (ori chiar toți trei) operatori genetici centrali: **selecția, crossover și mutația**. Algoritmii Genetici au fost aplicați cu succes într-o varietate de aplicații NP-complete care necesită optimizarea globală a soluției și, în acest sens, nu există o metodă iterativă de rezolvare.

În Algoritmii Genetici indivizii dintr-o populație sunt reprezentați de cromozomi cu seturi codificate în ei, parametrii sarcinii, de exemplu soluții care altfel sunt numite puncte în spațiu de căutare ori puncte de căutare. În unele lucrări, indivizi se numesc organisme. În acest sens vom clarifica sensul următoarelor noțiuni biologice din perspectiva informaticii.

Conceptul de evoluție al lui Darwin este adaptat la funcționarea algoritmului genetic pentru a găsi soluții la o problemă exprimată prin intermediul funcției de fitness (funcție obiectivă ori funcție de adaptare). **Funcția fitness** (*fitness function*) reprezintă o măsură a adaptabilității unui individ dat în cadrul fiecărei generații. Această caracteristică permite evaluarea gradului de adaptare al indivizilor din populație și se alege dintre cei mai adaptați, adică pe cei cu cele mai mari valori ale funcției de fitness, în conformitate cu evoluția principiul supraviețuirii celui mai „puternic” (cel mai bine adaptat).

Algoritmii genetici au fost aplicați cu succes într-o varietate de aplicații NP-complete care necesită optimizarea globală a soluției și, în acest sens nu există, o metodă iterativă de rezolvare [1-10]. Care sunt principalele avantaje și dezavantaje ale algoritmilor genetici?

Avantajele Algoritmilor Genetici:

- Algoritmii genetici sunt simpli de utilizat și nu cer proprietăți importante ale funcției obiectiv, precum continuitate, derivabilitate, convexitate, ca în cazul algoritmilor clasici. AG pot găsi soluții optime sau aproape optime cu o mare probabilitate.
- Algoritmii genetici nu necesită informații derivate (care ar putea să nu fie disponibile pentru multe probleme din lumea reală).
- Algoritmii genetici sunt mai rapizi și mai eficienți în comparație cu metodele tradiționale. Optimizează atât funcțiile continue și discrete, cât și problemele multi-obiective.
- Oferă întotdeauna o listă de soluții „bune” și nu doar o singură soluție.
- Oferă întotdeauna un răspuns la problemă, care se îmbunătățește în timp și este util atunci când spațiul de căutare este mare și există un număr mare de parametri implicați.
- Algoritmii genetici sunt mai robuști decât algoritmii clasici de optimizare și mai eficienți comparativ cu metodele de căutare dirijată.
- Metodele clasice de căutare de regulă acționează la un moment dat asupra unui singur punct din spațiul de căutare. În schimb algoritmii genetici mențin o mulțime de soluții posibile care se exprimă prin populație.
- Algoritmii genetici sunt algoritmi probabilistici ce îmbină căutarea aleatoare cu cea dirijată.

- Algoritmii genetici realizează un echilibru între explorarea spațiului stărilor și găsirea celor mai bune soluții.
- Algoritmii genetici nu acționează direct asupra spațiului de căutare ci asupra unei codificări a lui.

Dezavantajele aplicării Algoritmilor Genetici:

- Valorile funcției de fitness este calculată la fiecare populație, în mod repetat, ceea ce poate fi costisitor din punct de vedere computațional pentru unele probleme.
- Fiind o metodă stocastică, nu există garanții asupra calității soluției.
- Algoritmii genetici dacă nu este implementat corespunzător poate să nu convergă către soluția optimă.
- Algoritmii genetici nu sunt potriviți pentru toate problemele, în special pentru problemele care sunt simple și pentru care sunt disponibile informații derivate.

3. Soluționarea problemelor practice cu aplicarea Algoritmului Genetic

Autorii, în contextul dat au examinat 2 tipuri de probleme.

- 1) **Problema amplasării optime a vârfurilor unui graf neorientat pe o riglă liniară.**
Problema amplasării optime a vârfurilor pe o riglă este o problemă clasică care necesită cunoștințe atât din matematică, informatică cât și, evident, care țin și de Algoritmii Genetici.

Problemă 1. Fie este dat graful G , unde $n = |G|$ - este numărul de vârfuri ale grafului G . Se cere de găsit cea mai bună amplasare a vârfurilor grafului G pe o riglă liniară după realizarea algoritmului genetic în k - cicluri (k - generații) și $k < n$.

În acest sens a fost propus un Algoritm care soluționează problema prin intermediul Algoritmilor Genetici.

- 2) **Problema optimizării.** Când este necesar să rezolvăm o problemă de optimizare, aplicând algoritmii genetici, examinăm anumite soluții obținute la o anumită populație, care țin de o generație mai avansată, și care de obicei, sunt mai bune decât alte soluții obținute anterior. Spațiul tuturor soluțiilor fezabile se numește spațiul de căutare sau spațiul stărilor. Problemele abordate folosind algoritmi genetici sunt de obicei probleme pentru care căutarea în spațiul soluțiilor este o problemă complicată sau chiar, după cum am menționat mai sus, NP-completă.

Algoritmii genetici sunt eficienți în special la problemele unde spațiul de căutare este imens și găsirea deterministă a unei soluții este foarte costisitoare sau chiar imposibilă. Formularea problemei optimizării este următoarea:

Se dă funcția $g(x_1, x_2, \dots, x_n): S \rightarrow R$, unde $S = T_1 \times T_2 \times \dots \times T_n$ este spațiul de căutare. Se cere să se găsească o soluție $s^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \in S$ pentru care se atinge minimul (maximul) funcției g . Mulțimile $T_i \subseteq R$, unde $i = 1, \dots, n$. Deci $S \subseteq R^n$.

De cele mai multe ori, nu este necesară soluția exactă s^* , ci o soluție optimă s_{optim} , o aproximare a soluției exacte, cu îndeplinirea condiției: $|s^* - s_{optim}| \leq \varepsilon$ ori $|g(s^*) - g(s_{optim})| \leq \varepsilon$, unde ε este gradul de precizie cerut pentru soluție.

Problema 2. Aplicând Algoritmul Genetic se cere de găsit maximul funcției

$$F(x) = -x^2 + 16x - 15,$$

pe intervalul de numere întregi $[1, \dots, 15]$.

Autorii soluționează problema respectivă prin generare de noi generații de populații (soluții) care conduc la rezolvarea Problemei respective.

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. HOLLAND, J.H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Ann. Arbor: University of Michigan Press, 1975. 183 p.
2. MITCHELL, M. *An Introduction to Genetic Algorithms*. Cambridge: MIT Press, 1996.
3. MITCHELL, M. Genetic Algorithms: An Overview. In: *Complexity*, 1995. Nr. 1(1), pp. 31-39.
4. DUMITRESCU, D. *Algoritmi genetici și strategii evolutive - Aplicații în inteligența artificială și în domenii conexe*. Cluj-Napoca: Editura Albastra, 2000.
5. GOLDBERG, D.E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Addison -Wesley, Reading, MA, 1989.
6. GAREY, M.R.; JOHNSON, D.S. *Computers and Intractability: A Guide to NP-completeness*. New York: W.H. Freeman and Company, 1978.
7. KOZA, J.R. *Genetic Programming*. Cambridge: MIT Press, MA, 1992.
8. OLTEAN, M. *Proiectarea și implementarea algoritmilor*. Cluj-Napoca: Computer Libris Agora, 2000.
9. BEASLEY, D.; BULL, D. R.; MARTIN, R. R. An Overview of Genetic Algorithms: Part 1. Fundamentals. In: *University Computing*, volume 15(2), pp. 58-69, 1993.
10. RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Second Edition. Prentice Hall, 2003.

INTEGRAREA EDUCAȚIEI STEM ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PRIMAR DIN MAREA BRITANIE: STUDIU DE CAZ

Tatiana CHIRIAC, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-6122-1937>

Catedra ITI, UPSC

Rezumat. În această lucrare analizăm experiența integrării educației STEM la nivelul învățământului primar în Marea Britanie, cu scop de a oferi o perspectivă asupra practicilor pedagogice STEM eficiente în educația școlară. Activitățile STEM nu se regăsesc în programa școlară la nivelul învățământului primar în Curriculum Național (2018), însă particularitățile dezvoltării cognitive a elevilor de vârstă școlară mică permit integrarea interdisciplinară a unor activități practice STEM pentru a aborda probleme din perspective noi și inovatoare.

Cuvinte cheie: educație STEM, învățarea prin practică, activități STEM.

Abstract. In this research, in order to highlight successful STEM pedagogical approaches in classroom instruction, we examine the experience of the implementation of STEM education in UK primary schools. The National Curriculum (2018) does not include STEM activities in the primary education curriculum; however, because of the unique cognitive development of young children, practical STEM activities can be integrated into interdisciplinary curricula to help solve problems in novel and creative ways.

Keywords: STEM education, learning by doing, STEM activities.

Introducere

În prezent, educația STEM, care combina știința, tehnologia, ingineria și matematica, se bazează pe practici inovatoare și eficiente folosite în întreaga lume cu scopul de a spori prosperitatea economică printr-o forță de muncă calificată. Mai multe țări dezvoltate au făcut investiții semnificative în inițiativele educaționale STEM, construind conexiuni interdisciplinare în cadrul programelor de studii. În acord cu *Cadrul educațional STEM* al Alianței globale STEM, care are ca scop identificarea celor mai bune practici în domeniul științei, tehnologiei, inginerie și matematică, educația STEM se bazează pe 3 domenii esențiale: (1) *competențe de bază* – competențele secolului 21 necesare pentru a prospera la locul de muncă modern; (2) *proiectarea instruirii* - proiectarea materialelor și programelor de studii care reflectă o pedagogie bazată pe cercetare; (3) *implementare* – disponibilitatea suporturilor sau serviciilor necesare pentru a facilita distribuția și a asigura o implementare eficientă a educației STEM. [1, p. 3] Acest cadru urmărește să ajute elaboratorii de programe școlare, furnizorii de conținut, cadrele didactice și alți factori de decizie în dezvoltarea și evaluarea programelor și materialelor de instruire de înaltă calitate în domeniul educației STEM.

În mare parte, conceptul de învățare STEM este interpretat într-o formulă mai amplă decât suma părților sale individuale, deoarece combinația celor patru materii ajută elevii să înțeleagă modul în care subiectele pe care le studiază intercalează, se susțin una pe alta și pot fi aplicate în soluționarea problemelor din viața reală. În acest context, Curriculum

Național (2018, 2019) din aria *Matematică și Științe*, dintr-o perspectivă disciplinară cum ar fi biologia, chimia, informatica, fizica și matematica, urmărește implementarea proiectelor interdisciplinare STEM pentru a dezvolta elevilor competențe necesare pentru a participa într-o lume din ce în ce mai tehnologizată.

Cu toate că Curriculum Național se concentrează pe abordarea trans- și interdisciplinară STEM, integrarea acestei noi strategii de învățare se confruntă cu mai multe provocări la momentul actual. În primul rând, implementarea educației STEM are o structură segregată, bazată pe o disciplină. În al doilea rând, proiectele STEM necesită adesea numeroase materiale și resurse pentru elevi, cum ar fi instrumente de construcție, echipamente digitale și alte materiale utilizate în designul unui proiect. Și, nu în ultimul rând, pentru a implementa în mod eficient un proiect STEM cadrele didactice trebuie să aibă cunoștințe profunde despre conținuturile tratate în cele patru domenii (știință, tehnologie, inginerie și matematică), cât și cunoștințe specializate despre cum să predea conținut STEM. În acest caz, ne ciocnim cu rezistența sau lipsa de motivație a profesorilor de a-și îmbunătăți convingerile și practica pentru a face față provocărilor în realizarea proiectelor STEM.

Totodată, constatăm că inițiativele STEM nu se regăsesc în programa școlară la nivelul învățământului primar (MEC, 2018). [2] Deși, știința, tehnologia, ingineria și matematica pot părea domenii complicate pentru elevii de vârstă școlară mică, în realitate aceștia sunt mai receptivi și se angajează spontan în activități interactive în sala de clasă, fie într-un format formal, fie unul neformal. Elevii din învățământul primar sunt, de fapt, mici cercetători care doresc să exploreze, să inventeze și să construiască. Interesele și dorințele naturale ale elevilor de vârstă școlară mică pentru activitățile de învățare se datorează specificului vârstei lor. „În această perioadă, gândirea elevului parcurge etape de dezvoltare precum reflexia, analiza și dezvoltarea a noi atitudini în cunoașterea realității înconjurătoare”, după cum afirmă cercetătorii Nour și Panico (2019), și „este important ca dezvoltarea intelectuală a elevilor din clasele primare se fie realizată prin sarcini de învățare ce includ acțiuni practice”, care în perspectivă contribuie la înțelegerea corectă a termenilor și formarea de aptitudini logice, spiritului de observație și creativității. [3, p. 38] De asemenea, autoarea Popa (2020) evidențiază că gândirea logică a elevilor primari se conturează prin intermediul unor acțiuni practice nemijlocite, permițând elevilor „să înțeleagă proprietățile de conservare a obiectelor (masă, volum)”. [4, p. 23] Ceea ce urmărim să accentuăm este că particularitățile dezvoltării cognitive a elevilor din învățământul primar permit introducerea în curricula școlară a unor activități practice STEM pentru a aborda probleme din perspective noi și inovatoare.

Importanța educației STEM în învățământul primar

Conform studiilor, educația bazată pe proiecte STEM îi învață pe elevi mai mult decât concepte de știință și matematică. Accentul pus pe învățarea practică cu aplicații din lumea

reală ajută la dezvoltarea creativității, unor seturi de abilități, inclusiv și abilităților secolului 21.

Abilitățile dobândite prin educația STEM includ rezolvarea problemelor, gândirea critică, curiozitatea, și multe altele. Într-o viziune generală, profesorul Chiriac (2021) evidențiază conceptul STEM ca perspectiva interdisciplinară, concepută ca mod de gândire și acțiune care familiarizează elevii cu principii, cunoștințe și metode generale interdisciplinare, care ar putea fi aplicate în contexte cât mai diverse posibil pentru soluționarea problemelor reale. [5, p. 7] Tehnologia este un mijloc de inovare, descoperire și creativitate specifică autorul Hald (2022). Activitățile STEM amplifică înțelegerea și gândirea logică a elevilor primari. Creând situații practice, conectate acolo unde este posibil cu viața reală, cadrul didactic ajută elevii să vadă modul în care conceptele științifice și matematice se raportează la lumea din jurul lor. Prin integrarea STEM cu „învățarea prin practică” elevii vor descoperi natura și lumea înconjurătoare în moduri inovatoare, vor învăța să experimenteze realitatea și să stabilească relații între situații și activități orientate spre producție menționează autorii Vakkas și Sule (2021). [6]

Unele dintre cele mai importante motive pentru care educația STEM este inclusă în învățământ, inclusiv și la nivelul primar, în țările dezvoltate (Marea Britanie, Finlanda, SUA, Japonia, China etc.), (Freeman, et al, 2019) este că această oferă o abordare constructivistă în integrarea științelor ale naturii, matematicii, ingineriei și tehnologiei. [7] Cel mai des, proiectele STEM la nivelul primar oferă cunoștințe și abilități cu privire la ceea ce vor avea nevoie tinerii pentru a se dezvolta și a prospera pe măsură ce vor face față provocărilor asociate lumii din jur. Grupul de autori Madden et al (2016) specifică importanța educației STEM prin următoarele afirmații: bază pentru studii universitare ulterioare; conexiuni cu viața de zi cu zi; cultivarea atitudinilor STEM pozitive; integrarea conținutului; pregătirea elevilor pentru locuri de muncă conexe cu domeniile STEM; promovează învățarea și gândirea de nivel superior; promovează implicarea în activități practice. [8]

În continuare vom examina experiența integrării educației STEM la nivelul învățământului primar în Marea Britanie, cunoscută pentru excelența sa în educație, cu scop de a oferi o perspectivă asupra practicilor pedagogice STEM eficiente în educația școlară.

Integrarea educației STEM în învățământul primar din Marea Britanie

Conform Curriculumului Național (<https://www.gov.uk/national-curriculum/>), disciplinele obligatorii pentru școala primară din Marea Britanie sunt limba engleză, matematica, științe, design și tehnologie, istorie, geografie, artă și design, muzică, educație fizică, inclusiv înot, informatică și limbi străine vechi și moderne (la nivelul 2). Educația STEM din Marea Britanie este integrată în ultimii ani cu subiectele curriculare care se bazează în mare parte pe aplicații din lumea reală. Activitățile STEM sunt susținute de

Departamentul de Educație și dezvoltate în mare parte de instituții, rețele și platforme specializate, cum ar fi: STEM Learning, the Institution of Engineering and Technology, Engineering For Kids, Isaac Physics, STEM Ambassador, Science Learning Partnerships și altele. Educația STEM în Marea Britanie este susținută și prin organizarea școlilor de vară, cum ar fi London International Youth Science Forum (LIYSF).

Platforma STEM Learning creează conexiuni la nivel național pentru a explora și dezvolta competente și facilita înțelegerea conceptului STEM, în același timp oferind materiale didactice pentru cadrele didactice și pentru alți factori educaționali. Analiza unor surse evidențiază că ceea ce este predat în școala primară se bazează pe considerații atente cu privire la provocările asociate lumii înconjurătoare și formarea unor cunoștințe primare în știință, tehnologie, inginerie și matematică. De exemplu, conform colecției de materiale didactice *STEM Learning* (<https://www.stem.org.uk/>) putem menționa următoarele activități [9]:

- Crearea unui infografic vizual pentru a comunica informații despre Eurotunnel;
- Crearea unui rover spațial care ar putea să se deplaseze pe Lună;
- Crearea unui proiect despre răspândirea microbilor și despre potențialul de a infecta oamenii, simulând distanța și impactul unui strănut cu ajutorul unui pulverizator de apă;
- Elaborarea unui proiect despre electricitatea static;
- Explorarea modului în care lumina de la Soare este blocată de munți, producând umbre cu ajutorul unor surse de lumină pentru a reprezenta Soarele și plastilină pentru a construi munți pe o suprafață;
- Explorarea modului în care animalele folosesc substanțele chimice parfumate și mișcarea pentru a comunica și pentru a-și crea propriul sistem de comunicare non-verbală;
- Proiectarea și crearea unui cod simplu pentru a elabora un sistem de comunicare în cadrul unei aplicații de programare prin blocuri;
- Înțelegerea cum migrează păsările, compararea dimensiunii și greutateii păsărilor cu distanța parcursă. Elaborarea unui planor mic cu aripi diferite pentru a testa variabilele distanței față de forma și lungimea aripii;
- Testarea mitului conform căruia apa încălzită la microunde este dăunătoare pentru plante și explorarea efectului pe care îl are diferite tipuri de apă asupra creșterii plantelor etc.

Toate activitățile STEM propuse sunt scurte și practice, ideale pentru orice cadru de învățare: în clasă, în aer liber sau acasă. Activitățile pot fi adaptate pentru a se potrivi curriculumului sau timpului disponibil și necesită puține resurse și materiale.

Resurse valoroase pentru studierea subiectelor STEM găsim pe site-ul instituției de Inginerie și Tehnologie (<https://education.theiet.org/primary/teaching-resources/>), care sunt structurate după domenii, discipline, teme, vârsta și durata de implementare a unui proiect/experiment STEM.

În linii mari observăm că educația STEM este privită prin două aspecte generale: din perspectiva curriculumului și metodologiei de predare abordată într-o școală, și din perspectiva publicului larg, format din experți, profesori, părinți și voluntari care pot ajuta indirect elevii să opteze pentru programe STEM. Însă, în ambele cazuri, elevii și profesorii trebuie să lucreze împreună pentru ca subiectele să fie prezentate și înțelese într-o manieră care poate fi practică în viața reală.

Abordările integrate ale predării și învățării și pregătirea cadrelor didactice sunt aspecte cheie asupra cărora se concentrează Guvernul Marelui Britanie pentru a oferi o generație responsabilă care este interesată și calificată în STEM. Conform Departamentului de Educație al MB [10], începând cu anul 2011 a existat o creștere fără precedent a numărului de studenți care aleg să preia discipline STEM, cum ar fi informatică, inginerie, chimie, fizică și biologie. De aceea, organizațiile responsabile investesc substanțial în implementarea STEM în școala primară și a pregătirii inițiale a profesorilor, conform aceleiași surse.

Concluzii

Generalizând, vom specifica că implementarea educației STEM integrative la nivelul învățământului primar, analizată pe modelul abordat de Marea Britanie, poate fi luată în considerare ca un exemplu de bune practici, ce reflectă o perspectivă clară asupra abordării STEM în format disciplinar și interdisciplinar. Având în vedere constrângerile de timp și resursele didactice pentru implementarea cu succes a educației STEM integrată la toate nivelele de studii, ar trebui depuse eforturi considerabile pentru a îngloba curricular și a realiza un echilibru între educația STEM și disciplinele obligatorii școlare. Integrarea conținuturilor STEM trebuie să înceapă cu nivelul de învățare primar pentru a facilita practicile de instruire ce realizează conexiuni între diferite discipline STEM. Elevii trebuie să învețe conceptele și abilitățile specifice unei discipline printr-o abordare interdisciplinară, și nu multidisciplinar, potrivit căreia conținuturile sunt învățate separat la fiecare disciplină de către elevi. O abordare STEM integrativă, pe de altă parte, se concentrează pe conținut interdisciplinar, și susține dezvoltarea abilităților de gândire critică și rezolvarea problemelor, atât de importante pentru obținerea unor rezultate performante ale învățării cognitive la elevii de vârstă școlară mică. Perspectiva implementării educației STEM în învățământul primar, ar putea contribui la îmbunătățirea și creșterea motivației elevilor pentru disciplinele STEM la următoarele nivele de învățământ.

Bibliografie

1. *Stem Education Framework*. Global STEM Alliance. © The New York Academy of Sciences. 2016. Disponibil de la: https://www.nyas.org/media/13051/gsa_stem_education_framework_dec2016.pdf [vizitat 10.10.2023].

2. *Curriculum Național Învățământul primar*. Chișinău, 2018. Disponibil de la: https://mecc.gov.md/sites/default/files/curriculum_primare_05.09.2018.pdf [vizitat 10.10.2023].
3. NOUR, A. *Bazele psihopedagogice de formare a atitudinilor de învățare la elevii de vârstă școlară mică prin individualizarea și diferențierea instruirii*. Teză de doctor în științe pedagogice. (conducător științific Panico, V.). 2019. Disponibil de la: http://www.cnaa.md/files/theses/2019/54976/alexandra_nour_thesis.pdf [vizitat 10.10.2023].
4. POPA, C. *Noțiuni de psihologia educației și management al clasei de elevi*. București: U.N.A.T.C. Press, 2017. ISBN 978-606-8757-22-3; Disponibil de la: https://unatc.ro/cercetare/pedagogie/pdf/CameliaPopa-Notiuni_de_Psihologia_Educatiei.pdf [vizitat 10.10.2023].
5. CHIRIAC, L. *Prefață*. Materiale Conferinței științifice internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)”. Chișinău, UST, 2021 29-30 octombrie, ISBN 978-9975-76-356-1. Disponibil de la: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/Vol_I_STEAM_2021.pdf [vizitat 12.10.2023].
6. VAKKAS, Y.; SULE, E. *The Effect of STEM Activities Prepared According to the Design Thinking Model on Preschool Children's Creativity and Problem-Solving Skills*. În rev: *Thinking Skills and Creativity*, vol. 41, 2021. Disponibil de la: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871187121000791?via%3Dihub> [vizitat 12.10.2023]
7. FREEMAN, B.; MARGINSON, S.; TYTLER, R. *An international view of STEM education*. In book: *STEM Education 2.0*. 2019. Disponibil de la: https://www.researchgate.net/publication/335551705_An_international_view_of_STEM_education [vizitat 14.10.2023].
8. MADDEN, L.; BEYERS, J.; O'BRIEN, S. *The Importance of STEM Education in the Elementary Grades: Learning from Pre-service and Novice Teachers' Perspectives* Lauren. În rev: *Electronic Journal of Science Education* Vol. 20, No. 5 (2016). Disponibil de la: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1188311.pdf> [vizitat 16.10.2023].
9. *STEM Learning. 50+ STEM activities for any primary classroom. Short and practical STEM activities*. Disponibil de la: <https://www.stem.org.uk/system/files/elibrary-resources/2020/09/50%2B%20STEM%20activities%20for%20any%20classroom%20-%20Primary.pdf> [vizitat 18.10.2023].
10. The Education Hub, Department of Education UK. *More young people are taking STEM subjects than ever before*. 2021. Disponibil de la: <https://educationhub.blog.gov.uk/2021/02/09/more-young-people-are-taking-stem-subjects-than-ever-before/> [vizitat 18.10.2023].

COMPETIȚIILE NAȚIONALE DE ROBOTICĂ - PLATFORMĂ DE REALIZARE A PROIECTELOR STEAM

Mariana CIOBANU, doctorand, domeniul Științe ale Educației

<https://orcid.org/0000-0003-2477-1099>

Angela GLOBA, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-2653-0320>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Implicarea elevilor într-o competiție urmărește mai multe scopuri, iar, în primul rând, dezvoltarea spiritului de competiție, sporirea performanțelor academice ale elevilor și creșterea încrederii în forțele proprii. Proiectele STEAM dezvoltate în cadrul competițiilor de robotică sunt axate pe rezolvarea problemelor din viața reală cu implementarea ulterioară a proiectului dezvoltat în diverse ramuri ale economiei naționale. În acest articol sunt descrise etapele de realizare a unui proiect STEAM în cadrul competiției FIRST LEGO League Moldova.

Cuvinte-cheie: educație STEAM, inginerie, gândire critică, valori fundamentale, robot, proiect inovativ, cod de program.

Abstract. The involvement of students in a competition aims at several goals, and, first of all, the development of the spirit of competition, increasing the academic performance of students and increasing self-confidence. STEAM projects developed within robotics competitions are focused on solving real-life problems with subsequent implementation of the developed project in various branches of the national economy. This article describes the stages of making a STEAM project within the FIRST LEGO League Moldova competition.

Keywords: STEAM education, engineering, critical thinking, core values, robot, innovative project, program code.

Introducere

STEAM este un acronim care se referă la domeniile Știință (Science), Tehnologie (Technology), Inginerie (Engineering), Artă (Arts) și Matematică (Mathematics). Activitățile de învățare STEAM pun accent pe interdisciplinaritate, aplicabilitate practică, încercare și eroare, lucru în echipă [1].

Proiectele STEAM sunt acele proiecte care se concentrează pe dezvoltarea și aplicarea cunoștințelor și abilităților în rezolvarea de probleme cotidiene. De obicei, aceasta implică rezolvarea de probleme practice sau dezvoltarea de soluții inovatoare utilizând principii și concepte din știință, tehnologie, inginerie și matematică. Ele pot varia de la proiecte mici, cum ar fi programarea unei aplicații, până la proiecte complexe, de exemplu, dezvoltarea de roboți sau cercetarea științifică avansată.

Proiectele STEAM sunt importante pentru educația tinerei generații, dar și pentru inovație, deoarece încurajează gândirea critică, rezolvarea de probleme, creativitatea și aplicarea practică a cunoștințelor teoretice. Acest tip de proiecte pot contribui la pregătirea

tinerilor pentru cariere în domeniile STEAM și la dezvoltarea de tehnologii și soluții avansate care aduc beneficii societății în ansamblu [2].

O implementare directă a conceptului STEAM este desfășurarea concursurilor de robotică. În Republica Moldova astfel de concursuri sunt: FIRST LEGO League Explorer, FIRST LEGO League Challenge, SumoBot, cât și concursuri realizate la nivel de școală, unde elevii, ghidați de profesori, realizează roboți aplicând seturile LEGO EV3, Spike Prime, WeDo și Spike Essential. De câțiva ani echipa din Republica Moldova participă la etapa FIRST Global.

FIRST LEGO League - un exemplu elocvent de proiect STEAM

Începând cu anul 2014 Republica Moldova, cu susținerea financiară a Agenției Statelor Unite pentru Dezvoltare Internațională (USAID - United States Agency for International Development), a început implementarea proiectului RoboClub, care a fost lansat în câteva școli din republică. Ulterior, a fost lansată competiția FIRST LEGO League (FLL) la diferite categorii de vârstă [3]. Primele competiții au antrenat copii de vârstă 9-16 ani, apoi a fost introdusă categoria 6-10 ani (FLL Explorer din 2017) și categoria 16-18 ani (FIRST Global). În cadrul concursului elevii sunt evaluați de juriu la următoarele categorii:

1. Proiectul inovativ;
2. Design robotului;
3. Valori fundamentale;
4. Robot în misiune.

De regulă, pregătirea și însușirea competiției include câteva etape:

- I. Lansarea competiției FLL cu anunțarea temei pentru proiectul inovativ.** Tematica proiectelor inovative este o problemă globală actuală sau care prezintă un interes sporit de dezvoltare a întregii societăți. Deoarece cercetarea este destinată copiilor cu vârsta cuprinsă între 9 și 16 ani, se editează și se pun la dispoziția elevilor și antrenorilor (cadre didactice din gimnaziu/liceu, specialiști IT etc.) mai multe suporturi:

1. *Regulamentul probei de robotică.* Acest document include regulile de bază care vor fi respectate în cadrul concursului de toți actanții implicați în concurs: elevi, antrenori, juriu. Sunt expuse probele care vor fi evaluate, punctajul acordat, misiunile robotului, planșa de joc etc. De asemenea, chestiunile tehnice care trebuie respectate: alinierea mesei de joc/ pregătirea terenului, dimensiunile robotului, echipamentul care poate fi folosit, cum se calculează punctajul final etc. În același timp, sunt explicate principiile de bază ale probelor de concurs, comportamentul acceptat în cadrul misiunilor al elevilor, antrenorilor și juriului.

2. *Ghidul antrenorului.* Deseori, pentru profesori-antrenori problema expusă în anul de lansare și soluțiile de rezolvare a problemei este puțin cunoscută sau este cunoscută exact la nivelul elevilor din echipă. Acest ghid conține recomandările de organizare a activităților atât pe masa de ring, cât și pentru proiect. Este util tuturor antrenorilor și celor care au experiență vastă în domeniul dat, cât și novicilor. Ghidul conține sugestii referitor la: cine sunt specialiștii, din ce domeniu, cum se numesc profesiile lor, care ar putea să ajute echipa pentru a soluționa problema în cauză și care pot descrie sau cunosc această problemă din interior.
3. *Masa de concurs/ planșa de joc.* Tema competiției se reflectă și pe masa de concurs unde sunt plasate misiunile pe care le va îndeplini robotul. Deseori, planșa de joc conține mai multe soluții de rezolvare a problemei puse în cadrul competiției.
4. *Caietul inginerului.* Caietul conține lecții, descrieri pe înțelesul copiilor, propune rezolvări și etape de rezolvare ale anumitor probleme mai mici în contextul problemei din anul respectiv. Din caietul inginerului elevii clarifică detalii referitor la categoriile concursului: cum se va realiza, ce va include, cum se va juriza, care sunt obligațiile echipei etc. De asemenea, sunt clarificate detaliile referitor la echipamentul care poate fi utilizat pentru realizarea robotului (de exemplu, piese noi). Caietul conține detalii referitor la sarcinile care va trebui să le realizeze echipa pentru o proiecta și realiza un robot funcțional și forma de prezentare a proiectului realizat.

II. *Brainstorming de idei.* La această etapă se convine asupra unei soluții care va fi dezvoltată de echipă pentru soluționarea problemei propuse în cadrul concursului. La început, nu se cunoaște care soluție va fi reflectată în proiectul inovativ al echipei și are loc cercetarea informației. Astfel, se analizează toate soluțiile existente deja, fie în țară, fie în comunitate, fie în lume. Se va cerceta dacă această problemă este una veritabilă pentru comunitatea în care se află echipa. Este recomandat de a utiliza la aceasta etapa metoda brainstorming, unde fiecare membru al echipei vine cu soluția proprie, o notează pe tablă, poster, o argumentează în fața celorlalți. Astfel, fiecare membru al echipei se implică direct în cercetare, analizează diverse soluții ale problemei, își expune opinia în modul său propriu. Deseori, se întâmplă că echipa combină 2-3 soluții propuse de coechipieri și dezvoltă soluția finală împreună.

III. *Planificarea traseului de dezvoltare a proiectului inovativ.* La această etapă se vor determina costurile, beneficiile proiectului, riscurile etc. De asemenea, echipa va discuta cu experți în domeniu pentru a identifica sau clarifica unele probleme. Aplicând resursele internet se vor căuta companii, întreprinderi care vin cu soluții de rezolvare a problemei și se vor viziona videoclipuri acolo, unde nu pot fi realizate ieșiri

în teren la companiile în cauză - fie ele nu există în țară/comunitate, fie nu se va permite unui grup de elevi să interacționeze nemijlocit cu sistemul de realizare. De exemplu, având tema problemelor din spațiul cosmic în anul 2019, expertul din domeniu a fost găsit de organizatorii proiectului Clasa Viitorului, care au intermediat o întâlnire cu Dumitru-Dorin Prunariu, primul cosmonaut român, care a călătorit în spațiu. Întâlnirea a fost online, metodă atât de comună acum, dar atât de inovativă atunci. Un alt exemplu în acest sens, este că pentru a vedea pe interior o turbină eoliană a fost propus în ghidul antrenorului un video, unde expertul explică modul de funcționare a acestor eoliene din perspectiva interiorului acestora și cum se deservește de ingineri, ingineri-programatori pe parcursul utilizării eolienele.

IV. Elaborarea machetei proiectului inovativ. Desigur, proiectul propus necesită elaborarea fie a machetei, fie a soluției digitale (program care poate fi implementat la machetă). În urma cercetării, se vor discuta soluțiile propuse și cum ar putea echipa să dezvolte proiectul inovativ, ce nou se poate de implementat, dacă se poate realiza fie ca prototip material sau digital, în lucru salutar în proiecte STEAM. O etapă aparte care are un impact direct asupra elaborării machetei este căutarea experților din domeniu, planificarea întâlnirilor și vizitarea întreprinderilor, șantierelor pentru a vedea cum funcționează anumite sisteme în realitate și dacă soluția inovativă, propusă de echipă, poate fi real implementată și care sunt beneficiile ce vor urma grație implementării proiectului propus. De fiecare dată, analiza proiectelor de succes au adus o plus valoare în cercetarea realizată de echipă. De exemplu, analiza unor exemple de utilizare a diferitor senzori digitali în proiecte de succes din cadrul altor ediții de FIRST LEGO League:

- senzori de detecție a mișcării, atașați la hrănitorea inteligentă care declanșează înregistrarea prin camere video și permite vizualizarea modului de trai a păsărilor în sălbăticie (echipa Robo Rangers, Centrul Republican pentru Copii și Tineret ARTICO din Chișinău, provocarea *Animal Alias*, 2017);
- senzori de căldură, care putea să stabilească dacă copilul are emoții puternice (frică, neliniște etc.) schimbând culoarea papionul în care era introdus acest senzor (echipa Robo Junior, LT "Ion Creangă" din Chișinău, provocarea *Think Thank*, 2015);
- senzori de detecție a sunetelor, care detectează sunetul produs de aer la ieșirea dintr-o cameră a navei spațiale în urma producerii unei fisuri (fig.1);
- soluția unui echipament cu mai mulți senzori - de temperatura, de stabilire a greutateii, de lumină, cu care ar fi echipate cutiile poștale de cartier pentru recepționarea coletelor (fig.2);
- senzori de lumină, care pot gestiona funcționarea obloanelor sau a panourilor solare la o instituție de învățământ (fig.3);



Figura 1. Senzorul MATRIX de detecție a sunetelor, proiectul echipei ASA (IPLT „Gheorghe Asachi” din Chișinău), provocarea *Into Orbit*, 2019



Figura 2. Machetul cutiei poștale inteligente, proiectului echipei Asachi Delivery Service (IPLT „Gheorghe Asachi” din Chișinău), provocarea *Cargo Connect*, 2022



Figura 3. Machetul proiectului echipei ASA (IPLT „Gheorghe Asachi” din Chișinău), provocarea *Super Power*, 2023

vor contribui esențial la generarea de noi idei. Pentru macheta proiectului pot fi realizate diverse piese, care, de regulă, sunt realizate cu imprimanta 3D sau materiale reciclabile. Urmare a diseminării proiectului se vor face îmbunătățiri a machetei. Se va clarifica modul de prezentare a proiectului.

- V. **Elaborarea robotului.** Se vor identifica etapele de realizare a robotului, iterațiile care le va suporta robotul etc. Antrenorul va clarifica împreună cu echipa sarcinile fiecărui membru a echipei: Cine este responsabil de programarea robotului? Cine va asambla robotul? Cine va fi responsabil de robot la masa de joc? etc. Se clarifică strategia de realizare a misiunilor pe planșa de joc, care va asigura și numărul de puncte acumulate de echipă în cadrul concursului. Nemijlocit va fi creat primul draft al robotului. Dacă este necesar, vor fi create echipamente suplimentare pentru realizarea misiunilor de către robot. Codul pentru realizarea misiunilor, de regulă, se realizează în limbajul Scratch, dar poate fi realizat și în LEGO Mindstorms EV3 (fig.4).

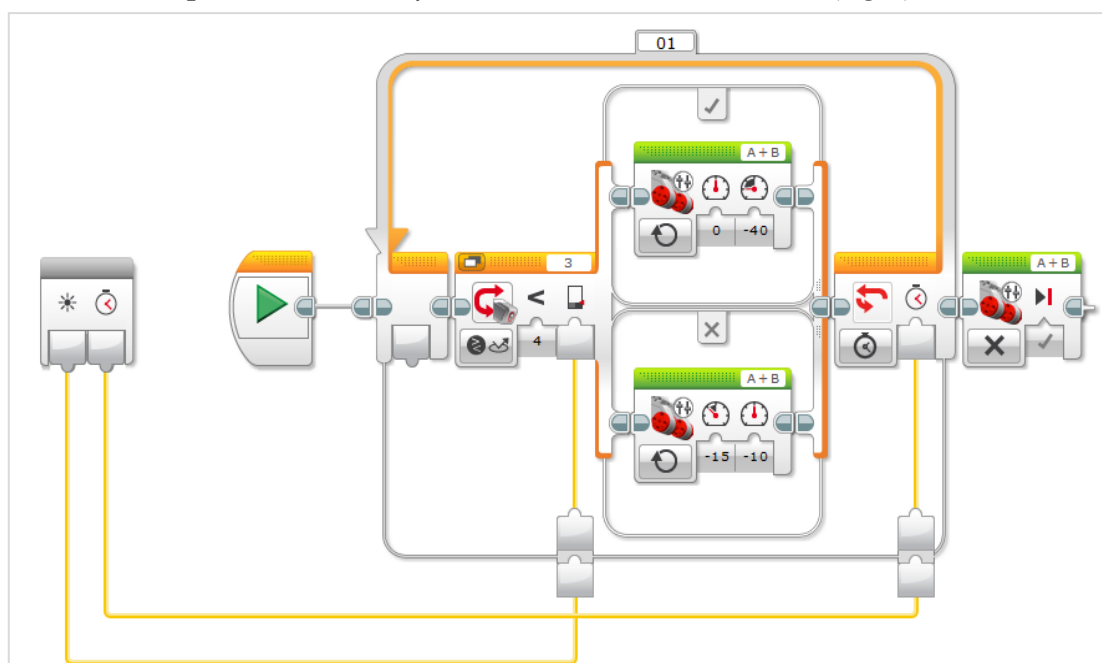


Figura 4. Secvență de cod (senzorul de culoare) pentru urmărirea de către robot a liniei negre de pe planșa de joc, realizată cu LEGO Mindstorms EV3

- VI. **Prezentarea proiectului inovativ.** La această etapă echipa, desinestător, prezintă în fața juriului proiectul realizat (macheta, suportul digital, prezentare electronică etc.). Este salutar faptul când pentru această etapă echipa are o strategie de prezentare, un scenariu regizat sau orice altă idee care îi scoate în evidență ca echipă (fig.5).
- VII. **Robotul în misiune.** Această etapă se realizează la masa de joc pe parcursul a 2,5 minute. Robotul elaborat de elevi trebuie să realizeze cât mai multe misiuni, astfel pot acumula punctaj maxim (fig.6).



Figura 5. Prezentarea proiectului echipei Asachi Delivery Service (Liceul Teoretic „Gheorghe Asachi” din Chișinău), provocarea *Cargo Connect*, 2022

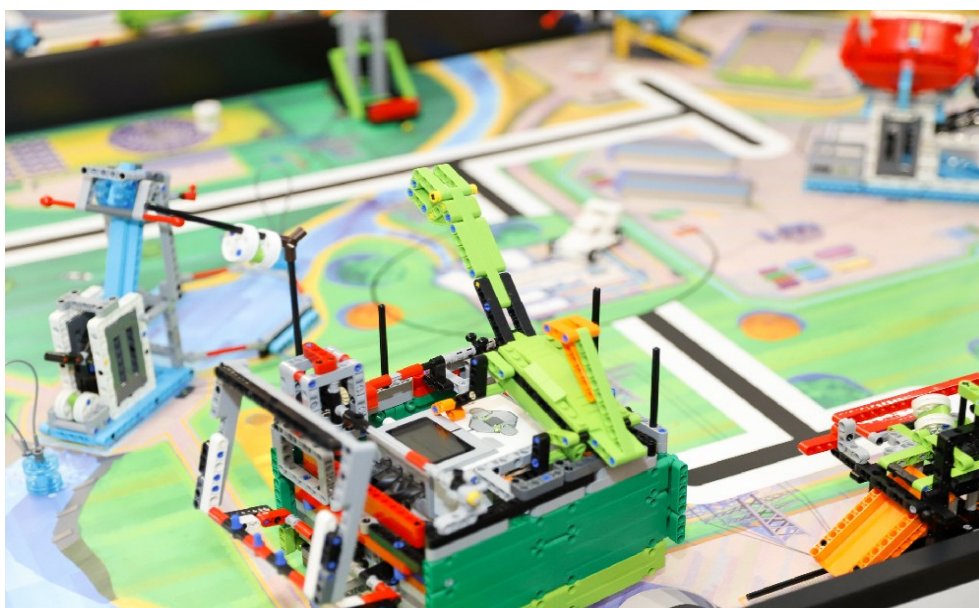


Figura 6. Robot pe planșa de joc, provocarea *Super Power*, 2023

VIII. *Respectarea de către toți cei implicați în competiție a Valorilor Fundamentale.*

Acest calificativ va fi acordat și jurizat pe tot parcursul competiției, dar este promovat, evident, pe toată perioada de pregătire pentru competiție și implică: (1) Lucrul în echipă (suntem mai puternici când lucrăm împreună); (2) Incluziunea (îmbrățișăm diversitatea și ne asigurăm că toată lumea se simte binevenită); (3) Impact (aplicăm ce am învățat pentru a îmbunătăți lumea în care trăim); (4) Descoperire (am explorat noi abilități și idei); (5) Inovare (am folosit creativitatea și perseverența pentru a rezolva probleme); (5) Distracție.

Proiectele inovative, create de echipe, sunt împărtășite juriului, care în componenta sa include personalități din diverse domenii conexe cu problema formulată în cadrul competiției: profesori universitari, miniștri de ramură, angajați/managerei din domeniul de afaceri etc., care pot contribui direct la implementarea acestor proiecte. Astfel, munca depusă la dezvoltarea proiectului inovativ al fiecărei echipe este un imbold spre schimbare în bine. Participarea nemijlocită la competiția FLL înglobează activitățile desfășurate într-o atmosfera de cooperare, deschidere, spirit inovativ, într-o atmosfera de sărbătoare alături de alte echipe.

Concluzii

1. Elaborarea și realizarea proiectelor inovative din cadrul competiției FIRST LEGO League, creează o simbioză dintre știință, inginerie, soluții IT și problemele din viața cotidiană cu sau fără implicarea robotului contribuind activ la formarea competențelor specifice la diverse materii de studiu prin abordare STEAM.
2. Implicarea elevilor în competiția FLL permite dezvoltarea competențelor antreprenoriale, le dezvoltă încrederea de sine, spiritul de echipă, gândirea logică și critică, aptitudinile de proiectare și design a robotului prin rezolvarea de probleme din viața reală având la bază învățarea STEAM.
3. Parcursul academic al discipolilor, care au participat în competiții marca FIRST, este, în mare parte centrat spre profesiile viitorului, specialități IT fie din țară sau din afara acestora.

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.; GLOBALA, A., ș. a. Implementarea conceptului de inter/ transdisciplinaritate în învățământul preuniversitar. Capitoale în studiul monografic: L. Chiriac ș.a. *Evaluarea procesului de studiere a științelor reale și ale naturii din perspectiva inter/transdisciplinarității. Concept STEAM*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2020. 252 p. ISBN 978-9975-117-50-0.
2. ACHIRI I. Metodologia elaborării proiectelor STE(A)M. În: *Reconfigurarea procesului de învățare din învățământul general în contextul provocărilor societale*, 2022. p. 70-77.
3. FIRST LEGO League. Online: <https://www.firstlegoleague.org/>

INTERDISCIPLINARITATEA ÎN CADRUL CURSULUI UNIVERSITAR TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE ȘI COMUNICAȚIONALE

Radames EVDOCHIMOV, lector universitar

<https://orcid.org/0000-0002-7235-4137>

programator AM Soft Group

Lidia POPOV, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-9543-7058>

Facultatea de Științe Reale, Economice și ale Mediului
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

Adnotare: În acest articol, se scoate în relief rolul, necesitatea și metode de implementare a interdisciplinarității în cadrul cursului universitar Tehnologii informaționale și comunicaționale (TIC). Se scoate în evidența conceptul de interdisciplinaritate, aspectele ei pozitive și negative. Implementarea interdisciplinarității în cadrul cursului TIC orientându-se la nevoile, cerințele și posibilitățile studenților în funcție de specialitate.

Cuvinte-cheie: interdisciplinaritate, specialitate, tehnologii informaționale, tehnologii comunicaționale, competență digitală, implementare.

Annotation: In this article, the role, necessity and methods of implementing interdisciplinarity in the Information and Communication Technologies (ICT) university course are highlighted. The concept of interdisciplinarity, its positive and negative aspects is highlighted. The implementation of interdisciplinarity within the ICT course focusing on the needs, requirements and possibilities of the students according to the specialty.

Key words: interdisciplinarity, specialty, information technologies, communication technologies, digital competence, implementation.

INTRODUCERE

La etapa actuală atât tehnologiile informaționale, cât și cele comunicaționale prezintă un rol important în formarea și/sau dezvoltarea competențelor digitale de bază la studenții specialităților non-IT, ceea ce presupune posibilitatea de a integra diverse instrumente informatizate în domeniul profesional. Aceste tehnologii se dezvoltă cu o viteză exponențială, ceea ce a provocat pătrunderea lor în viața cotidiană a populației și în toate domeniile profesionale. Astăzi, practic nu există un domeniu de activitate umană unde să nu fie soluționată o problemă oarecare prin intermediul TIC.

Faza actuală a dezvoltării societății pune în fața domeniilor profesionale un șir de probleme de diversă natură care, la rândul lor, sunt cauzate de factorii politici, socioeconomici, fiind vorba de:

- a) necesitatea de a îmbunătăți calitatea și accesibilitatea educației;
- b) crearea sistemelor educaționale optime din punct de vedere economic;
- c) îmbunătățirea corporatismului universitar;

- d) integrarea în spațiul științific și cel educațional;
- e) creșterea mobilității academice;
- f) consolidarea legăturilor dintre diferite niveluri de educație etc.

Una dintre modalitățile eficiente de a soluționa aceste probleme este informatizarea educației. Îmbunătățirea mijloacelor de comunicare a dus la progrese semnificative în schimbul de informații. Apariția noilor TIC, asociate cu dezvoltarea echipamentelor informatice și a rețelelor de telecomunicații, a făcut posibilă crearea unui mediu nou informațional și educațional calitativ ca bază pentru dezvoltarea și perfecționarea sistemului educațional.

Internetul este un instrument ce reunește multe posibilități de exploatare didactică, instrument care poate fi utilizat la dezvoltarea competențelor lingvistice. Obiectivul exploatarei Internetului este de a dezvolta competențele digitale la studenții din diverse domenii de activitate.

Destul de multe lucrări abordează tema interdisciplinarității utilizării tehnologiilor informaționale în dezvoltarea competențelor digitale de bază la studenții de la diverse specialități [2]. Remarcăm faptul că utilizarea pe scară largă a tehnologiilor informaționale și comunicaționale la specialitățile non-IT în soluționarea diverselor probleme ce țin de specialitate poate spori semnificativ eficacitatea metodelor de învățare activă pentru toate formele de organizare a procesului educațional. Utilizarea tehnologiilor informaționale la dezvoltarea competențelor digitale de bază o putem considera ca un mijloc de creștere a motivației. Tehnologiile în cauză, fiind aplicate în practică, și anume, la soluționarea sarcinilor ce țin de lucrul individual al studentului, permit obținerea unor rezultate rapide în dezvoltarea competențelor digitale.

În acest articol, se scoate în relief rolul, necesitatea și metode de implementare a interdisciplinarității în cadrul cursului universitar Tehnologii informaționale și comunicaționale (TIC). Se scoate în evidență conceptul de interdisciplinaritate, aspectele ei pozitive și negative. Implementarea interdisciplinarității în cadrul cursului TIC orientându-se la nevoile, cerințele și posibilitățile studenților în funcție de specialitate.

Necesitatea interdisciplinarității în cadrul cursului universitar „Tehnologii informaționale și comunicaționale”

Cursul universitar *Tehnologii informaționale și comunicaționale* se predă în anul I de studii, la specialitățile non-IT din cadrul celor patru facultăți ale Universității de Stat „Alecu Russo” din Bălți. Este o unitate de curs fundamentală pentru diverse programe de studii de la specialitățile non-IT. Odată cu dezvoltarea tehnicii de calcul a apărut necesitatea studierii tehnologiilor informaționale și comunicaționale la diverse nivele ale activității umane, inclusiv și în instituțiile de învățământ atât preuniversitare, cât și universitare. Unitatea de curs *Tehnologii informaționale și comunicaționale* este

constituită din două compartimente: Conceptele de bază ale tehnologiei informației și sistemului de calcul; Tehnologii informaționale și comunicaționale aplicate [5].

La rândul său, compartimentul *Tehnologii informaționale și comunicaționale aplicate* constă din cinci unități de învățare practice: Utilizarea sistemului de operare; Utilizarea rețelelor de calculatoare și servicii electronice on-line; Procesarea documentelor; Procesarea tabelor; Procesarea prezentărilor. Cursul universitar menționat are drept scop formarea și/sau dezvoltarea la studenți a competențelor digitale de bază în domeniul profesional.

Rolul tehnologiilor informaționale și comunicaționale în învățământ este incontestabil, prezentând genericul discursurilor educaționale sub toate formele și nivelurile. În ultimele decenii, au fost înregistrate progrese semnificative în promovarea noilor tehnologii informaționale și comunicaționale în educație și susținerea învățării asistate de calculator (e-learning): dotarea tehnică cu echipamente/produse hardware, îmbunătățirea infrastructurii și accesului la rețea, dezvoltarea produselor software, elaborarea de materiale suport educaționale și consolidarea competențelor digitale etc.

Ce prezintă interdisciplinaritatea? Interdisciplinaritatea prezintă transfer de concepte și metodologie dintr-o unitate de curs în altă unitate de curs pentru a permite abordarea mai adecvată a problemelor cercetate (DEX, București, 1998, pag. 498). O altă definiție ne prezintă precum că interdisciplinaritatea pedagogică reprezintă ansamblul relațiilor și interacțiunilor dintre diferite conținuturi și mesaje angajate la nivelul unui demers didactic/educativ cu finalitate relevantă în planul formării-dezvoltării personalității, studentului etc. (Dicționar de termeni pedagogici, S. Cristea, 1998, București, pag. 240). Prima definiție accentuează cunoașterea și cercetarea globală, pe când cea de-a doua, scoate în evidență procesul instructiv-educativ.

Interdisciplinaritatea oferă posibilitatea de a construi „punți” între unitățile de curs universitare și de a dizolva opiniile studenților, precum că există posibilitatea de a găsi tangențe a cursului universitar TIC cu o mare parte din cursurile universitare [1].

Termenul „interdisciplinaritate” se regăsește pentru prima dată în Dicționarul de neologisme de F. Marcu și C. Manea, ed. a III-a București, și în *Le petite Larousse en couleurs*, ed. 1995, definit drept stabilirea unor relații între mai multe științe sau discipline [4].

Prin intermediul tehnologiilor informaționale și comunicaționale există posibilitatea de a soluționa diverse probleme la fiecare din unitățile de curs predate într-o instituție de învățământ universitară.

Cunoaștem cu toții, că aplicațiile predate în cadrul cursului universitar TIC sunt utilizate în practică la soluționarea diverselor probleme din toate domeniile de activitate umană, fie socio-juridic, fie economic, fie educațional sau orice alt domeniu, anume aici se formează legătura între cursurile universitare, altfel spus este prezentă

interdisciplinaritatea. De aici se naște următoare întrebare, și anume, de ce trebuie sa existe aceasta interdisciplinaritate în cadrul cursului universitar *Tehnologii informaționale și comunicaționale*?

Anume, cursul universitar respectiv este adaptat la diverse specialități, soluționând anume acele probleme care îi frământă pe viitorii specialiști din domeniul profesional. În cadrul acestui curs viitorii specialiști din diverse domenii de activitate se învață a soluționa probleme prin aplicarea în practică a aplicațiilor studiate.

La etapa actuală, nu există un specialist într-un domeniu oarecare care nu utilizează sistemul de operare pentru a-l personaliza la necesitățile personale, pentru a păstra ordinea în calculator între diverse obiecte și nu în ultimul rând a gestiona obiectele.

Important este că viitorii specialiști din fiecare domeniu profesional, utilizează aceeași aplicație în diferite scopuri, spre exemplu aplicația de procesare a documentelor, specialiștii din domeniul educațional creează diverse documente de diferită complexitate (curriculum-uri, note de curs, indicații metodice, manuale, articole etc.), pe când specialiștii din domeniul economic elaborează documente contabile, financiar-contabile, primare cu regim special, formulare, dări de seamă, rapoarte, foi de parcurs etc.

De asemenea, specialiștii din domeniul socio-juridic utilizează aceeași aplicație în diferite scopuri și anume la elaborarea diverselor documente aferente domeniului respectiv: ordine, cereri, anchete, demersuri, procese-verbale, dispoziții, petiții etc.

Aplicația de procesare a tabelor este utilizată la gestionarea bazelor de date, la crearea diagramelor pentru diverse rapoarte, dări de seamă, statistică etc. Aplicația de procesare a prezentărilor este utilizată de orice specialist pentru a prezenta electronic orice informație din orice domeniu de activitate etc.

Pe lângă aplicațiile de bază studiate la cursul universitar TIC, fiecare specialitate, în parte, studiază resursele informatice din domeniul profesional specifice domeniului.

Formarea și/sau dezvoltarea competențelor digitale de bază la studenții diferitor specialități se dobândesc din contul sarcinilor adaptate la specialitățile acestora.

Interdisciplinaritatea în cadrul cursului universitar TIC are atât avantaje, cât și dezavantaje. Avantajele constă în: conceptele și organizarea conținutului din această perspectivă favorizează transferul și, prin urmare, rezolvarea de probleme noi; constituirea unei abordări economice din punctul de vedere al raportului dintre cantitatea de informație și volumul de învățare; realizarea unei conexiuni între unitățile de curs universitare, punând în evidență coeziunea, unitatea, globalitatea temei/problemei de studiat etc.

Dezavantajele constă în: tratarea interdisciplinarității care trebuie să evite tendința de generalizare abuzivă, de însușire a unor cunoștințe și deprinderi dezordonate; perspectiva interdisciplinară realizată la nivel de grupe de unități de curs conexe sau concepută sub o formă și mai radicală nu implică abandonarea noțiunii de unitate de curs.

Implementarea interdisciplinarității în cadrul cursului TIC

Interdisciplinaritatea, fiind un factor important în procesul de formare a competențelor digitale de bază ale viitorilor specialiști din diferite domenii de activitate, impune un efort considerabil din partea cadrului didactic direcționat spre dezvoltarea conținuturilor specifice [3].

Amintim că unitatea de curs TIC constă din ore de prelegeri și ore de laborator. Partea teoretică a cursului conține conceptele de bază ale tehnologiei informației și ale sistemului de calcul, care reprezintă conținuturi generale pentru toate specialitățile, excepție fiind o temă separată specifică fiecărei specialități, unde se face accent pe serviciile și/sau aplicațiile de specialitate. De exemplu, în cazul specialităților Facultății de Drept și Științe Sociale aceasta este intitulată *Utilizarea rețelelor de calculatoare și servicii electronice on-line în domeniul socio-juridic*.

Partea practică a cursului, care constă din ore de laborator, este mai mult orientată pe nevoile studenților, care sunt viitorii specialiști în domeniul corespunzător specialității. Aici cadrul didactic trebuie să depună mai mare efort pentru a adapta sarcinile practice, astfel încât, să formeze la studenți competențe digitale necesare în domeniul profesional.

Pentru sarcinile practice se invocă următoarele cerințe:

1. să fie de diferită complexitate, atât sarcini simple care oferă posibilitatea studentului să asimileze operațiile și procedurile studiate, cât și sarcini complexe care implică dezvoltarea competențelor digitale profesionale, adică aplicarea cunoștințelor, deprinderilor și priceperilor în practica de rutină de specialitate;
2. sarcinile simple să fie formulate clar și exemplificate în descrierea lucrărilor de laborator corespunzătoare;
3. sarcinile complexe să fie formulate clar și însoțite de indicații metodice de rigoare.

Sarcinile complexe mai mult sunt interdisciplinare. Pentru rezolvarea unei astfel de sarcini studentul se bazează pe cunoștințe, deprinderi și priceperi în mai multe unități de curs, de exemplu unitatea de curs TIC și unitatea de curs Contabilitate financiară, unitatea de curs TIC și unitatea de curs Statistica matematică.

În cazul unității de învățare *Procesarea documentelor* pentru elaborarea a mai multor documente studentul trebuie să țină cont de legislația în vigoare referitoare la forma și conținutul documentului care trebuie de perfectat.

Acest lucru nu întotdeauna este posibil pentru student din motiv că acest curs universitar (TIC) se predă în anul întâi de învățământ, pe când unele unități de curs de specialitate sunt predate în anii superiori, în așa caz familiarizarea studentului cu elemente de bază ale cursului corespunzător necesare pentru soluționarea problemei cad în sarcina cadrului didactic.

Menționăm că în funcție de specialitate, în cadrul unităților de învățare

corespunzătoare se învață, în unele cazuri, diferite instrumente necesare pentru realizarea sarcinilor de specialitate, de exemplu la specialitatea *Finanțe și Bănci* se învață funcțiile financiare în cadrul unității de învățare *Procesarea tabelelor*.

În continuare propunem un tabel cu câteva mostre de sarcini practice complexe utilizate în cadrul diferitor unități de învățare a cursului universitar TIC pentru diferite specialități (domenii de activitate).

Tabelul 1. Mostre de sarcini practice complexe utilizate în cadrul diferitor unități de învățare a cursului universitar TIC pentru diferite specialități

Domeniul de activitate	Unități de învățare		
	Procesarea documentelor (procesoare de texte)	Procesarea tabelelor (procesoare de tabele)	Procesarea prezentărilor (procesoare de prezentări)
Economie	Elaborați un șablon pentru o foaie de parcurs în conformitate cu legislația în vigoare și cerințe de tehnoredactare propuse de cadrul didactic.	Elaborați un șablon de carte mare pentru evidența contabilă a activității unei întreprinderi în conformitate cu legislația în vigoare.	Elaborați o prezentare a activității firmei pentru un an de activitate. Prezentarea fiind însoțită de texte, tabele, imagini, diagrame, grafice, coloana sonoră cu comentariile de rigoare referitoare la fiecare diapozitiv. Să existe posibilitatea derulării automate a prezentării.
Drept	Elaborați un șablon de proces-verbal în conformitate cu legislația în vigoare și cerințe de tehnoredactare propuse de cadrul didactic	Elaborați o bază de date pentru evidența dosarelor în conformitate cu legislația în vigoare.	Elaborați o prezentare a activității unui birou notarial.
Psihologie	Elaborați un șablon de fișă de autoevaluare/evaluare a activității psihologului în conformitate cu legislația în vigoare și cerințe de tehnoredactare propuse de cadrul didactic	Elaborați un șablon de analiza statistică a diferitor caracteristici personale a persoanelor dintr-un eșantion format în conformitate cu anumite criterii. Analiza statistică să fie efectuată și în mod grafic.	Elaborați o prezentare a rezultatelor unui studiu referitor la un eșantion de persoane format după anumite criterii.
Filologie	Elaborați o mică culegere de poezii în conformitate cu cerințele de tehnoredactare propuse de cadrul didactic.	Elaborați o bază de date pentru evidența resurselor unei biblioteci.	Elaborați o prezentare a cărții, respectând planul prezentației, utilizând diferite tipuri de elemente grafice, link-uri, butoane, etc.
Educație	Elaborați un proiect didactic la o unitate de curs	Elaborați un șablon de registru de evidență a	Elaborați o prezentare a grupei de studenți, însoțită de

	de specialitate în conformitate cu legislația în vigoare și cerințe de tehnoredactare propuse de cadrul didactic.	frecvenței și reușitei elevilor la diferite unități de curs și câte o foaie de calcul pentru consolidarea rezultatelor pe fiecare semestru și pentru întreg an, însoțite cu diagramele corespunzătoare.	informații despre reușită și frecvență raportând la întreaga grupă.
--	---	---	---

Fiecare dintre sarcinile prezentate în tabel reprezintă câte un mic proiect care implică pe lângă cunoștințe, deprinderi și percepți în domeniul TIC și anumite competențe în domeniul de specialitate. În același timp, pentru realizarea fiecăreia dintre aceste sarcini e necesară o competență de lucru cu un anumit produs software din una dintre suite de aplicații de birou.

Concluzii

Interdisciplinaritatea în cadrul cursului universitar *Tehnologii informaționale și comunicaționale* prezintă un factor indispensabil pentru eficacitatea acestui curs și are un impact pozitiv asupra dezvoltării competențelor digitale profesionale de bază în domeniul de activitate. Integrarea cursului universitar *Tehnologiilor informaționale și comunicaționale* cu alte unități de curs oferă posibilitatea studenților să înțeleagă mai bine necesitatea cursului respectiv, contribuie la organizarea eficientă a procesului de învățare, oferă o motivație pozitivă, facilitează activarea lucrului independent al studentului și totodată crește eficiența formării competențelor digitale profesionale.

Bibliografie

1. GROSU, A. *Interdisciplinaritatea?!*, EXERCITO, ERGO SUM, p. 56-57.
2. *Interdisciplinaritatea – baza unui învățământ contemporan de calitate*, citat [12.09.2023]. Disponibil: <https://edict.ro/interdisciplinaritatea-baza-unui-Invatamant-contemporan-de-calitate/>.
3. *Interdisciplinaritatea în procesul de predare-învățare*, citat [12.09.2023]. Disponibil: <https://educatie.inmures.ro/educatie-traditionala/interdisciplinaritatea-in-procesul-de-predare-Invatare.html>.
4. *Interdisciplinaritatea*, citat [11.06.2023]. Disponibil: <https://ctptc-airinei.ro/interdisciplinaritate.pdf>.
5. POPOV, L. et all. *Curriculum pentru unitatea de curs Tehnologii informaționale și comunicaționale*, pentru studenții de la specialitățile non-IT, Ciclul I, studii superioare de licență, 2021, 14 p.

INTERACȚIUNEA DINTRE INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ ȘI CONCEPTUL STEAM

Ala GASNAȘ, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-7174-7027>

Angela GLOBA, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-2653-0320>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Educația este mai mult decât un proces de dobândire a cunoștințelor, abilităților și competențelor. De fapt, educația în condițiile actuale, este un proces de adaptare la lumea în schimbare și de pregătire pentru provocările și oportunitățile care urmează. Inteligența artificială (IA) a transformat diverse domenii ale vieții inclusiv și educația. Prin urmare, instruiții trebuie să învețe nu numai despre IA, ci și cu IA. În această lucrare se examinează posibilitățile de integrare a IA în educația STEAM pentru a îmbunătăți rezultatele învățării.

Cuvinte cheie: inteligența artificială, educația STEAM, proces de instruire, instruire inteligentă.

Abstract. Education is more than a process of acquiring knowledge, skills and competences. In fact, education in today's conditions is a process of adapting to the changing world and preparing for the challenges and opportunities ahead. Artificial intelligence (AI) has transformed various areas of life including education. Therefore, trainees need to learn not only about AI, but also with AI. This paper examines the possibilities of integrating AI into STEAM education to improve learning outcomes.

Keywords: artificial intelligence, STEAM education, training process, intelligent training.

Introducere

Pe parcursul ultimului deceniu, aplicarea metodelor Inteligenței Artificiale (IA) în diverse domenii academice au crescut semnificativ datorită dezvoltării rapide a tehnologiilor de procesare a cantităților uriașe de date.

În educație, inteligența artificială, este un domeniu interdisciplinar, care utilizează metodele IA pentru a facilita procesele de instruire, învățare și de luarea deciziilor [1]. Instructorii sunt ajutați de inteligența artificială în procesul de instruire, prin efectuarea evaluărilor automate a performanțelor elevilor [2], prin oferirea de recomandări și feedback etc [3]. IA poate sprijini, de asemenea și procesele de învățare a elevilor, cum ar fi îndrumarea [4], furnizarea de materiale de învățare bazate pe necesități, diagnosticarea punctelor forte și punctelor slabe precum și lacunelor de cunoștințe ale elevilor, sprijinirea învățării autoreglate ale elevilor sau promovarea colaborării între ei [5]. Diferite tehnici IA (de exemplu rețele neuronale artificiale; învățarea profundă) au fost implementate cu succes pentru a oferi medii inteligente de învățare-predare pentru construirea modelelor de predicție, recomandări de învățare, detectarea comportamentului etc [5]. Apariția, dezvoltarea și aplicarea continuă a IA în educație a oferit oportunități extinse pentru inovații în domeniile știință, tehnologie, inginerie, arte și matematică (STEAM) [6].

Educația STEAM se concentrează pe integrarea disciplinelor pentru îmbunătățirea cunoștințelor interdisciplinare a instruiților, precum și a abilităților de gândire de un nivel superior și de rezolvare a problemelor [7]. Educația STEAM se confruntă de obicei cu provocări, cum ar fi generarea de probleme STEAM, urmărirea învățării instruiților și evaluarea performanței acestora. Implementarea IA în cadrul sistemelor de instruire are potențialul de a rezolva provocările de dezvoltare în educația STEAM prin crearea de medii de învățare active, interactive sau adaptive, generând automat probleme și exerciții STEAM și evaluând sau prezicând performanțele instruiților [8].

Aplicarea IA în educația STEAM se concentrează pe proiectarea și implementarea aplicațiilor IA pentru a sprijini educația STEAM. Tehnologiile automate de inteligență artificială, de exemplu, instruirea inteligenței, evaluarea automată, extragerea datelor și analiza învățării, sunt utilizate în educația STEAM pentru a îmbunătăți calitatea instruirii și a învățării [5].

Apariția inteligenței artificiale a jucat un rol transformator în domeniul educației STEAM. Educația STEAM se distinge de educația tradițională prin integrarea disciplinelor precum știința, matematica, arta, ingineria și tehnologia, încurajând astfel dezvoltarea abilităților analitice esențiale. Obiectivul său principal este de a îmbunătăți abilitățile de investigație interdisciplinară a instruiților, aplicarea cunoștințelor, gândirea critică și abilitățile de rezolvare a problemelor [9]. Încorporarea inteligenței artificiale în educația STEAM oferă avantaje în furnizarea de medii sau resurse de învățare adaptive și personalizate, permite instructorilor să înțeleagă modelele de comportament de învățare ale instruiților. Cu toate acestea, educația STEAM este un sistem complex, format din elemente interdependente.

Educația STEAM

Educația STEAM pune accent pe colaborare, pedagogie și dobândirea de abilități esențiale pentru succesul într-o societate bazată pe tehnologie. Integrarea diverselor discipline în educația STEAM încurajează creativitatea și inovația, permite absolvenților să facă față provocărilor contemporane. Cererea tot mai mare de formare STEAM provine din evoluția tendințelor forței de muncă și a indicatorilor economici, deoarece este percepută ca o soluție la recesiunile economice. Alfabetizarea STEAM este considerată indispensabilă pentru dezvoltarea generală a societății, revitalizarea mediului de învățare, cultivarea curiozității și explorarea, promovarea competenței tehnologice, făcând educația mai semnificativă și mai antrenantă [10]. Componentele constructive ale educației STEAM sunt reflectate în figura 1.

Conexiune cu lumea reală

- Manualele pornesc de la viață și sunt folosite și în viață. Designul de conținut al cursurilor STEAM se bazează în mare parte pe unități sau teme. Aceste teme sunt potrivite și pentru a aborda anumite probleme sau situații și pentru a fi combinate cu situații din viața reală. Soluțiile dobândite de instruiți și abilitățile de rezolvare a problemelor pot fi aplicate la aceleași situații sau la diferite situații din viață.

Concentrarea asupra procesului de învățare

- Pe lângă transferul de cunoștințe are loc implementarea practică și gândirea inovatoare. Nu mai puțin importantă este participarea mai profundă la procesul de învățare și creșterea interesului pentru învățare.

Accent pe implementare

- Activitățile de învățare STEAM pun accent pe interdisciplinaritate, practică, încercare și eroare, lucru în echipă, rezolvarea de probleme și aplicarea practică.

Integrarea artelor și științelor socio-umane

- În conformitate cu caracteristicile de interdisciplinaritate ale STEAM, artele și științele socio-umane conexe vor fi, de asemenea, integrate semnificativ în activități.

Cultivarea abilităților de gândire în proiectarea și rezolvarea problemelor

- La această etapă este importantă descoperirea problemelor reale, cercetarea în grup, colectarea datelor, analizarea datelor, proiectarea, testarea și îmbunătățirea soluțiilor produse, astfel încât instruiții să poată dobândi abilități de gândire în proiectarea și rezolvarea problemelor. În acest proces, se învață abilități de rezolvare a problemelor.

Figura 1. Componentele constructive ale educației STEAM

Inteligență artificială și Educația

Încorporarea inteligenței artificiale în sistemele de educație online permite de a furniza feedback personalizat, de a acorda sprijin și conținut în timp util, având ca rezultat experiențe de învățare îmbunătățite, flexibilitate sporită și progres accelerat al instruiților. Deși sistemele tradiționale de învățare precum Blackboard și Moodle oferă avantaje, totuși deseori îi lasă pe instruiți și instructori să simtă că nevoile lor nu sunt abordate adecvat, deoarece aceste sisteme sunt concentrate asupra aspectelor tehnice. Apariția unor sisteme de învățare mai avansate, bazate pe inteligență artificială, au potențialul de a revoluționa educația, abordând aceste provocări și oferind adaptabilitate și personalizare îmbunătățite [11]. Trebuie de remarcat faptul, că platformele de educație online, au adoptat inteligența artificială pentru a oferi educație rentabilă și de înaltă calitate.

Pentru a avea un viitor în care IA devine universal accesibilă, populația ar trebui să dețină cunoștințele adecvate pentru a înțelege funcționarea produselor tehnologice bazate pe IA. Modelul de predare IA (figura 2) ar trebui să fie combinat cu învățarea prin experiență și procese de rezolvare a problemelor, permițând astfel instruiților să experimenteze funcționarea IA și să o aplice la rezolvarea de probleme precum și încurajarea instruiților să dezvolte diverse idei care ulterior să fie testate.

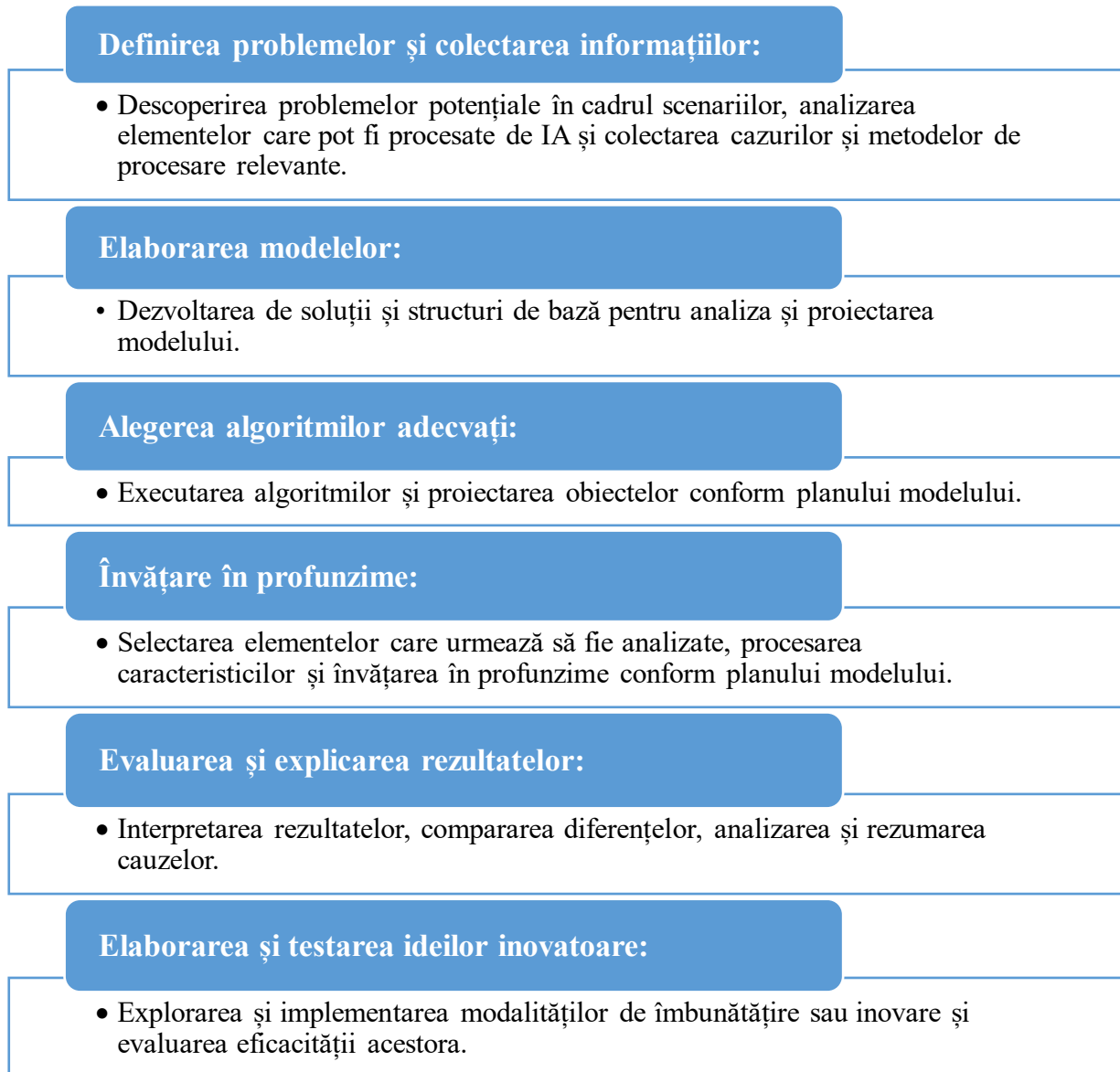


Figura 2. Etapele modelului de predare prin intermediul IA

Modalități de integrare IA în educația STEAM

Impactul IA asupra STEAM este o influență IA asupra fiecărei dintre disciplinele individuale STEAM, transformând metoda și modul în care fiecare este predată și învățată.

IA are capacitatea de a crește exponențial implicarea instruiților, oferind experiențe de învățare interactivă și personalizată. Acest lucru este asemănător cu a avea o atitudine educațională personalizată care se potrivește stilului unic de învățare al fiecărui instruit.

Mai mult, IA funcționează ca un catalizator puternic în îmbunătățirea dobândirii abilităților esențiale STEAM. Indiferent dacă este vorba de rezolvarea unei probleme matematice complexe sau de proiectarea unui prototip de inginerie, în fiecare caz IA va acționa ca un ghid interactiv.

În continuare vom analiza câteva modalități de integrare IA în educația STEAM.

- **Instruire inteligentă:** IA poate oferi feedback individualizat și îndrumare instruiților pe baza obiectivelor, preferințelor și progresului lor de învățare. AI poate adapta, de asemenea, dificultatea și ritmul materialelor de învățare pentru a se potrivi nevoilor și abilităților instruiților.
- **Evaluare automată:** IA poate evalua performanța și înțelegerea instruiților folosind diverse metode, cum ar fi întrebări cu răspunsuri multiple, răspunsuri scurte, eseuri, proiecte și portofolii. IA poate oferi, de asemenea, feedback instantaneu și detaliat pentru a ajuta instruiții să-și îmbunătățească rezultatele învățării.
- **Exploatarea datelor și analiza învățării:** IA poate colecta și analiza date din diverse surse, cum ar fi profilurile instruiților, interacțiunile, evaluările și comportamentele lor. IA poate folosi aceste date pentru a genera perspective și recomandări pentru instruiți, profesori și administratori. De exemplu, IA poate identifica punctele forte și punctele slabe ale instruiților, poate prezice rezultatele învățării acestora, sugerează căi optime de învățare și poate oferi intervenții.
- **Abilități de gândire IA:** IA poate stimula abilitățile de gândire IA ale instruiților, care este o formă de raționament centrat pe instruit asistat de IA. Abilitățile de gândire IA pot ajuta instruiții să înțeleagă principiile și aplicațiile IA, precum și implicațiile etice și sociale ale IA. De exemplu, instruiții pot învăța cum să definească probleme, să colecteze date, să analizeze date, să conceapă soluții, să evalueze soluții și să comunice rezultatele folosind instrumente IA.

La lecțiile/activitățile STEAM pot fi folosite următoarele instrumente IA:

- **PhotoMath** – aplicație gratuită pentru predarea matematicii;
- **Seek by iNaturalist** – aplicație care contribuie la identificarea speciilor de animale din fotografii;
- **Verse by Verse** – aplicația permite instruiților să scrie poezii cu ajutorul IA; poate fi utilizată la orele de limbi străine;
- **Duolingo** – aplicația se folosește pentru învățarea limbilor străine;
- **Newspaper Navigator** – aplicație de căutare prin milioane de fotografii cu ziare istorice; poate fi integrată la orele de științe sociale și arte plastice;
- **MuseNet** – aplicație pentru a descoperi și crea muzică;
- **Socratic** și **Brainly** – instrumente ce pot fi folosite la toate disciplinele; oferind o întrebare, aplicațiile furnizează o listă de resurse online pentru ca elevul să poată

învăța noțiunile; pentru întrebările din matematică oferă atât răspunsul cât și soluții pe etape pentru a ajuta elevii în procesul de rezolvare a problemei.

Unul din instrumentele IA promițătoare, pe care noi autorii le-am explorat deja, este și ChatGPT [12]. În lucrarea respectivă a fost arătat că cu cât întrebarea este specificată mai detaliat, cu atât ChatGPT poate adapta mai bine un răspunsul pentru întrebarea pusă și cu atât mai mult ar corespunde nevoilor instruitului. IA poate oferi un suport valoros în generarea de sugestii, dar este important de revizuit și de adaptat întotdeauna răspunsurile generate pentru a se alinia nevoile instruiților și obiectivelor de instruire.

ChatGPT sprijină diferențierea prin furnizarea de experiențe de învățare personalizate, adaptate nevoilor individuale ale instruiților, asigurându-se că fiecare instruit este provocat în mod corespunzător.

Beneficiile pe care IA le aduce STEAM sunt vaste, dar câteva dintre cele mai notabile sunt:

- Modalități de învățare personalizate pentru subiecte complexe.
Subiectele STEAM pot fi complicate, dar prin intermediul IA subiectele și sarcinile pot fi separate în informații clare care sunt livrate fiecărui instruit în varianta cea mai accesibilă. De exemplu, IA ar putea genera chestionare pentru clasele STEAM, astfel încât subiectele să fie explicate într-o manieră simplă iar instruiții să se informeze și să-și testeze cunoștințele.
- Educație STEAM accesibilă.
În loc să se bazeze pe un model de predare universal, care poate exclude instruiții cu stiluri diferite de învățare sau pe cei cu dizabilități fizice și cognitive, IA poate produce conținut STEAM care se potrivește tuturor. Chatbot-urile educaționale oferă instruiților asistență cu teme non-stop. Recunoașterea vorbirii bazată pe inteligența artificială se adresează instruiților cu limitări de mobilitate, iar simulările virtuale sprijină studenții STEAM care învață vizual.
- Stimularea creativității.
Subiectele STEAM lasă mult spațiu pentru creativitate. Cu IA, instruiții își pot explora creativitatea prin jocuri, sarcini interactive, robotică și soluții inteligente. În acest caz IA întărește creativitatea și cultivă și abilitățile esențiale de rezolvare a problemelor.
- Reducerea decalajului de competențe în forța de muncă viitoare.
În prezent cererea de lucrători IA este mare, dar nu există oameni suficient de calificați pentru a o satisface. Integrarea IA în disciplinele STEAM oferă instruiților oportunitatea de la o vârstă fragedă de a se familiariza cu practicile IA și de a le traduce în viața lor profesională ulterioară.

La fel ca orice tehnologie și aplicație nouă, există unele provocări pentru IA în STEAM.

În primul rând, conținutul STEAM trebuie convertit în formate care pot fi citite de mașină pentru ca IA să proceseze informațiile. În prezent, mare parte din conținutul STEAM disponibil nu a fost dezvoltat pentru învățarea automată. Drept urmare, trebuie să existe o fază inițială în care conținutul STEAM să fie transformat în formate compatibile cu formatele IA, iar conținuturile noi STEAM să fie de la început compatibile cu IA.

Un alt obstacol vizibil este costul IA. Achiziționarea și instruirea de mașini și soluții IA este costisitoare și multe instituții publice nu au bugete care să poată acoperi prețul.

Similar altor aplicații ale IA, conținutul și datele care îl alimentează trebuie să fie menținute la un standard înalt. Prin urmare, conținutul STEAM trebuie revizuit pentru ca informațiile IA să fie de încredere și reprezentative.

De asemenea, nu există încă parametri etici pentru aplicarea IA în STEAM.

Deși aceste probleme cu IA în STEAM sunt importante, ele nu ar trebui să depășească avantajele clare ale tehnologiei în domeniu. Inteligența artificială și-a dovedit deja valoarea în educație și, prin reglare fină, poate accelera învățarea, incluziunea și perspectivele de viitor ale instruiților în STEAM.

IA oferă oportunități de optimizare a educației și de menținere a instruiților la curent cu soluții de ultimă oră într-o lume bazată pe tehnologie. Și, bineînțeles, că IA are sens în STEAM, deoarece multe dintre locurile de muncă în care vor fi antrenați instruiții STEAM vor necesita utilizarea IA.

Concluzii

1. Inteligența artificială devine un instrument important de învățare și educație pentru ca instruiții să-și atingă obiectivele de învățare prin intermediul produselor IA. Este important ca dezvoltarea tehnologiilor IA să exploreze modalitățile de integrare a IA în conceptul STEAM pentru a obține efecte bune de predare, pentru a dota instruiții cu abilități de gândire la nivel înalt și pentru a le dezvolta creativitatea.
2. Impactul inteligenței artificiale asupra educației, în special în domeniul învățării STEAM este unul evident. IA facilitează experiențe de învățare personalizate și adaptive, îmbunătățește designul de instruire și îmbunătățește evaluarea performanței instruiților. IA permite predarea personalizată, resurse de învățare personalizate și identificarea lacunelor de învățare. Aplicarea IA în platformele de învățare online a jucat un rol crucial în furnizarea de educație de calitate.

Cu toate acestea, este esențial de a ține cont de aspectul etic și confidențialitatea datelor.

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. HWANG, G. J.; XIE, H.; WAH, B. W.; GAŠEVIĆ, D. Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
2. SMITH, A.; LEEMAN-MUNK, S.; SHELTON, A.; MOTT, B.; WIEBE, E.; LESTER, J. A multimodal assessment framework for integrating student writing and drawing in elementary science learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2019, 12(1), pp. 3–15. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2799871>
3. BYWATER, J. P., CHIU, J. L., HONG, J., & SANKARANARAYANAN, V. The teacher responding tool: Scaffolding the teacher practice of responding to student ideas in mathematics classrooms. *Computers and Education*, 139, 16–30. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2019.05.004>
4. VANLEHN, K. The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221. 2011. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
5. CHEN, L., CHEN, P., & LIN, Z. Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
6. XU, W., & OUYANG, F. The application of AI technologies in STEM education: a systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, 9 (59), 1–20. 2022. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>
7. KENNEDY, T. J., & ODELL, M. R. L. Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246–258. 2014.
8. ALABDULHADI, A., & FAISAL, M. Systematic literature review of STEM self-study related ITSs. *Education and Information Technologies*, 26(2), 1549–1588. 2021. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10315-z>
9. PIMTHONG, P., & WILLIAMS, J. Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 41(2), 1–7. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.07.017>
10. FOMUNYAM, K. G. Machine learning and STEM education: Challenges and possibilities. *International Journal of Difference Equations*, 17(2), 165-176. 2022.
11. KABUDI, T., PAPPAS, I., & OLSEN, D. H. AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100017. 2021. doi:10.1016/j.caeai.2021.100017
12. GASNAȘ A., GLOBA A. Modalități de utilizare ChatGPT în procesul de predare-învățare a disciplinelor de programare. *The 30th Conference on Applied and Industrial Mathematics* September 14-17, 2023 Iași, Romania, p.75. https://www.caim.romai.ro/Caim23/e_bookofabstracts.pdf

SIMBIOZA DINTRE MATEMATICĂ ȘI ARTĂ FACILITATĂ DE COMPONENTA DIGITALĂ

Angela GLOBALA, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-2653-0320>

Ala GASNAȘ, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-7174-7027>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Implicarea elevilor în proiecte STEAM încurajează colaborarea, sporește încrederea în sine, promovează spiritul antreprenorial definit de planificare, gestionarea resurselor și prezentarea ideilor, transformându-i în elevi inovatori, lideri și stăpâni ai propriului proces de cunoaștere. În articol, autorii propun un model de proiect STEAM care oglindește clar interacțiunea dintre matematică și artă prin valorificarea resurselor digitale. Sunt prezentate activitățile, rezultatele preconizate și impactul scontat.

Cuvinte-cheie: STEAM, interdisciplinaritate, transdisciplinaritate, fractal, dimensiune fractală, subprogram, recursie, AI-generatoare de artă.

Abstract. Involvement of students in STEAM projects encourages collaboration, increases self-confidence, promotes entrepreneurship defined by planning, managing resources and presenting ideas, transforming them into innovative students, leaders and masters of their own knowledge process. In the article, the authors propose a STEAM project model that clearly mirrors the interaction between mathematics and art by leveraging digital resources. Activities, expected results and expected impact are presented.

Keywords: STEAM, interdisciplinarity, transdisciplinarity, fractal, fractal dimension, subprogram, recursion, AI-art generators.

Introducere

Proiectele STEAM sunt tot mai des implementate în procesul de instruire în ciclul liceal obținând o importanță tot mai semnificativă. Acest tip de proiecte integrează discipline din diverse domenii și oferă elevilor noi oportunități de învățare inter și transdisciplinară pentru a-și dezvolta abilități și competențe esențiale pentru a reuși în viață [1]. Motivele pentru care proiectele STEAM sunt atât de importante în procesul educațional sunt:

1. *Dezvoltă gândirea critică și creativă, inovația.* Prin esența sa, proiectele STEAM încurajează elevii spre o gândire critică și abordarea de probleme complexe. În procesul de realizare a proiectelor STEAM elevii sunt puși în situația de a găsi soluții inovatoare pentru probleme din viața reală. Astfel, are loc dezvoltarea gândirii creative și realizarea principiului de stabilire a legăturii dintre teorie și practică, dintre studiul teoretic și aplicarea cunoștințelor în situații concrete formând și dezvoltând un șir de competențe, una dintre care este competența antreprenorială.

2. *Facilitează învățarea inter și transdisciplinară.* Simbioza dintre știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică promovează învățarea holistică și ajută elevii să înțeleagă modul în care diferite domenii se interconectează în lumea reală.
3. *Pregătește elevii pentru profesiile viitorului.* Așa cum, pentru realizarea unui proiect STEAM, în mod standard, elevii operează cu tehnologii înalte pentru a soluționa problemele. Astfel, ei își dezvoltă abilități tehnice, care le vor permite de a-și face cariere în domenii ca programarea sau informatica teoretică, inginerie, Big Date, Animație, Design grafic etc., care, azi, sunt la mare căutare pe piața muncii fiind bine remunerate.
4. *Facilitează motivația și angajamentul pentru învățare al elevilor.* Fiind bine proiectate, proiectele STEAM pot fi captivante și interactive. Acest lucru este un bun stimulator al motivației elevilor pentru cunoaștere. Fiind implicat în rezolvarea unei probleme cotidiene folosindu-și creativitatea, elevul înțelege esența studierii noțiunilor noi și, astfel, se implică activ în procesul de învățare [2].
5. *Dezvoltă abilități sociale.* Lucrul în echipă este un element de bază al proiectelor STEAM. Elevii învață să lucreze împreună, să comunice corect și eficient, să fie toleranți, empatici, pozitivi, punctuali, să împartă responsabilitățile – toate acestea fiind un set important de abilități sociale.
6. *Relevanța pentru lumea reală și formarea de abilități practice.* Participarea în cadrul proiectelor STEAM implică lucrul în echipă axat pe rezolvarea de probleme diverse din lumea reală și aplicarea cunoștințelor teoretice în rezolvarea de probleme practice concrete [3].

În concluzie, implicarea elevilor în proiecte STEAM încurajează colaborarea, sporește încrederea în sine, promovează spiritul antreprenorial definit de planificare, gestionarea resurselor și prezentarea ideilor transformându-i în elevi inovatori, lideri și stăpâni ai propriului proces de cunoaștere [4,5,6].

Realizarea proiectelor STEAM în ciclul liceal

Apariția noțiunii de fractal este în strânsă legătură cu analiza și studierea minuțioasă a fenomenelor care au loc în viața reală. Un fractal este o formă geometrică sau un obiect matematic care prezintă aceeași structură sau aspect la orice scală de observare. Aceasta înseamnă că detaliile sale sunt similare, indiferent de cât de mult mărim sau micșorăm obiectul respectiv. Fractalii sunt caracterizați prin auto-similaritate, adică sunt o replică a modelului inițial la diferite nivele de scalare. Aceste modele pot fi găsite în natură și pot fi reprezentate matematic, având aplicații în domenii precum grafica computerizată, analiza datelor, și chiar în înțelegerea fenomenelor complexe din natură. Fractalii pot fi generați prin procese iterative, în care un set simplu de instrucțiuni este aplicat repetat pentru a crea

forme complexe. Aceste structuri geometrice au captivat imaginația oamenilor datorită naturii lor unice și apariției în contexte diverse.

Făcând o comparație cu geometria euclidiană, dimensiunile fractalilor nu sunt valori întregi. Cunoaștem că punctul are dimensiunea zero, linia are dimensiunea unu, planul (suprafața) are dimensiunea doi, spațiul (volumul) dimensiunea trei ș.a.m.d.. Dimensiunea fractală este o mărime reală care indică cât de bine ocupă o structură fractală spațiul care o conține.

Ideea proiectului „Artă fractală” este de a transpune aceste structuri simple, dar în același timp extrem de complexe în artă și cum putem facilita acest proces prin aplicarea tehnologiilor informaționale, inclusiv programarea. În figura 1 sunt reprezentate scopul și obiectivele proiectului.

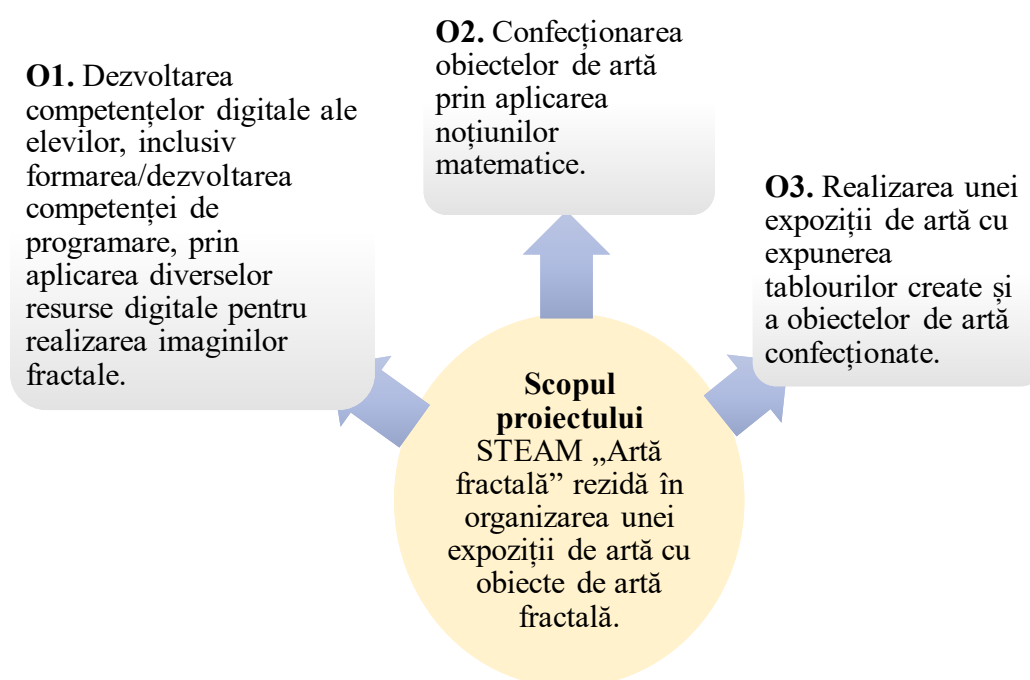


Figura 1. Scopul și obiectivele proiectului STEAM „Artă fractală”

Proiectul STEAM „Artă fractală” este destinat elevilor din clasele liceale, iar pentru unele activități pot fi implicați și elevii claselor gimnaziale. În mare parte, vor fi implicați elevii clasei a XII, deoarece unitatea de conținut Subprograme se studiază în primul semestru (6 ore – umanist; 12 - real) [7]. În cadrul proiectului vor fi implicați profesorii de: Matematică, Fizică, Biologie, Geografie, Limba engleză, Educație tehnologică, Arte plastice, evident, rolul de coordonator îi revine profesorului de Informatică. Formele de realizare a proiectului sunt: individual, în grup și frontal. În cadrul proiectului vor fi realizate activitățile din figura 1.

Activitatea 1. Documentarea referitor la noțiunea de fractal și identificarea fractalilor în natură.

Activitatea 2. Documentarea referitor la modulul care permite realizarea elementelor grafice într-un limbaj de programare.

Activitatea 3. Documentarea referitor la realizarea recursivității grafice într-un limbaj de programare.

Activitatea 4. Documentarea și identificarea AI-generatoarelor de artă.

Activitatea 5. Documentarea și identificarea unui soft matematic, care permite generarea fractalilor (de exemplu, Maple).

Activitatea 6. Realizarea programelor de generare a fractalilor.

Activitatea 7. Generarea tablourilor cu ajutorul AI-generatoarelor de artă.

Activitatea 8. Realizarea imaginilor fractale aplicând Maple.

Activitatea 9. Croșetarea mileurilor-fractali, croșetarea/brodarea fractalilor din natură.

Activitatea 10. Imprimarea fractalilor 3D cu ajutorul imprimantei 3D.

Figura 1. Activitățile preconizate pentru realizare în cadrul proiectului STEAM „Artă fractală”

Rezultatele preconizate în cadrul proiectului STEAM „Artă fractală” sunt:

1. Prezentare electronică, care va conține informație despre noțiunea de fractal, dimensiune fractală, tipuri de fractali, fractali 3D etc.
2. Prezentare electronică, care va conține informație despre fractali în natură, aplicațiile ale fractalilor, fractali în artă etc.

3. Referat/ prezentare electronică despre modulul care permite realizarea elementelor grafice într-un limbaj de programare, inclusiv realizarea recursivității grafice (directe, indirecte). Se va face accent pe definierea subprogramelor.
4. Prezentare electronică despre AI-generatoarele de artă. Se va publica o listă de AI-generatoare de artă. Se va descrie algoritmul de generare a unei imagini cu ajutorul inteligenței artificiale.
5. Prezentare electronică, care va conține informații relevante despre un soft matematic. Se vor prezenta funcțiile principale care permit generarea fractalilor. Atenție la aparatul matematic aplicat!
6. Coduri de program de generare a fractalilor, inclusiv screenshot-urile cu imaginile obținute.
7. Tablouri (înramate): (a) imagini fractale generate cu ajutorul AI-generatoarelor de artă (se va atașa la tablou și descrierea în engleză a imaginii pentru inteligența artificială); (b) imagini fractale generate cu ajutorul unui soft matematic; (c) imagini fractale generate cu ajutorul unui limbaj de programare.
8. Mileuri, broderii, obiecte croșetate care reprezintă fractali.
9. Fractali 3D imprimați cu imprimanta 3D.

Pentru realizarea proiectului sunt necesare următoarele **resurse materiale și instrumente digitale**: computer/laptop, aplicația de realizare a prezentărilor electronice, un soft matematic, limbaje de programare, conexiune la Internet, rame pentru tablouri, hârtie, imprimantă color, imprimantă 3D, ață de croșetat, croșetă.

Se preconizează următorul **impact al proiectului**:

1. Conștientizarea conexiunii directe dintre noțiunile abstracte și realitatea umană prin studierea fractalilor, aplicarea abilităților de programare și a competențelor digitale de utilizare a softurilor specializate.
 2. Dezvoltarea creativității elevilor prin valorificarea noțiunilor matematice în artă cu aplicarea resurselor digitale.
 3. Promovarea conceptului de instruire prin cercetare pentru o societate durabilă.
- Termenul de realizare a proiectului este de 11 săptămâni.

Acest proiect se poate extinde prin includerea informației referitor la: fractali în arhitectură, grădini fractale, fractali în psihologie, gândire fractală etc. În acest caz, se va introduce o nouă dimensiune – crearea edificiilor fractale. Aici va trebui să aplicăm pe larg imprimanta 3D pentru a vedea cum în realitate vor arăta edificiile modelate; va trebui să lucrăm și să analizăm în detalii gradul de rezistență al edificiului modelat, structura chimică a materialelor din care va fi creat fundamentul etc.). De asemenea, dacă vorbim de arhitectură, putem implica mediul de afaceri: constructori, designeri pentru realizarea practică a ideilor generate. Pentru realizarea grădinilor fractale se poate veni cu un proiect pentru Primăria Municipiului Chișinău de înverzire și amenajare a parcelor și grădinilor

orașului. Ceea ce ține de aspectul psihologic, am putea merge pe ideea creării unor discursuri fractale sau analiza unor situații aplicând o gândire fractală.

Într-un cuvânt, tematica pentru proiecte STEAM poate fi extrem de diferită. Însă, de rând cu alte componente importante pentru propunerea și realizarea unui proiect STEAM, aceasta are la bază două caracteristici fundamentale: pregătirea profesională a cadrului didactic și nivelul de creativitate al acestuia.

Concluzii

În cadrul realizării proiectului STEAM „Artă fractală”:

1. Cunoștințele elevilor vor fi completate cu noțiuni noi ca: fractal, tipuri de fractali, dimensiune fractală, aplicații ale fractalilor, fractali în natură și artă etc.
2. Învățarea modului și a principiilor de aplicare a modulului de realizare a imaginilor grafice într-un limbaj de programare va contribui la dezvoltarea competenței de programare a elevilor, iar cunoștințele cu privire la noțiunea de recursie se vor îmbogăți prin realizarea subprogramelor recursive de realizare a imaginilor grafice prin aplicarea recursiei directe și indirecte.
3. Analiza și identificarea softurilor matematice, a AI-generatoarelor de artă va facilita dezvoltarea continuă a competenței informaționale și de documentare.
4. Studiul care va fi demarat va contribui direct la dezvoltarea competenței de cercetare – factor important pentru promovarea unei educații de calitate. Astfel, se vor identifica conexiunile dintre informatică și societate.
5. Luând la bază teoria inteligențelor multiple a lui Howard Gardner în procesul de formare a echipelor, inclusiv Echipa de Implementare a proiectului, se va demonstra că același conținut poate fi prezentat în diverse moduri. Astfel, noțiunea de fractal nu va mai fi o noțiune matematică abstractă, dar se va transforma într-un cod de program, prin aplicarea de diverse formule de calcul pentru generare sau - un obiect de artă (tablou, broderie, articole croșetate etc.), fapt ce, credem, va facilita învățarea și va conduce la modificarea atitudinii pentru învățare a elevilor. În final, elevii vor deveni mai receptivi, mai productivi și mai implicați în procesul de instruire realizând activitățile cu satisfacție.
6. Rezultatele evaluării PISA în Republica Moldova nu sunt cele mai bune la nivel mondial, deși s-a înregistrat o mică creștere în ultimii ani. Practica educațională internațională demonstrează că abordarea inter și transdisciplinară a conținuturilor curriculare este direct proporțională cu rezultatele evaluării PISA. În acest context, realizarea proiectelor STEAM în învățământul general este una din soluțiile pentru sporirea valorilor evaluării PISA. Rămâne ca proiectele STEAM să fie obligatorii în curriculum și nu doar cu titlu de recomandare sau astfel de proiecte să fie incluse în ciclul liceal la nivel de disciplină școlară.

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.; GLOBALA, A.; PAVEL, M. ș. a. *Evaluarea procesului de studiere a științelor reale și ale naturii din perspectiva inter/transdisciplinarității. Concept STEAM: Studiu monographic*. Chișinău, Tipografia Centrală, 2020. 252 p. ISBN 978-9975-117-50-0.
2. BRAICOV, A.; VEVERIȚA, T. Metode de instruire activă la informatică. Chișinău: Tipografia Universității de Stat din Tiraspol, 2022. 209p. ISBN 978-9975-76-378-3.
3. GLOBALA, A.; BAGRIN, D. Mărirea dimensiunii aplicative a conținuturilor educaționale – catalizator al motivației pentru învățare. În: *Acta et Commentationes, Științe ale Educației*. Revistă științifică Nr.2(32), 2023. Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2023. ISSN 1857-0623, E-ISSN 2587-3636. p.115-125.
4. ACHIRI, I. Metodologia elaborării proiectelor STE(A)M. În: *Educația de calitate în contextul provocărilor societale*, Ed. 1, 21 octombrie 2022. Chișinău: CEP UPS "Ion Creangă", 2022, p. 70 - 77. ISBN 978-9975-46-638-7.
5. ACHIRI, I. Matematica și educația STE(A)M: aspecte transdisciplinare. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM) dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol GREMALSCHI*, 29-30 octombrie 2021. Chișinău: UST, 2021. Vol. I. p. 25 - 29. ISBN 978-9975-76-356-1.
6. DAVIDENKO, A.; BOCANCEA, V. *Proiecte STEM/STEAM la fizică: Ghid metodic*/ coordonator: Viorel Bocancea; Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova, Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare, Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă". Chișinău, CEP UPSC, 2022, 62 p. ISBN 978-9975-46-683-7.
7. Curriculum Național. Aria curriculară Tehnologii. Disciplina Informatică. Clasele X-XII. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova, Chișinău, 2019.

BIOINFORMATICS AND APPLICATIONS IN GENOMIC RESEARCH**Stela GOLOVCO**, PhD student in Inflammation, Immunity and Cancer<https://orcid.org/0000-0002-5307-1932>

Department of Medicine, University of Verona

Abstract. The article presents general information about bioinformatics, its fields, describes the IT tools used in data processing. Also, the stapes of realizing a bioinformatics data processing are presented and an example of an application is described in the realization of which the author was involved.

Keywords: bioinformatics, bioinformatics tools, gene, biological research.

Rezumat. În articol se prezintă informații generale despre bioinformatică, domeniile ei, se descriu instrumentele informatice utilizate în prelucrarea datelor. De asemenea, sunt prezentate etapele realizării unei prelucrări a datelor bioinformatică și se descrie un exemplu de aplicație la realizarea căreia a fost implicată autoarea.

Cuvinte cheie: bioinformatica, instrumente bioinformatic, gene, cercetare biologică.

What is Bioinformatics?

Bioinformatics is an interdisciplinary field that processes biological data using computational tools and algorithms to extract novel relevant information and interpret the results. It facilitates the storage, retrieval, and analysis of biological data, enabling researchers to make significant discoveries in various areas, including evolutionary biology, molecular medicine, and agricultural science.

Bioinformatics is a rapidly evolving field with diverse applications across various domains of biological research. Some of the prominent research fields within bioinformatics include:

- *Genomics*: Genomics involves the study of the structure, function, and evolution of genomes.
- *Proteomics*: Proteomics focuses on the large-scale study of proteins, including their structures, functions, and interactions.
- *Transcriptomics*: Transcriptomics involves the study of the transcriptome, including mRNA, non-coding RNA, and other RNA transcripts.
- *Pharmacogenomics*: Pharmacogenomics aims to understand how an individual's genetic makeup influences their response to drugs.
- *Systems Biology*: Systems biology aims to understand biological systems as integrated and interconnected networks of genes, proteins, and other molecular components.

A general workflow in bioinformatics involves several key steps, from data acquisition and preprocessing to analysis and interpretation. Follows an overview of a

typical bioinformatics workflow that may vary depending on the specific research analysis being conducted.

1. *Data collection*: The process begins with the collection of biological data such as extraction of DNA or RNA, protein sequences or other types of biological information from public databases, experimental data, or literature.
2. *Sequencing*: The process of determining the precise order of nucleotides within a DNA or RNA molecule. There are several sequencing techniques including Sanger Sequencing, Next-Generation Sequencing (NGS), Third-Generation Sequencing.
3. *Raw data acquisition*: The nucleotide sequences produced by the sequencing are stored in a FASTA format file, which is a standard text-based format where each sequence has a unique identifier.
4. *Data analysis*: The sequenced data requires preprocessing and analysis in order to ensure the quality of the data and uncover patterns, relationships and structures within complex biological data. This step is performed by a bioinformatician applying various computational tools and algorithms.
5. *Data visualization and interpretation*: Visualization tools are used to present the data, analysis results, and models in a comprehensible format, such as graphs, charts, and diagrams. The results are interpreted in the context of the research question.

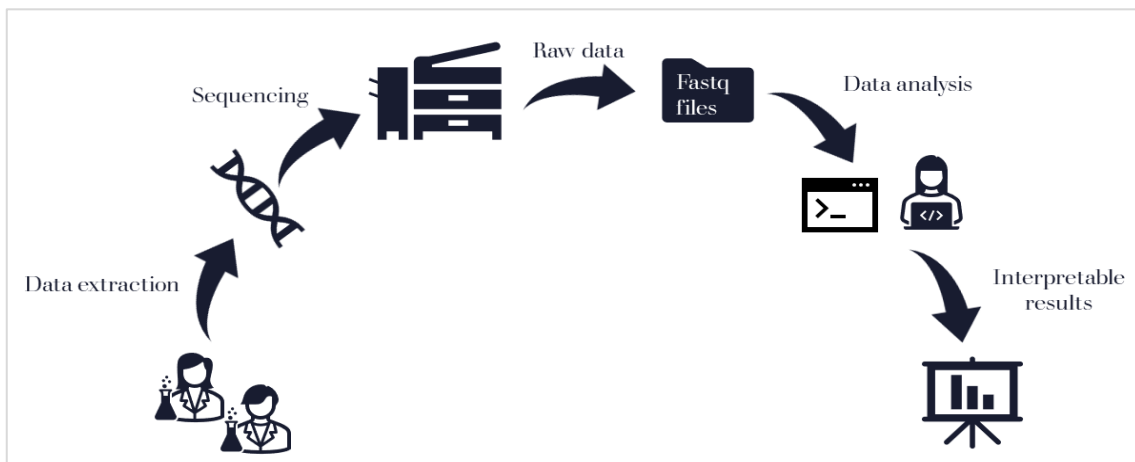


Figure 1. Key steps of General workflow in bioinformatics

Bioinformatics tools

Among the most known and used bioinformatics tools we find the *RStudio platform*, which is a functional integrated development environment (IDE) available for the R. R is an open source language used to deal with statistical computing and graphics. It is a free software available for most common operating systems (Window, Linux, MacOS) and it is organized in packages divided by the different usage and area of interested. This software allows us to explain and visualize the data through graphic representations such as, diagrams, plots, heatmaps, in a clear and understandable manner.

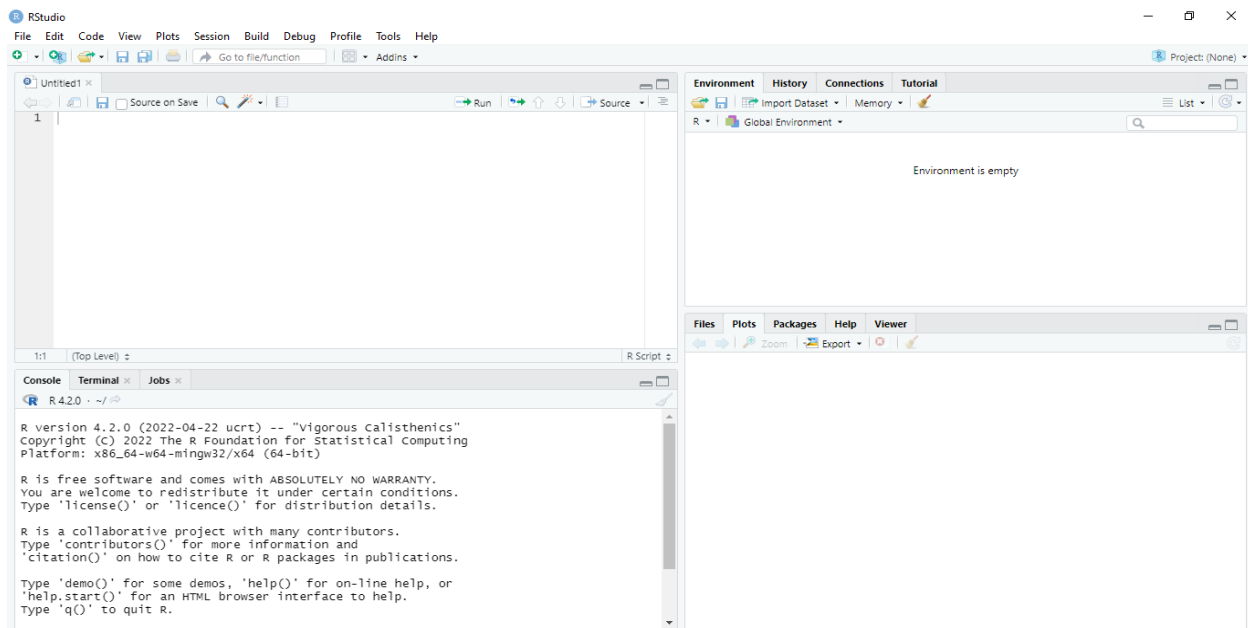


Figure 2. The *RStudio* platform

R system is available from the Comprehensive R Archive Network <https://cran.r-project.org/>

Bioconductor

Bioconductor is a collection of R packages for the analysis and comprehension of high throughput genomic data. It contains packages for expression and other microarrays, sequence analysis, imaging, and other domains. The *Bioconductor* web site is at <https://www.bioconductor.org/> and provides installation, package repository, help, and other documentation.

Bioconductor is well suited to handle extensive data and to perform specific data analysis including: sequence analysis such as the alignment of biological sequences to reference sequence to identify similar regions that may have functional or structural relationships (Biostrings package); genomic annotation used to identify functional elements within a genome sequence, such as genes, regulatory elements and to detect different types of variants, such as singular nucleotide variants, indels, copy number alterations and structural variants (VariantAnnotation, GenomicFeatures, biomaRt, BSgenome packages); gene expression analysis uses RNA data to detect which genes are expressed in a sample and which are not, to estimate transcripts amount to identify differentially expressed genes among different groups (*Limma*, *edgeR*, *Glimma*, *DESeq2* and *GSEA* packages).

Gene Set Enrichment Analysis (GSEA)

GSEA is another computational method used for analyzing and interpreting genomic expression data. It helps to determine whether a defined set of genes shows statistically

significant differences between two biological states, such as disease and control conditions, or between different phenotypes.

Example of application

Follows an example of its possible application on the Lung Squamous Cell Carcinoma expression data downloaded from the cBio Cancer Genomics Portal using the *cbioportalR* and *cgdsr* packages of Bioconductor.

The research question was *to find if there is a correlation between the copy number alterations of the Rictor gene and different curated gene sets from online pathway databases*. After an initial data collection and preprocessing, the samples were divided into two groups:

1. 51 samples with *Rictor* high level amplification (>4 copies) and
2. 103 samples with 2 copies of *Rictor*, for a total of 154 samples.

For each sample, we downloaded the mRNA expression data, RSEM (Batch normalized from Illumina HiSeq_RNASeqV2).

	CNV	Phenotype		A1BG	A1BG.AS1	AADAC	AADACL2	AADACP1	ABCC4	ABCC5
TCGA.18.3406.01	0	Diploid	TCGA.18.3406.01	741.6930	212.8270	84.2520	4.7244	200.0000	501.5750	1933.860
TCGA.18.3407.01	0	Diploid	TCGA.18.3407.01	46.7127	44.5766	51.8554	0.9515	18.0780	349.6670	10059.000
TCGA.18.3408.01	0	Diploid	TCGA.18.3408.01	1.1864	16.5861	218.8940	16.6098	42.7110	2289.7800	45697.800
TCGA.18.3414.01	2	Amplification	TCGA.18.3414.01	40.2769	21.5987	131.0690	132.9150	128.4840	393.5760	2473.690
TCGA.18.3416.01	0	Diploid	TCGA.18.3416.01	55.9910	64.0191	34.0320	0.5579	16.7370	266.6770	18239.500
TCGA.18.4083.01	2	Amplification	TCGA.18.4083.01	35.6266	50.4037	294.7860	126.5770	12.1951	1351.1400	9005.050
TCGA.18.4086.01	0	Diploid	TCGA.18.4086.01	61.3810	66.4499	150.0870	79.2013	22.1764	836.3660	8530.380
TCGA.18.4721.01	0	Diploid	TCGA.18.4721.01	43.2331	76.3346	13.1579	4.6992	15.0376	632.5190	15486.800
TCGA.18.4721.01	0	Diploid	TCGA.21.1076.01	57.4080	81.9628	182.0340	44.3213	33.6367	506.1340	5228.730
TCGA.21.1076.01	0	Diploid	TCGA.21.1079.01	154.3280	169.1460	7.6931	0.4274	229.5120	359.0130	1125.760
TCGA.21.1079.01	2	Amplification	TCGA.21.5784.01	144.1340	55.9593	101.7360	3.0963	16.3663	300.3430	7096.320
TCGA.21.5784.01	2	Amplification	TCGA.21.5787.01	36.5497	27.2844	2.9240	0.0000	2.1930	106.7250	331.506
TCGA.21.5787.01	2	Amplification	TCGA.22.1000.01	108.7860	85.4322	175.3180	0.0000	6.6408	566.6850	2062.200
TCGA.22.1000.01	0	Diploid	TCGA.22.1005.01	185.7220	186.1790	89.5795	0.0000	14.6252	488.1170	546.618
TCGA.22.1005.01	0	Diploid	TCGA.22.1016.01	112.5460	174.5120	124.2940	33.0912	1.2107	370.0570	1246.570
TCGA.22.1016.01	2	Amplification	TCGA.22.1017.01	61.4863	72.7287	26.2169	0.0000	1.1566	559.0360	794.988

Showing 1 to 15 of 154 entries, 2 total columns Showing 1 to 16 of 154 entries, 19387 total columns

Figure 3. Data collection about the samples

Name	Type	Value
c2	list [6229] (GSEABase::GeneSetCollecti	List of length 6229
BIOCARTA_FEEDER_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
BIOCARTA_PROTEASOME_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
BIOCARTA_KREB_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
ST_INTERFERON_GAMMA_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
ST_WNT_CA2_CYCLIC_GMP_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
ST_DIFFERENTIATION_PATHWAY_IN_PC12_CELLS	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
ST_TUMOR_NECROSIS_FACTOR_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
ST_ERK1_ERK2_MAPK_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
ST_GA12_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
ST_G_ALPHA_S_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
ST_G_ALPHA_I_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
ST_IL13_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet
ST_P38_MAPK_PATHWAY	S4 (GSEABase::GeneSet)	S4 object of class GeneSet

Figure 4. Description of data variables

Next step was to perform gene set enrichment analysis using the *GSEABase* and *GSVA* packages, highly used in the interpretation of gene expression data. It offers tools for handling gene sets and creating custom gene set collections. In our case, a collection of

annotated gene sets from the *The Molecular Signatures Database* (MSigDB) was used to identify the pathways associated with specific gene expression profiles.

Gsva function calculates enrichment scores for the defined gene sets. The obtained matrix provides the enrichment scores, in terms of zscore, for each input gene set or pathway in each sample.

The final step was to create a linear model using *limma* package that describes the relationship between different gene expression levels and our groups of interest. We also computed empirical Bayes moderation for a better estimation of the statistical parameters and differential gene expression. Then we extracted the most significantly differentially expressed gene sets by applying the statistical correction Benjamini & Hochberg (BH) and setting a *pvalue* cutoff equal to 0.05.

	TCGA.18.3406.01	TCGA.18.3407.01	TCGA.18.3408.01	TCGA.18.3414.01	TCGA.18.3416.01	TCGA.18.4083.01
BIOCARTA_FEEDER_PATHWAY	-0.56327450	-0.564038792	-0.2828065865	-1.5183524728	-0.31615542	-0.067532718
CARTA_PROTEASOME_PATHWAY	4.35790839	-1.508085386	3.3446944633	-0.0380644308	1.51209489	-0.390841371
BIOCARTA_KREB_PATHWAY	0.70371427	-0.368417885	0.4314654977	3.1020511990	0.07433884	-0.690813734
INTERFERON_GAMMA_PATHWAY	3.17915559	0.703781735	0.0354613989	-0.6005266269	2.51113693	0.786171238
INT_GA2_CYCLIC_GMP_PATHWAY	-0.12296314	0.265531722	-0.2265145647	-1.1628060936	-1.56278671	-1.115811342
ION_PATHWAY_IN_PC12_CELLS	-0.34749630	-0.220019488	0.7671670104	0.8033075859	-1.04853801	0.540332353
R_NECROSIS_FACTOR_PATHWAY	-0.27444219	-0.217717986	-1.8047846210	-0.3846263525	1.38714097	-2.037711746
ST_ERK1_ERK2_MAPK_PATHWAY	-0.24243749	0.270572342	-0.1075275220	0.2080261562	0.28792283	-0.987868293
ST_GAI2_PATHWAY	-0.65486205	-1.283794011	0.3605972638	0.0949300032	-1.80585690	-1.379261882
ST_G_ALPHA_S_PATHWAY	0.36014869	-0.076157724	1.9136660040	1.5789066184	-0.63947429	-1.403102427
ST_G_ALPHA_I_PATHWAY	-2.47530929	-0.710735140	-0.4394499468	-0.2918449105	-1.92684220	1.239378880
ST_IL13_PATHWAY	0.38612174	0.463068419	-0.4525799293	-1.0958278215	-0.19163092	-0.003437427
ST_P30_MARK_PATHWAY	1.16926354	-0.700067777	1.3858495359	1.6749071800	-0.56161194	-1.237219605
ST_JAK_STAT_PATHWAY	-0.74211469	-0.199684863	-0.6178642266	-0.3889023184	0.15399203	0.174434735
VULE_CELL_SURVIVAL_PATHWAY	0.86078441	0.832378012	1.5395395131	1.4123991026	-0.34368363	-2.092124062
ST_ADRENERGIC	-0.36931464	-0.681273404	0.5828395542	0.4183275978	-0.78464553	-0.927326194
INTEGRIN_SIGNALING_PATHWAY	-2.25282185	-0.057738798	-0.2449535712	-1.6087761557	-1.09513631	-0.414089309
ST_GAO_PATHWAY	-2.02973830	-1.487868601	-1.9599387552	-0.4353607747	-1.06153514	-0.873033150
ST_GAI3_PATHWAY	-0.30021776	-0.673583786	0.4138088212	-1.3062965337	-0.64977915	-0.559272780
ST_STAT3_PATHWAY	-0.80376237	0.509992193	-1.3206590902	-1.0419578486	-0.96167049	-1.083276043

Figure 5. Linear model using *limma* package

The gene set enrichment analysis was performed using seven gene set collections from MSigDB (hallmark, C2, C4, C5, C6, C7, C8), but only “C2” gene set collection showed statistically significant results. "C2" category includes curated gene sets from online pathway databases, publications in PubMed, and knowledge of domain experts. The PETRETTO_LEFT_VENTRICLE_MASS_QTL_CIS_DN gene set was excluded since it was not relevant to the aim of the study nor compatible with the cellular nature of our case study.

Figure 6 shows a graphical representation of the gene expression profile among the two groups. Functions from the *ComplexHeatmap* package were used to create an informative heatmap for visualizing the expression profile for each pathway in every sample. The heatmap reports zscore values for every pathway in each sample. To highlight the enrichment difference among the two groups for a single pathway, we grouped the samples according to their genomic characterization.

This highlights that, although there is a statistically significant enrichment difference for each geneset, there is heterogeneity within each group. In fact, not all samples from the same group showed a comparable enrichment score between them. Furthermore,

comparing the enrichment scores of the different genesets within the same group it is evident that these are not correlated with each other. For example, not all samples that showed positivity for the NIKOLSKY_BREAST_CANCER_5P15_AMPLICON geneset had a positive enrichment score for the PHONG_TNF_TARGETS_DN geneset.

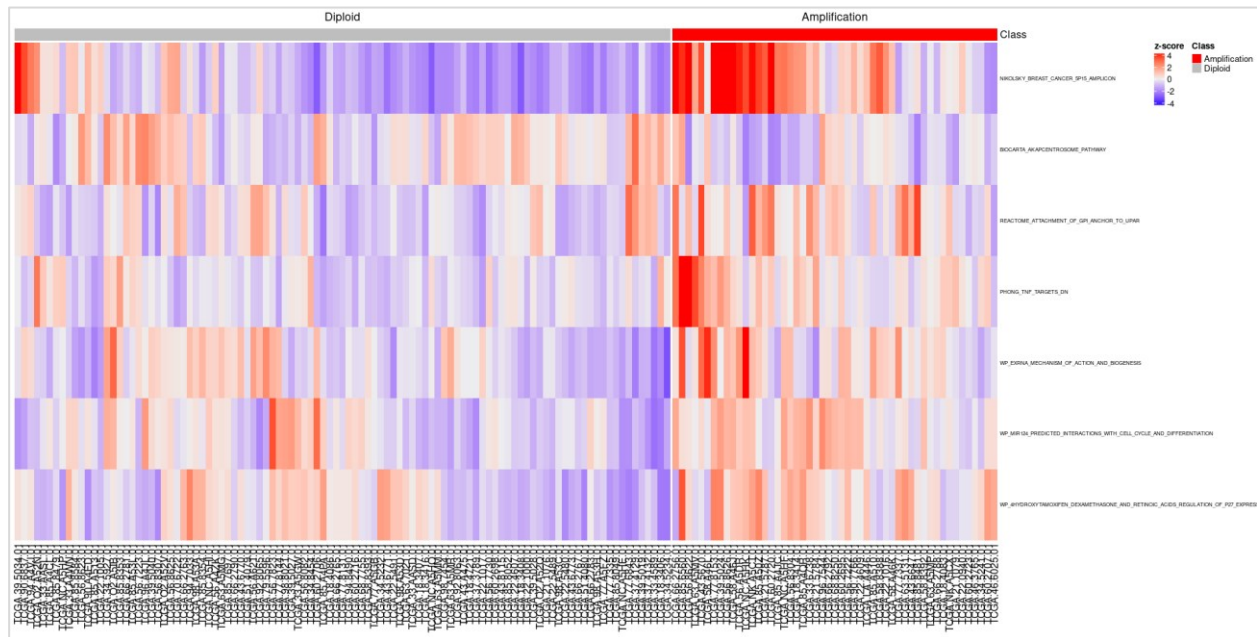


Figure 6. Heatmap visualization of differential expression profiles

Conclusion and Future Prospects

Bioinformatics is an ever-changing field that combines biology, computer science, and information engineering. Bioinformatics experts are required in all sectors of biomedical organizations, biotechnology, pharmaceutical, hospital, research institutions, and industry. For example, with the use of genomic data, researchers can identify specific genetic variations that influence an individual's response to particular treatments. This could lead to the development of more tailored therapies and improved patient outcomes. Moreover, bioinformatics is essential in designing and optimizing biological systems for various applications, including the prediction of protein structures, drug discovery processes and the production of novel biomaterials.

References

1. CARLSO, M. et. al. High-throughput sequence analysis with R and Bioconductor. June, 2022. 83 p.
2. LIBERZON, A et. al. Molecular signatures database (MSigDB) hallmark gene set collection. In: *Cell Syst.* 2015 Dec 23, 1(6), pp. 417–425.

ABORDĂRI DIDACTICE PRIVIND ELABORAREA ȘI IMPLEMENTAREA PROIECTULUI STEAM „ENIGMA INTER/TRANSDISCIPLINARĂ A POMULUI DE CRĂCIUN” ÎN SISTEMUL ÎNVĂȚĂMÂNTULUI GENERAL

Lilia MIHĂLACHE, dr. conf. universitar

<https://orcid.org/0000-0002-2658-6033>

Natalia JOSU, dr. conf. universitar

<https://orcid.org/0000-0002-3687-5437>

Teodora VASCAN, dr. conf. universitar

<https://orcid.org/0000-0002-6828-5343>

UPSC, Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale

Rezumat. În articolul respectiv au fost propuse unele abordări didactice privind inițierea, elaborarea și implementarea unui proiect STEAM în sistemul învățământului general. Realizarea proiectului intitulat „Enigma inter/transdisciplinară a pomului de Crăciun” presupune studierea și examinarea Pomului de Crăciun din mai multe perspective interdisciplinare precum, evidențierea conexiunilor dintre: biologie, matematică, informatică, programare, modelare 3D și utilizarea imprimantei 3D. Toate obiectivele propuse pentru realizare prevăd parcurgerea unor etape concrete care fiind îndeplinite cultivă cunoștințe și dezvoltă competențe și abilități elevilor, implicați în implementarea proiectului. Toate mecanismele inter/transdisciplinare declanșate în cadrul acestui proiect contribuie la orientarea elevilor spre alegerea unei cariere STEAM și implicarea ulterioară în unele din ramurile economiei reale.

Cuvinte cheie: Abordarea STEAM, educație STEAM, proiecte STEAM, conexiuni interdisciplinare, modelarea 3D.

Abstract. This article proposes different didactic approaches to initiate, develop, and implement a STEAM project in the general education system. The completion of the project with the title „The Inter/Transdisciplinary Analysis of the Christmas Tree” involves the study and examination of the Christmas tree from multiple interdisciplinary perspectives, highlighting the connections between biology, mathematics, computer science, programming, 3D modelling, and the use of 3D printing. All the objectives proposed for the project involve following specific steps, and upon completing these steps, they cultivate knowledge and develop skills and abilities in the students participating in the implementation of the project. All the inter/transdisciplinary mechanisms triggered within this project contribute to guiding students toward choosing a STEAM career and subsequent involvement in some of the branches of the real economy.

Keywords: STEAM approach, STEAM education, STEAM projects, interdisciplinary connections, 3D modeling.

Introducere

Educația STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă și Matematică) este în prezent cel mai bun concept care dă sens contextual predării și învățării celor cinci discipline (știință, tehnologie, inginerie, artă și matematică), deoarece oferă o relevanță, care a fost atinsă insuficient anterior în abordarea tradițională a instruirii.

STEAM este o nouă tendință în evoluția teoriei educaționale, care în ultima perioadă poate fi definită în două moduri:

1. modul tradițional, STEM implică corelarea domeniilor științei, tehnologiei, ingineriei și educației matematice;
2. noua tendință este conceptul de educație STEAM integrată, care include predarea prin practici de învățare, în care subiecții sunt integrați în mod intenționat, adică o disciplină poate fi considerată de bază, sau dominantă, iar celelalte discipline să fie complementare [5].

Curriculum național propune corelarea interdisciplinară prin abordarea STEAM, însă decizia în fixarea disciplinei dominante, aparține cadrului didactic, din perspectiva celor implicați în educație.

Foarte des întâlnim elevi cărora le este greu să înțeleagă disciplina matematică, fizică, informatică. Acești elevi sunt impuși, de multe ori, să memorizeze, fără a înțelege elementele mai profunde ale matematicii, fizicii, informaticii pentru a rezolva problemele propuse pentru realizare. Însă elevii învață diferit, unul mai mult analizează, altul se pricepe să scrie, altul are interes pentru știință, tehnologie și proiectare inginerască, sau învață prin rezolvarea problemelor din viața reală. În acest context, abordarea STEAM oferă posibilitate acestor elevi să se simtă puternici și să dezvolte competențe în domeniile interdisciplinare vizate de către cadrele didactice, în conformitate cu unitățile de învățare curriculare.

În acest articol propunem unele abordări didactice care descriu un proiect curricular pentru modulul „Calcul tabelar” la disciplina informatică, clasa IX. Proiectul realizat, „Pomul de Crăciun”, are un titlu semnificativ, care oferă o magie sărbătorilor de Crăciun. Realizarea acestui proiect are la bază ideea, că sărbătoarea Crăciunului este o enigmă care poate fi dezvăluită pas cu pas prin utilizarea diverselor tehnologii informaționale. Astfel, această sărbătoare magică a fost adusă în sălile de clasă prin realizarea proiectului anterior nominalizat, care utilizează atât studierea modulului „Calcul tabelar”, cât și competențele formate la studierea altor module curriculare. Acest proiect a transformat sărbătorile de iarnă într-o experiență educațională captivantă și interdisciplinară, în care STEAM se îmbină reciproc pentru a crea ceva cu adevărat remarcabil. Educația STEAM joacă un rol important în pregătirea elevilor pentru alegerea profesiilor viitorului, promovând în acest sens gândirea critică, rezolvarea problemelor, creativitatea și colaborarea, abilități esențiale într-o lume dominată de tehnologie. Cu toate acestea, cadrele didactice de pretutindeni se confruntă permanent cu provocarea de a face învățarea STEAM mai accesibilă și mai atractivă pentru elevi.

Un drum către creativitate

Proiectele STEAM sunt un reper important în dezvoltarea fiecărei personalități în parte. De aceea, în proiectul nostru oferim elevilor o experiență educativă interdisciplinară și inovatoare, care să încurajeze dezvoltarea abilităților STEAM prin utilizarea diverselor platforme și aplicații precum Paint, MS Word, MS Excel, Scratch, Tinkercad și limbajul de programare C++. Proiectul respectiv va include următoarele activități principale:

Activitatea 1. Cercetarea coniferelor (în special Bradul) la nivel de caracteristică biologică și geografică.

Activitatea 2. Ilustrarea grafică a noțiunilor de simetrie, figuri geometrice, cadrane, funcție, utilizând platformele GeoGebra și Desmos [2, 4].

Activitatea 3. Utilizarea aplicațiilor (Paint, MS Word, MS Excel) ca mijloc de desenare a brazilor [1, 3].

Activitatea 4. Realizarea proiectului cu elemente de sunet programate corespunzător în Scratch.

Activitatea 5. Implementarea limbajului de programare C++ pentru afișarea unui brad utilizând un simbol caracter.

Activitatea 6. Modelarea bradului 3D în Tinkercad și imprimarea acestuia cu ajutorul imprimantei 3D.

În secțiunea următoare, vom descrie unele aspecte ale proiectului „Pomul de Crăciun”, vom prezenta scopul, obiectivele și vom specifica contribuția elevilor în realizarea acestui proiect.

Bazele proiectului

Proiectul „Pomul de Crăciun” și-a propus să îmbine cele mai bune practici ale educației STEAM pentru a oferi elevilor noștri o experiență completă de învățare.

Scopul proiectului STEAM este de a oferi elevilor o experiență educativă interdisciplinară și inovatoare, care permite dezvoltarea abilităților și competențelor acestora prin intermediul aplicației MS Excel și a altor platforme.

Obiectivele proiectului:

1. Dezvoltarea creativității și gândirii critice prin utilizarea diverselor aplicații și platforme pentru desen.
2. Promovarea colaborării între elevi și anume la realizarea proiectelor comune în MS Excel sau în cadrul diverselor platforme de implementare a algoritmilor, esențiale în lumea reală.
3. Dezvoltarea abilităților de programare prin intermediul limbajului de programare C++, care oferă elevilor oportunitatea de a învăța concepte de bază legate de programare, dezvoltându-și abilități în domeniul tehnologic.

4. Îmbunătățirea abilităților matematice de recunoaștere a figurilor geometrice, utilizarea noțiunii de simetrie, ce permit elevilor să înțeleagă și să aplice conceptele matematice într-un context real, cum ar fi gestionarea datelor și construirea graficelor.
5. Explorarea tehnicilor de design și modelare cu ajutorul aplicației Tinkercad, ceea ce va permite elevilor să creeze modele 3D și să învețe despre conceptele de bază ale designului și modelării.
6. Promovarea înțelegerii științifice, astfel încât proiectul să ofere oportunități pentru a explora concepte științifice într-un mod interactiv și practic, folosind aplicații precum Scratch, Desmos, GeoGebra pentru a crea simulări sau experimente virtuale.
7. Prezentarea activităților din cadrul proiectului în fața colegilor și a comunității școlare, dezvoltând astfel abilități de comunicare și prezentare.

Platforme și aplicații STEAM

Unul dintre aspectele distinctive ale proiectului a fost integrarea platformelor și aplicațiilor STEAM. Începând de la un simplu desen în aplicația Paint sau MS Word, efectuând o trecere la un nivel mai avansat, cum ar fi MS Excel, Scratch pentru programare vizuală, Tinkercad pentru design 3D și programarea în limbajul C++, aplicația Desmos și GeoGebra elevii au explorat o gamă variată de instrumente tehnologice. Acest lucru a oferit acestora oportunitatea de a dezvolta competențe tehnice esențiale și de a aplica aceste cunoștințe în mod creativ în cadrul proiectelor lor tematice de Crăciun.

Rezultate și impact

Rezultatele și impactul proiectului „Pomul de Crăciun” țin de explorarea modul în care elevii au dezvoltat competențe STEAM, cum au promovat colaborarea în echipă și cum au adus magia Crăciunului în școală. Acest proiect a demonstrat că învățarea poate fi captivantă și plină de semnificație. Activitățile realizate au fost prezentate public în cadrul unei conferințe de totalizare .

Concluzie

În procesul de desfășurare a proiectului au fost implicați atât elevii clasei a IX, cât și profesorii disciplinelor informatică, matematică, biologie, geografie, educație tehnologică, educație plastică. Elevii ghidați de grupul de profesori au realizat activitățile menționate anterior, astfel demonstrând că educația STEAM poate fi accesibilă și captivantă atunci când se integrează într-un cadru interdisciplinar. Realizarea proiectului „Enigma inter/transdisciplinară a pomului de Crăciun” a presupus studierea și

examinarea Pomului de Crăciun din mai multe perspective interdisciplinare precum: biologie, matematică, informatică, programare, modelare 3D și utilizarea imprimantei 3D. Aplicațiile și platformele STEAM au jucat un rol cheie în facilitarea învățării prin experiență și în dezvoltarea abilităților esențiale pentru secolul XXI. Toate obiectivele propuse pentru realizare prevăd parcurgerea unor etape concrete care fiind îndeplinite cultivă cunoștințe și dezvoltă competențe și abilități elevilor, implicați în implementarea proiectului.

Prin intermediul acestui proiect sperăm că am reuși să transmitem o parte din experiența noastră acumulată pe parcursul anilor și altor colegi profesori, experți, cercetători, transformând spiritul Crăciunului într-o experiență educațională captivantă din perspective științifico-metodice, deschizând noi oportunități pentru educația STEAM.

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. GREMALSCHI, A.; VASILACHE, G.; GREMALSCHI, L. Informatică, clasa 7, 2020.
2. ACHIRI, I. BRAICOV, A. ȘPUNTENCO, O. Matematică, clasa 7, 2018.
3. GREMALSCHI, A.; MOCANU, I.; SPINEI, I.; GREMALSCHI, L. Informatică, clasa 8, 2020.
4. ACHIRI, I. BRAICOV, A. ȘPUNTENCO, O. Matematică, clasa 8, 2013
5. https://xn--jlahfl.xn--plai/library/steamproekt_snezhinka_013402.html

TESTAREA IPOTEZELOR DE CERCETARE PRIN STATISTICA BAYESIANĂ

Maria PAVEL, dr., conf. univ., Catedra ITI, UPSC

<https://orcid.org/0000-0003-4803-6398>

Dorin PAVEL, dr., conf. univ., Catedra ITI, UPSC

<https://orcid.org/0000-0002-9600-1360>

Rezumat. În lucrare se scot în evidență restricțiile statisticii clasice de testare a ipotezelor de cercetare formulate de cercetătorii din domeniul științelor sociale, inclusiv din domeniul psihopedagogic și se descrie alternativa modelului de testare a semnificației ipotezei nule, ca un nou model de statistică - statistica Bayesiană. Acest model se numește „Null Hypothesis Bayesian Testing” (NHBT) și presupune utilizarea factorilor Bayes în loc de valorile semnificației p .

Cuvinte cheie: cercetare pedagogică, ipoteză de cercetare, prag de semnificație, model NHST, model NHBT, statistică Bayesiană.

Abstract. The paper highlights the restrictions of classical statistics for testing research hypotheses formulated by researchers in the field of social sciences, including the psychopedagogical field, and describes the alternative to the model of testing the significance of the null hypothesis, as a new statistical model - Bayesian statistics. This model is called "Null Hypothesis Bayesian Testing" (NHBT) and involves using Bayes factors instead of significance p values..

Keywords: pedagogical research, research hypothesis, significance threshold, NHST model, NHBT model, Bayesian statistics.

Introducere

Metodele de cercetare a diverselor variabile ale fenomenului educațional, printre care și experimentul pedagogic, furnizează date ce necesită o analiză statistică pentru a formula careva concluzii. Această analiză și prelucrare statistică a datelor, de obicei argumentează soluționarea problemei științifice înaintate, inclusiv și prin interpretarea semnificației ipotezelor de cercetare.

Statistica inferențială tradițională utilizează criteriile parametrice (teste t) și neparametrice (coeficienți z) pentru a testa semnificația ipotezei nule H_0 , cu scopul de a o respinge și de a accepta ipoteza alternativă H_1 . Acest model, cunoscut sub numele „Null Hypothesis Significance Testing” (NHST) se utilizează de foarte mult timp de statisticieni, însă literatura de specialitate scoate în evidență în ultimul timp un șir de neajunsuri ale acestuia. În primul rând, se testează de fapt semnificația ipotezei nule, a cărei adevăr nu se demonstrează niciodată: fie se respinge și se acceptă ipoteza alternativă, fie că nu poate fi respinsă. Prin urmare, ipoteza H_1 nu se testează de fapt, ci se acceptă. O altă limită a modelului statistic de testare a semnificației ipotezei nule, se referă la valoarea de raportare a pragului de semnificație, care a fost stabilită aleatoriu la 0,05 de către Ronald A. Fisher [1] și creează confuzii în rândul statisticienilor în cazul când semnificația unei ipoteze este

apropiată de această valoare (de ex. $p=0,059$, ce se întâmplă? Se acceptă sau nu ipoteza alternativă?). Cu atât mai mult că pentru $p=0,05$ ambele ipoteze au aceeași probabilitate. De asemenea, în cazul când pragul de semnificație este mai mic decât 0,05 se respinge ipoteza nulă și se confirmă ipoteza alternativă, dar aceasta nu înseamnă că este adevărată. Totodată mărimea semnificației ipotezei testate depinde de valoarea cât mai mică a lui p . Și nu în ultimul rând, atunci când se verifică semnificația ipotezei alternative repetat, aceeași ipoteză nulă, testată anterior, rămâne ca punct de referință, fie că s-a respins sau nu anterior.

În acest context, un șir de statisticieni (D. V. Lindley, W. W. Rozeboom, J. Tendeiro, H. Kiers ș.a.) scot în evidență incertitudinea, caracterul dogmatic, de rutină a modelului NHST. Printre soluțiile propuse se menționează fie eliminarea pragului semnificației (Cohen, Benjamin, Berger, McShane, Gal, Ioannidis ș.a.), micșorarea acestuia la 0,005 sau chiar 0,001 (Benjamin, Berger, Johnson), sau propunerea unor noi criterii de interpretare a pragului de semnificație, fie introducerea unei noi statistici alternative modelului NHST [2].

Această din urmă alternativă propusă, se numește „Null Hypothesis Bayesian Testing” (NHBT, Testarea Bayesiană a ipotezei nule) și presupune utilizarea factorilor Bayes în loc de valorile semnificației p .

Principiile Statisticii Bayesiane

Sunt bine-cunoscute contribuțiile semnificative ale lui Thomas Bayes, matematician englez (1702 – 1761) în domeniul teoriei probabilității, în special pentru dezvoltarea teoremei cu același nume, care a avut un impact major în statistică și în analiza datelor.

Teorema lui Bayes descrie matematic modul în care putem actualiza probabilitățile bazate pe noile informații disponibile. Ea este fundamentală în statistica bayesiană, ce se dezvoltă ca o ramură a statisticii și se bazează pe aplicarea teoremei lui Bayes pentru a obține estimări și concluzii în contexte unde există incertitudine. Această teorie este utilizată într-o varietate de domenii, inclusiv în analiza datelor, în inteligența artificială, în învățarea automată și în multe alte științe și industrii.

Testarea ipotezelor de cercetare prin statistica Bayesiană este o abordare alternativă la testarea statistică tradițională (cum ar fi testele t și z) care se bazează pe principiile teoriei probabilității bayesiene. Statistica Bayesiană permite cercetătorilor să combine datele experimentale cu cunoștințele prealabile (cunoscute sub numele de distribuție apriori) pentru a obține o înțelegere mai completă a ipotezelor de cercetare.

Principalele componente ale statisticii bayesiene includ:

- Distribuția apriori (*Prior*) - cunoștințele sau convingerile preexistente cu privire la ipoteza de cercetare înainte de a colecta datele, ce presupune descrierea amănunțită a tehnicilor de analiză a datelor, cu precizarea volumului eșantionului de cercetare.

- Distribuția de probabilitate condiționată (*Likelihood*) - modul în care datele observate sunt legate de ipoteza de cercetare. Poate fi exprimat prin intermediul funcției de verosimilitate.
- Distribuția aposteriori (*Posterior*) - distribuția de probabilitate actualizată pentru ipoteza de cercetare după colectarea datelor. Această distribuție combină distribuția apriori cu distribuția de probabilitate condiționată și este obținută prin intermediul teoremei lui Bayes.

Statistica bayesiană este o abordare a analizei datelor care se bazează pe teorema lui Bayes pentru a evalua și actualiza probabilitățile în funcție de noile informații disponibile. Principiile statisticii bayesiene pot fi explicate în patru pași principali: specificarea distribuției anterioare, actualizarea cu date noi folosind teorema lui Bayes, calcularea distribuției posterioare și luarea deciziilor sau formularea concluziilor.

Modelul NHBT începe cu distribuția anterioară, cunoscută, cu privire la variabila sau parametrul de interes, ce se poate baza pe date prelabile, expertiză sau alte informații disponibile. De exemplu, dacă se dorește să se estimeze probabilitatea de succes a unei echipe de elevi într-un concurs internațional de matematică sau informatică, se poate identifica o distribuție anterioară bazată pe performanța echipei la concursurile anterioare sau pe informații din edițiile anterioare ale concursului. Distribuția apriori se caracterizează prin gradul de precizie, sau prin gradul de subiectivitate. După precizie, distribuțiile apriori pot fi: 1. *neinformative*, când cercetătorul presupune că nu cunoaște nimic, distribuția este plată; și 2. *informative*, atunci când cercetătorul își asumă o careva distribuție. După gradul de subiectivitate, distribuțiile pot fi, în general, *subiective*, *obiective*, cu diferite variații sau combinații, în dependență de autorul ce propune această clasificare (Z. Dienes, R. Heide, P. D. Grunwald ș.a.).

Următorul pas al modelului NHBT constă în actualizarea datelor, folosind teorema lui Bayes, ce spune că *probabilitatea* distribuției anterioare, față de observațiile noi, este proporțională cu produsul dintre distribuția anterioară și *verosimilitatea* datelor (probabilitatea datelor sub distribuția anterioară). De exemplu, dacă se observă că echipa a câștigat ultimele două concursuri, se actualizează distribuția anterioară cu aceste informații pentru a obține o distribuție posterioară a probabilității de succes. În acest caz *probabilitatea datelor* sau dovezilor (D) cercetării depind de o anumită ipoteză formulată (H), prin urmare probabilitatea este condiționată – $P(D|H)$. Formula matematică a teoremei lui Bayes poate fi scrisă astfel [3, p. 37, 2, p. 30]:

$$P(H|D) = \frac{P(D|H) \times P(H)}{P(D)},$$

care în cuvinte, se poate scrie astfel:

$$Posterior = \frac{Likelihood \times Prior}{media Likelihood}$$

În continuare, modelul NHBT recurge la calcularea distribuției posterioare, ce reprezintă estimarea actualizată a variabilei sau parametrului de interes, date fiind informațiile anterioare și datele noi. Această distribuție oferă o distribuție a probabilităților, în loc de un singur punct estimat. De exemplu, după actualizarea cu datele despre concursurile câștigate, se obține o distribuție nouă a probabilității de succes a echipei în concursul următor. Distribuția posteriori reprezintă rezultatul cercetării și este produsul dintre distribuția apriori și funcția de verosimilitate.

La final, se formulează concluzii informate și/sau se iau decizii, ce implică estimări punctuale sau intervale de încredere bazate pe distribuția posterioară, se pot lua în considerare și riscurile. De exemplu, pe baza distribuției posterioare a probabilității de succes a echipei la un concurs, se poate decide dacă să se investească în echipa respectivă sau să aleagă o altă strategie.

Așa cum s-a menționat anterior testarea ipotezelor în cazul modelului statistic NHBT se face pe baza *factorilor lui Bayes* (notați cu BF_{01} și BF_{10}). Aceștia se calculează în urma evaluării probabilității de susținere a celor două ipoteze (modele) - nulă și alternativă:

- modelul pentru H_0 :

$$P(H_0|D) = \frac{P(D|H_0) \times P(H_0)}{P(D)},$$

- modelul pentru H_1 :

$$P(H_1|D) = \frac{P(D|H_1) \times P(H_1)}{P(D)}.$$

Dacă se va nota raportul de șansă pentru distribuția apriori (verosimilitatea relativă a ipotezei alternative față de ipoteza nulă până la obținerea datelor) astfel:

$$\text{\textit{șansa Prior}} = \frac{P(H_1)}{P(H_0)},$$

iar raportul de șansă pentru distribuția posteriori (verosimilitatea relativă a ipotezei alternative față de ipoteza nulă după obținerea datelor) astfel:

$$\text{\textit{șansa Posterior}} = \frac{P(H_1|D)}{P(H_0|D)},$$

atunci factorii Bayes se vor calcula după formulele:

$$BF_{10} = \frac{\text{\textit{șansa Posterior}}}{\text{\textit{șansa Prior}}} \text{ și } BF_{01} = \frac{\text{\textit{șansa Prior}}}{\text{\textit{șansa Posterior}}}.$$

Acești factori pot lua valori între 1 și ∞ și cuantifică gradul de suport a unei ipoteze sau a celeilalte și nu semnifică mărimea efectului (*Effect Size*), ci estimează cât de verosimil este acesta în condițiile datelor obținute [2 - 5]. În tabelul 1 este prezentată scala de măsură a suportului ipotezei alternative față de ipoteza nulă și invers și interpretarea valorilor factorilor Bayes.

Tabelul 1. Interpretarea valorii factorilor Bayes [6]

<i>Valoare</i>	<i>Interpretare</i>
> 100	dovezi extreme, decisive pentru ipoteza alternativă
30-100	dovezi foarte puternice pentru ipoteza alternativă
10-30	dovezi puternice pentru ipoteza alternativă
3-10	dovezi moderate pentru ipoteza alternativă
1-3	dovezi „anecdote” pentru ipoteza alternativă
1	ambele ipoteze au aceeași verosimilitate
$\frac{1}{3} - 1$	dovezi „anecdote” pentru ipoteza nulă
$\frac{1}{10} - \frac{1}{3}$	dovezi moderate pentru ipoteza nulă
$\frac{1}{30} - \frac{1}{10}$	dovezi puternice pentru ipoteza nulă
$\frac{1}{100} - \frac{1}{30}$	dovezi foarte puternice pentru ipoteza nulă
$< \frac{1}{100}$	dovezi extreme, decisive pentru ipoteza nulă

Concluzii

Deși statistica Bayesiană nu este perfectă și sunt cercetători care au identificat limitele acesteia, totuși din cele expuse mai sus, pot fi evidențiate avantajele modelului NHBT:

- permite actualizarea cunoștințelor anterioare cu date noi într-un mod consistent;
- poate oferi distribuții de probabilitate pentru parametrii modelului, ceea ce furnizează mai multă informație decât valorile punctuale estimate;
- abordează în mod natural problemele cu eșantionări mici sau date incomplete, deoarece poate să facă uz de distribuții apriori informative.

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. FISHER, R. A. *Statistical methods for research workers*. Disponibil online: <https://psychclassics.yorku.ca/Fisher/Methods/chap4.htm>
2. POPA, M.; LUCA, G.; BRAN, G. *Inferența Bayesiană*. București, 2020. Disponibil online: <https://osf.io/v2m7g/download>
3. McELREATH, R. *Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan*. Chapman and Hall/CRC, 2020. 469 p. ISBN 978-036713991-9.
4. KRUSCHKE, J. K. *Doing Bayesian Data Analysis: A Tutorial with R, JAGS, and Stan*. Elsevier Academic Press, 2015. 759 p. ISBN: 978-0-12-405888-0.
5. GELMAN, A.; CARLIN, J. B.; STERN, H. S.; DUNSON, D. B.; VEHTARI, A.; RUBIN, D. B. *Bayesian Data Analysis*. 677 p. 2013.
6. <https://www.statology.org/bayes-factor/>

OZOBOȚII ÎN EDUCAȚIE: EXPLORÂND CONCEPTELE STEM PRIN PROIECTE INTERACTIVE

Maia POROMBRICA, prof. de matematică și informatică.

<https://orcid.org/0009-0001-7335-645X>

Liceul Teoretic „Meșterul Manole”, s. Sălcuța, r. Căușeni

Rezumat. Acest articol explorează importanța programării de la cea mai mică vârstă, având la bază experiența lucrului cu elevii din clasa a IV-a în programarea Ozoboților. Se face analiza realizării proiectului ”Cu OzObOt cunoaștem lumea”, care a fost finanțat de TechSoup Romania. Articolul conține propuneri pentru profesorii, care doresc să utilizeze ozoboții în practica sa de lucru cu copiii.

Cuvinte cheie: ozobot, STEM, proiect.

Abstract. This article explores the importance of programming from an early age, based on the experience of working with 4th graders programming the Ozobots. There is an analysis on the realization of the project "With OzObOt we know the world," which was financed by TechSoup Romania. The article contains proposals for teachers who want to use ozobots in their practice of working with children.

Keywords: ozobot, STEM, project.

Introducere

În era digitală în care trăim, programarea devine tot mai relevantă și indispensabilă în educația tinerilor. Cum tehnologia continuă să avanseze rapid, abilitățile de programare devin la fel de importante ca citirea și scrierea. Programarea nu este doar un instrument pentru viitor, ci și o modalitate excelentă de a dezvolta gândirea logică și abilitățile de rezolvare a problemelor încă din copilărie.

Reflecții din experiența programării Ozoboților

Ozoboții sunt mici roboți programabili, concepuți special pentru a fi utilizați în educația timpurie. Programarea Ozoboților este o metodă excelentă de a introduce elevii claselor primare în lumea programării. Proiectul ”Cu OzObOt cunoaștem lumea” a fost propus spre realizare la Liceul Teoretic ”Meșterul Manole” din s.Sălcuța, r.Căușeni, având ca baza trei piloni: Observări zilnice, Obiceiuri benefice, Organizări tematice - de la OzObOt, cu accent pe trei ”O”. Beneficiarii sunt elevii cu vârsta de 10-11 ani care au studiat roboții mici (ozoboții) pentru a explora diferite aspecte din viața reală. Pentru etapa de ”Observări zilnice” au programat ozoboții pentru ca ei să se miște pe o linie trasată și au creat propriile lor trasee cu ajutorul codurilor de culori. După cunoașterea codurilor desenate, la celelalte două etape ”Obiceiuri benefice” și ”Organizări tematice” copiii au lucrat la computer pe platforma specială <https://ozoblockly.com/>, unde au elaborat programe pentru ozoboți, având exemple de deplasare, schimbare de culori,

imitare a unor sunete pe măsură ce se mișcă, astfel dezvoltând idei noi pentru utilizarea roboților în viața de zi cu zi.

Acest eveniment a fost finanțat din resurse externe. Evenimentul nostru "Cu OzObOt cunoaștem lumea" a câștigat o finanțare prin programul Meet and Code (<https://meet-and-code.org/>) susținut la nivel european de Amazon și 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. Pentru promovarea proiectului și schimb de experiență a fost creat site-ul proiectului: <https://ozobotii.blogspot.com/>

Rezultate obținute

Experiența de realizare a proiectului a evidențiat beneficiile utilizării Ozoboților în activitățile extracurs sau proiectele școlare:

1. **Accesibilitate:** Ozoboții sunt comparativ mai ieftini decât alt echipament digital din Clasa Viitorului, ceea ce permite dotarea la clasă sau procurarea în mod individual. (Mulți părinți le fac un cadou copiilor)
2. **Interactivitate:** Ozoboții sunt prietenoși și captivanți, ceea ce îi face atractivi pentru copii. Ei reacționează la culori și linii desenate pe hârtie, ceea ce le permite să interacționeze direct cu utilizatorul.
3. **Învățare practică:** Programarea Ozoboților implică o învățare hands-on (Stilul de învățare adaptativ, care se bazează mai mult pe intuiție decât pe logică, prin o abordare practică, experiențială). Copiii văd rezultatele programelor pe care le creează imediat, ceea ce îi motivează să exploreze și să experimenteze în continuare.
4. **Abordare progresivă:** Ozoboții sunt potriviți pentru toate nivelele de experiență în programare, de la începători la avansați. (Elevii claselor liceale au experimentat și ei, susținând picii din clasa a IV-a). Aceasta permite elevilor să evolueze în ritmul lor.
5. **Dezvoltarea competențelor STEM:** Programarea Ozoboților acoperă concepte STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică) într-o manieră accesibilă și distractivă. Elevii pot învăța despre algoritmi, senzori, și multe altele într-un context practic, dezvoltând propriile scenarii sau situații la teme interesante anume pentru ei.

De ce anume programarea?

1. **Distrușterea stereotipurilor:** Programarea permite elevilor să devină responsabili pe propria sa instruire. Peste 2-3 activități deja nu apar întrebări de tipul "Ce trebuie să facem?" și apare siguranța, încrederea în forțele proprii și dorința de a crea, experimenta.

2. **Dezvoltarea gândirii logice:** Programarea îi învață pe copii să gândească logic și să identifice soluții la probleme complexe prin intermediul algoritmilor. Acest tip de gândire poate fi benefic într-o varietate de domenii, nu doar în dezvoltarea software-ului.
3. **Abilități de rezolvare a problemelor:** Programarea implică adesea găsirea unor soluții creative la problemele tehnice. Această abilitate este transferabilă și poate fi aplicată în diverse contexte. Mai des se practică metoda experimentului, apar primele analize și concluzii.
4. **Dezvoltarea creativității:** Programarea permite copiilor să creeze propriile lor proiecte și să își pună imaginația la treabă pentru a le da viață. Acest proces de creație încurajează dezvoltarea creativității și a spiritului inovator. Descoperirile devin mai mult ca o apreciere a muncii, decât momente de satisfacție.
5. **Pregătirea pentru viitor:** Societatea se îndreaptă spre o creștere continuă a tehnologiei și a automatizării. Cei care înțeleg programarea vor avea o mai mare competență pe piața muncii și vor fi mai bine pregătiți pentru viitorul digital.

Programarea și utilizarea Ozoboților poate deveni o modalitate distractivă și educativă de a explora conceptele STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică) în clasă sau acasă. Iată câteva exemple de proiecte STEM cu Ozoboți, care au fost propuse de elevi – participanți la proiect:

1. Labirintul Ozobot:
 - Pe hârtie poate fi creat un labirint folosind linii și culori cu coduri pentru ozobot. Se lipsesc imaginile cu case, drumuri, intersecții și obstacole.
 - Elevii trebuie să programeze Ozobotul să navigheze prin labirint folosind combinații de culori și linii.
 - Proiectul poate fi complexificat prin introducerea regulilor suplimentare sau a sarcinilor specifice pentru a dezvolta abilități de rezolvare a problemelor.
 - Pot fi programați mai mulți roboți pentru același labirint.
2. Sistemul Solar Interactiv:
 - Printați o imagine a sistemului solar cu planetele și Soarele.
 - Asociați diferite culori cu fiecare planetă sau corp ceresc.
 - Programați Ozobotul pentru a se deplasa în jurul sistemului solar, recunoscând și interacționând cu planetele pe baza culorilor.
 - Acest proiect poate fi folosit pentru a învăța despre ordinea planetelor și distanțele relative dintre ele sau la ore de astronomie pentru cunoașterea sistemului solar.
3. Calculator Matematic:
 - Pe o foaie de hârtie se scriu probleme matematice pe care elevii trebuie să le rezolve oral.

- Folosind culorile pentru a reprezenta operațiile matematice (de exemplu, verde pentru adunare, albastru pentru scădere), elevii trebuie să țină cont de "traseul calculelor".
- Programați Ozobotul să rezolve problemele matematice, deplasându-se la răspunsul corect pe baza culorilor și instrucțiunilor. Aici pot fi aplicate efecte de iluminare sau cele sonore.



Figura 1. Emblema proiectului

4. Simularea Ecosistemului:

- Desenați un ecosistem pe hârtie, cu diferite habitate, plante și animale.
- Atribuiți culori specifice fiecărui habitat și creați "reguli" pentru cum se hrănesc și interacționează animalele în acest ecosistem.
- Elevii pot programa Ozobotul să se deplaseze prin ecosistem, reprezentând ciclurile alimentare și interacțiunile dintre specii.

5. Lecție de Geometrie:

- Desenați forme geometrice (triunghiuri, pătrate, cercuri etc.) pe hârtie și atribuiți-le culori.
- Creați sarcini în care elevii să programeze Ozobotul să identifice și să numere diferitele forme sau să identifice proprietățile geometricilor (de exemplu, să găsească toate triunghiurile echilaterale).

6. Controlul Traficului Rutier:

- Desenați o mulțime de străzi și intersecții sau harta localității pe hârtie.
- Elevii trebuie să programeze Ozobotul pentru a acționa ca un agent de poliție și să controleze traficul rutier în mod eficient, evitând coliziunile. Poate fi aplicat efectul de iluminare ”lumina poliției”.

Aceste proiecte cu Ozoboți sunt concepute doar ca niște idei și pot fi personalizate pentru nivelurile de vârstă și nivelurile de cunoștințe ale elevilor și pot fi adaptate pentru a explora diferite concepte STEM, cum ar fi matematica, știința, ingineria și chiar programarea în sine.

Concluzii

Programarea de la o vârstă fragedă, ca parte a educației, este esențială pentru pregătirea copiilor pentru viitorul digital. Experiența lucrului cu elevii din clasa a IV-a și programarea Ozoboților demonstrează că această abordare poate fi eficientă și distractivă. Dezvoltarea abilităților de programare îi ajută pe copii să gândească logic, să rezolve probleme și să devină creativi, iar aceste abilități vor servi drept fundament pentru succesul lor viitor într-o lume tehnologică în continuă evoluție. Datorită finanțării TechSoup România profesorii pot realiza cele mai bune idei pentru proiecte STEM.

Bibliografie

1. *Classroom-Tested Lessons* Disponibil: <https://ozobot.com/educate/lessons/>
2. *STEM activities for kids. Using ozobots in thne classroom.* Disponibil: <https://stemactivitiesforkids.com/2020/03/09/getting-started-with-ozobots-in-the-classroom/>
3. *What you need to know: Ozobot Playbook.* Disponibil: <https://edgeucating.com/ozobot-playbook/>

STUDIUL AMENINȚĂRILOR CIBERNETICE ÎN DOMENIUL MILITAR**Fiodor TIMERCAN**, lector universitar

Academia Militară „Alexandru cel Bun”

Abstract. Pornind de la acceptarea generală, definirea amenințării de origine politico-militară necesită unele clarificări. Fie că se referă la încălcarea drepturilor fundamentale ale statelor sau la sistemele de securitate a percepției transpunerii obiectivelor amenințării rămase în fapte, încadrându-se printre pericolele virtuale. Ele declanșează întotdeauna reacțiile necesare pentru a contracara efectele amenințării. Situația devine gravă atunci când sunt supradimensionate. Poate fi inițiată sau o reacție în lanț, greu de controlat, în care binomul newtonian „acțiune-reacție” se poate înmulți până la distrugerea sistemului care a generat-o.

Această atitudine poate fi generată mai des de amenințări asimetrice, concept care este folosit destul de des în literatura de specialitate actuală. Ea semnifică „amenințarea care rezultă din posibilitatea de a folosi mijloace sau metode diferite pentru a lovi sau neutraliza punctele forte ale unui adversar prin exploatarea slăbiciunilor acestuia pentru a obține un rezultat disproporționat.

Cuvinte cheie: amenințări cibernetice, atacuri cibernetice, securitate cibernetică, spațiu cibernetic.

Abstract. Starting from the general acceptance, the definition of the threat of politico-military origin requires some clarification. Whether it refers to the infringement of the fundamental rights of the states or the security systems of the perception of the transposition of the objectives of the remaining threat into facts, falling among the virtual dangers. They always trigger the reactions necessary to counteract the effects of the threat. The situation becomes serious when they are oversized. It can be initiated or a chain reaction, difficult to control, in which the Newtonian binomial "action-reaction" can multiply until the destruction of the system that generated it.

This attitude can be more often generated by asymmetric threats, a concept that is used quite often in the current specialized literature. It signifies "the threat resulting from the possibility of using means or different methods to strike or neutralize the strengths of an adversary by exploiting his weaknesses in order to obtain a disproportionate result.

Keywords: cyber threats, cyber attacks, cyber security, cyber space.

Introducere

Pe măsură ce armatele țărilor dezvoltate exploatează avantajele oferite de spațiul virtual, infrastructura acestora devine tot mai vulnerabilă atacurilor cibernetice. Fenomenul agresiunilor a cunoscut o diversificare permanentă, direct proporțională cu dezvoltarea tehnologiilor informației și a societății informaționale. Metodele de atac sunt permanent adaptate evoluției din domeniul tehnologic și vulnerabilităților identificate. Teoreticienii consideră spațiul cibernetic drept al cincilea domeniu în care se poate desfășura un război, după sol, mare, aer și spațiu, caracterizat prin dinamism extrem, asimetrie, predictibilitate redusă și dificultatea atribuirii agresiunilor.

În cazul armeei-cheie a secolului al XX-lea, bomba nucleară, țările ce o puteau folosi în luptă au ales să nu o facă, fiind descurajate de faptul că un contraatac ar fi fost la fel de

devastator. În schimb, atacul cibernetic ar putea evita acest impediment dacă victima atacului nu știe împotriva cărei țări să lanseze contraatacul.

Primul atac cibernetic a fost semnalat în 1982, când spionii sovietici au furat un sistem de control computerizat de la o companie canadiană, fără să știe că specialiștii CIA reușiseră să introducă în software-ul acestuia o linie de cod care a generat o explozie masivă la o conductă de gaz din Siberia. Deflagrația a fost atât de mare încât a fost detectată din spațiu de sateliții americani, iar Thomas Reed, fost comandant al aviației SUA, a descris-o în autobiografia sa ca fiind „cea mai mare explozie non-nucleară detectată vreodată din spațiu”.

Cu toate acestea, atacurile ciberneticе au intrat în atenția opiniei publice abia după 25 de ani de la acest eveniment, respectiv în 2007, când o țară întregă - Estonia - a fost afectată, ministerele, băncile și numeroase companii fiind nevoite să își oprească activitatea. Primul atac cibernetic asupra unei întregi țări a venit pe fondul unei dispute politice pe tema mutării unui monument dedicat eroilor sovietici, propunere îndelung contestată de minoritatea rusă din Estonia și de Kremlin. Majoritatea informațiilor au indicat ca sursă a atacului adrese de internet originare din Rusia.

Un an mai târziu, în 2008, Georgia a suferit atacuri similare, într-o perioadă ce a coincis cu conflictul georgiano-rus din Osetia de Sud. Din cauza atacurilor venite dinspre Rusia, router-ele din Turcia și Rusia ce făceau legătura cu Georgia au fost supraîncărcate cu date despre țara gruzină, astfel că traficul în exterior a fost complet sufocat, cetățenii Georgiei fiind în imposibilitatea de a accesa vreun site. De asemenea, Georgia a pierdut controlul asupra domeniului “.ge”, fiind nevoită să transfere site-urile guvernamentale pe servere din afara țării.

Atacurile ciberneticе asupra celor două țări au determinat o reevaluare a doctrinelor militare ale statelor dezvoltate, securitatea cibernetică căpătând astfel mai multă importanță.

Totuși adevăratul început al războiului cibernetic poate fi datat în anul 2010, odată cu apariția primei arme ciberneticе (virusul Stuxnet), primul virus proiectat să preia sub control și să saboteze subtil infrastructurile critice ale unui stat. În 2011, a fost descoperit Duqu, un troian cu caracteristici similare Stuxnet, dar proiectat să acționeze ca un „backdoor” în sistemul infectat și să fure informații confidențiale. Anii următori s-au remarcat prin descoperirea unui număr tot mai mare de agresiuni ciberneticе persistente (de tip Advanced Persistent Threat), cu impact semnificativ asupra securității naționale.

Amintim întregul arsenal de arme ciberneticе descoperit: Flame (apreciat de specialiștii în domeniu drept cel mai sofisticat malware cunoscut până în prezent), Wiper, Mahdi, Shmoon, Gauss - malware produse de actori statali antagonici, folosite împotriva unor infrastructuri critice (transport resurse energetice, bănci, agenții guvernamentale, universități). Aceste descoperiri subliniază faptul că securitatea națională nu este așa de

sigură pe cât se credea. Războiul cibernetic a adăugat o nouă dimensiune, prezentând lumii, în mod clar, modul în care țările avansate din punct de vedere tehnologic își pot utiliza cunoștințele superioare pentru a ataca alte țări.

Progresul atacurilor cibernetice în profil militar

Spațiul cibernetic răspândit la scară globală, o invenție veche de câteva decenii, a evoluat. Dar la fel au făcut și amenințările. Viermii și virușii s-au transformat din simple mici probleme agasante în serioase provocări de securitate și instrumente perfecte ale spionajului cibernetic.

Atacurile executate cu implicarea unui grup numeros de calculatoare care generează refuzul de a presta serviciile solicitate (distributed denial of service – DDOS), privite până acum ca, de fapt, nimic mai mult decât niște „blocaje de protest”, au devenit un instrument în războiul informațional.

Și, în fine, în iunie 2010, softul malițios „Stuxnet” a devenit public, ceva ca o „bombă de penetrare a țăintelor blindate digitală” care a atacat programul nuclear iranian. Prin acesta, avertizările timpurii transmise de experți începând din 2001 au devenit realitate, sugerând că dimensiunea cibernetică ar putea să fie folosită mai devreme sau mai târziu pentru executarea unor atacuri serioase care vor avea consecințe letale în lumea reală.

Pe timpul crizei generate de Kosovo, NATO s-a confruntat cu primele sale incidente serioase cauzate de atacuri cibernetice. Acest lucru a făcut ca, printre altele, contul e-mail al NATO să fie blocat timp de câteva zile pentru vizitatorii externi și ca funcționarea website-ului Alianței să fie întreruptă în mod repetat.

Într-un mod tipic pentru acea perioadă, s-a considerat, totuși, că dimensiunea cibernetică a conflictului nu a făcut altceva decât să limiteze acțiunile întreprinse în cadrul campaniei de informare a NATO. Atacurile cibernetice erau privite ca un risc, dar ca unul limitat ca amploare și potențial distructiv, solicitând doar răspunsuri tehnice limitate,acompaniate de eforturi de informare a publicului la o scară mică.

A fost nevoie să se producă evenimentele din 11 septembrie pentru ca acea percepție să se schimbe. Și a mai fost nevoie să se producă incidentele din Estonia din primăvara lui 2007 pentru a se putea beneficia de întreaga atenție politică în privința acestei surse crescânde de amenințări la adresa siguranței publice și stabilității statelor. Un val masiv de atacuri cibernetice de trei săptămâni a demonstrat că țările membre NATO, puternic dependente de comunicațiile electronice, au fost extrem de vulnerabile pe frontul cibernetic.

Conștientizarea crescândă a seriozității amenințării cibernetice a fost accentuată și mai mult de incidentele din anii care au urmat. În 2008, unul dintre cele mai serioase atacuri de până în prezent a fost lansat împotriva sistemului american de computere. Prin

intermediul unui singur memory stick conectat la un laptop al armatei, la o bază militară din Orientul Mijlociu, un program spion s-a răspândit nedetectat, atât în sistemele clasificate, cât și în cele neclasificate. Acest eveniment a realizat ceea ce a echivalat cu un cap de pod digital, prin care mii de dosare cu date au fost transferate în servere aflate sub control străin.

Începând de atunci, spionajul cibernetic a devenit o amenințare aproape constantă. Incidente similare s-au produs în aproape toate statele membre NATO și – mai important – recent, din nou, în Statele Unite. De această dată, au fost afectate mai mult de 72 de companii, inclusiv 22 de birouri guvernamentale și 13 contractori din domeniul apărării.

Aceste incidente numeroase petrecute în ultimii cinci sau șase ani echivalează cu un transfer fără precedent în istorie de resurse valoroase și secrete naționale strict păzite către un destinatar anonim și cel mai probabil rău intenționat și ele demonstrează clar două lucruri:

- Până în prezent, cei mai periculoși actori în domeniul cibernetic sunt tot statele-națiuni. În pofida unor capabilități ofensive aflate din ce în ce mai mult la dispoziția rețelelor militare care ar putea să fie folosite în viitor, de asemenea, de actori non-statali precum teroriștii, spionajul și sabotajul de înaltă sofisticare în domeniul cibernetic au în continuare nevoie de capabilitățile, hotărârea și rațiunea cost-beneficii ale unui stat-națiune.

- Pagubele fizice devastatoare și terorismul cibernetic cinetic real nu s-au produs încă. Dar este clar că tehnologia atacurilor evoluează de la mici probleme agasante la o amenințare serioasă la adresa securității informațiilor și chiar la adresa infrastructurii naționale de o importanță crucială.

Nu există nici o îndoială că unele țări investesc deja masiv în capabilități cibernetice care pot fi folosite în scopuri militare. La prima privire, cursa digitală a înarmării se bazează pe o logică clară și implacabilă, deoarece domeniul războiului cibernetic oferă numeroase avantaje: este asimetric, atrăgător prin costurile scăzute și atacatorul deține inițial toate avantajele.

Mai mult decât atât, nu există practic nici o formă reală de descurajare în cadrul războiului cibernetic, deoarece până și identificarea atacatorului este extrem de dificilă și, respectând dreptul internațional, probabil, aproape imposibilă. În aceste condiții, orice formă de retorsiune militară ar foarte problematică, atât din punct de vedere legal, cât și din punct de vedere politic.

Provocări și amenințări cibernetice

Evoluțiile în planul securității globale atestă revenirea la politica de forță, a amenințărilor și intervențiilor militare asupra unor state independente și suverane. Instrumentul militar continuă să rămână un mijloc de extindere a influenței, de apărare a

intereselor naționale și de promovare a obiectivelor de politică externă. Cumulul de factori ce compun un mediu de securitate complex și extrem de dinamic impune aplicarea de măsuri pe mai multe planuri, în care cel militar redobândește relevanță.

Statele lumii se află în fața unor provocări majore, cu implicații greu de prevăzut asupra securității sale. Pe de o parte, este necesară identificarea unei soluții coerente în fața amenințărilor de natură hibridă. Atacurile cibernetice sunt o categorie complexă de amenințări, prin dinamica accentuată, caracterul global, dificultatea identificării sursei atacului și a stabilirii măsurilor eficiente de contracarare. Țintele probabile ale acestor atacuri pot fi atât obiectivele de infrastructură critică civilă, cât și sistemele de comunicații și tehnologiile informatice din domeniul apărării.

Amenințările specifice spațiului cibernetic se caracterizează prin asimetrie și dinamică accentuată și caracter global, ceea ce le face dificil de identificat și de contracarat prin măsuri proporționale cu impactul materializării riscurilor.

Țările lumii se confruntă în prezent cu amenințări provenite din spațiul cibernetic la adresa infrastructurilor critice, având în vedere interdependența din ce în ce mai ridicată între infrastructurile cibernetice și infrastructuri precum cele din sectoarele financiar bancar, transport, energie și apărare națională. Globalitatea spațiului cibernetic este de natură să amplifice riscurile la adresa acestora afectând în aceeași măsură atât sectorul privat, cât și cel public.

Amenințările la adresa spațiului cibernetic se pot clasifica în mai multe moduri, dar cele mai frecvent utilizate sunt cele bazate pe factorii motivaționali și impactul asupra societății. În acest sens, putem avea în vedere criminalitatea cibernetică, terorismul cibernetic și războiul cibernetic, având ca sursă atât actori statali, cât și non-statali. Amenințările din spațiul cibernetic se materializează – prin exploatarea vulnerabilităților natură umană, tehnică și procedurală – cel mai adesea în atacuri cibernetice împotriva infrastructurilor care susțin funcții de utilitate publică ori servicii ale societății informaționale a căror întrerupere / afectare ar putea constitui un pericol la adresa securității naționale, accesarea neautorizată a infrastructurilor cibernetice, modificarea, ștergerea sau deteriorarea neautorizată de date informatice ori restricționarea ilegală a accesului la aceste date, spionajul cibernetic, cauzarea unui prejudiciu patrimonial, hărțuirea și șantajul persoanelor fizice și juridice, de drept public și privat.

Folosirea noilor tehnologii și a spațiului cibernetic pentru derularea de atacuri constituie atât o modalitate de a pune în practică un nou tip de amenințare – cibernetică – dar și o modalitate de a controla alte amenințări de tip hibrid, precum lupta în plan informațional.

Spațiul cibernetic reprezintă un mediu care oferă atacatorului posibilitatea de a acționa în anonimitate – disimulând atacul, locul de origine și identitatea atacatorului – și

folosind resurse financiare, materiale și umane reduse în comparație cu o acțiune militară clasică.

Intensitatea și complexitatea tehnologică a acestor atacuri (de regulă atacuri de tip Advanced Persistent Threat – APT -), țintele strategice vizate, rezultatele obținute (în termeni de filtrare de informații strategice, de dezinformare și chiar de distrugere a serviciilor) și, nu în ultimul rând, motivația atacatorilor (care este politică prin natura sa, și nu infracțională) atenționează asupra apartenenței lor la arsenalul amenințărilor de tip hibrid. Delimitarea față de atacurile aparținând criminalității cibernetice este clară.

Astfel de atacuri sunt realizate de state, dar pot deveni și apanajul altor categorii de actori, non-statali, precum organizații teroriste, pe măsură ce ar dispune de capacitățile tehnologice și resursele financiare necesare derulării unor atacuri cibernetice de complexitate ridicată. Atacurile cibernetice reprezintă așadar una dintre cele mai noi amenințări hibride, care câștigă din ce în ce mai multă publicitate în ultimii ani.

Atacurile din 2015 asupra unor infrastructuri din domeniul energetic din Ucraina, care au determinat întreruperea furnizării de energie electrică, paralizând industria locală și afectând totodată populația civilă, sunt considerate un exemplu de folosire a atacurilor cibernetice ca parte a războiului hibrid, având în vedere că au însoțit un conflict militar și au cauzat pagube substanțiale unei infrastructuri critice.

Anihilarea amenințărilor cibernetice militare

Pregătirea unui răspuns eficient în fața amenințărilor cibernetice, ca parte a amenințărilor hibride, necesită dialog și cooperare atât la nivel politic și operațional, atât la nivelul statelor afectate, între instituțiile cu responsabilități în asigurarea securității cibernetice, cât și în format regional și internațional. Măsurile și acțiunile întreprinse trebuie să aibă în vedere consolidarea gradului de conștientizare a amenințării și creșterea rezilienței societății, infrastructurilor și instituțiilor prin identificarea celor mai bune forme de protecție.

Pentru a crește reziliența în fața amenințării cibernetice este important să fie înțeleasă natura amenințării, să fie cunoscute și asumate vulnerabilitățile pe care un adversar le-ar putea exploata. Fiecare stat trebuie să conștientizeze că nu poate asigura securitatea cibernetică fără consolidarea capacităților de cooperare și coordonare în culegerea și schimbul de informații, precum și identificarea și evaluarea riscurilor și vulnerabilităților.

De asemenea, în asigurarea rezilienței în fața amenințării cibernetice un rol important îl are existența capacității de a face față amenințării, de a se adapta și transforma, prin dezvoltarea unor capacități de avertizare timpurie și răspuns și prin promovarea și dezvoltarea unei culturi de securitate cibernetică.

Crearea și dezvoltarea unei culturi de securitate cibernetică, atât la nivelul societății civile, cât și la nivelul decidenților politici și instituțiilor publice, prin derularea de parteneriate public-private, programe educaționale, exerciții comune, conferințe, seminarii, dezbateri și prezentări publice pe tema amenințării ciberetice, ca parte a amenințărilor de tip hibrid.

Așadar, asigurarea securității ciberetice în fața unei amenințări care nu cunoaște frontiere și care poate viza atât entități publice, cât și private, trebuie să reprezinte o preocupare constantă nu doar pentru guverne, dar și pentru entitățile private și pentru cetățeni. Aceste entități trebuie să coopereze în prevenirea și combaterea atacurilor ciberetice care devin din ce în ce mai numeroase și mai sofisticate, provocând prejudicii importante în lumea reală. În final, trebuie să avem în vedere că, indiferent de modul de manifestare al unui viitor conflict, atacurile ciberetice vor fi parte integrantă a acestuia.

Crearea Sistemului Național de Securitate Cibernetică – SNSC care să reprezinte cadrul de cooperare care reunește autorități și instituții publice, mediul academic și cel de afaceri, asociații profesionale, organizații neguvernamentale, cu responsabilități și capacități în domeniu, în vederea coordonării acțiunilor pentru asigurarea securității componente naționale a spațiului cibernetic. Coordonarea activității Sistemului Național de Securitate Cibernetică trebuie asigurată de un comitet, având ca obiective implementarea Programului Național în domeniu, managementul acțiunilor, la nivel național, în cazul unui atac cibernetic, respective corelarea demersurilor instituțiilor componente în cadrul formatelor de cooperare internațională. Sistemul Național de Securitate Cibernetică trebuie să asigure cunoașterea, prevenirea și contracararea unui atac împotriva componente naționale a spațiului cibernetic, inclusive managementul consecințelor.

Componenta de cunoaștere trebuie să asigure informațiile necesare în elaborarea măsurilor pentru prevenirea efectelor unor incidente ciberetice. Componenta de prevenire va fi principalul mijloc de asigurare a securității ciberetice. Acțiunile preventive reprezintă cea mai eficientă modalitate atât de a reduce extinderea pe teritoriul unei țări a mijloacelor specifice unui atac cibernetic, cât și de a limita efectele utilizării acestora.

Componenta de contracarare trebuie să asigure o reacție eficientă la atacuri ciberetice, prin identificarea și blocarea acțiunilor ostile în spațiul cibernetic, menținerea sau restabilirea disponibilității infrastructurilor ciberetice vizate și identificarea și sancționarea potrivit legii a autorilor. Succesul activităților desfășurate depinde în mod esențial de cooperarea, inclusiv în formule de parteneriat public privat, între deținătorii infrastructurilor ciberetice și autoritățile statului abilitate să întreprindă măsuri de prevenire, contracarare, investigare și eliminare a efectelor unei amenințări materializate printr-un atac.

Concluzii

Niciodată în istoria modernă a omenirii nu au existat atâtea elemente de incertitudine. În ciuda numeroaselor ipoteze emise în anii din urmă, puțini sunt capabili să întrevadă ce se va întâmpla pe termen mediu sau lung, iar ipotezele lor să fie veridice. Valorile în creștere ale componentelor noii ecuații de securitate conduc la concluzia că am intrat într-o epocă a insecurității strategice. Situația este cu atât mai complicată cu cât procesul globalizării continuă, ceea ce înseamnă că nimeni nu se poate considera în afara jocului. Nevoia de autoprotecție a unor state ar putea să provoace un al treilea reflux al democratizării, care să pună capăt celui de-al treilea flux al democratizării. Care sunt statele cele mai amenințate nu este greu de ghicit, dar nici democrațiile consolidate și marile puteri nu se pot considera la adăpost.

Din această perspectivă noile amenințări la adresa securității obligă statele să lucreze împreună pentru apărarea valorilor comune de democrație, securitate și libertate.

Drumul din față noastră nu este ușor. Pentru a dădea față provocărilor secolului al XXI-lea este nevoie de voință politică, cât și de eforturi financiare și militare semnificative din partea tuturor. Mai mult, este nevoie de cooperare și solidaritate din partea tuturor membrilor comunității pentru protejarea valorilor comune.

Bibliografie

1. Amenințări la adresa securității. Editura Universității Naționale de Apărare București, 2004, 6, 22, 23 p.
2. ENISA Threat Landscape, ediție online.
3. <http://intelligence.sri.ro/razboi-hibrid-si-atacuri-cibernetice/> accesat la data de 09 octombrie 2023, ora 10.16.
4. <https://www.nato.int/docu/review/2011/11-september/Cyber-Threads/RO/index.htm> accesat la data de 10 octombrie 2023, ora 09.30.
5. ЗАВАЛЬСКИЙ, И. Кибервойна: угрозы и защита, Сборник докладов 7-го симпозиума по вопросам безопасности Черноморского и Каспийского регионов, Одесса.
6. <http://www.descopera.ro/capcanele-nternetului/9627768-traim-in-epoca-ciber-razboaielor> accesat la data de 11 octombrie 2023, ora 12.28.;
7. <https://www.nato.int/docu/review/2011/11-september/Cyber-Threads/RO/index>. accesat la data de 11 octombrie 2023, ora 15.45.;

PRODUSE ALE PROGRAMĂRII VIZUALE ÎN STUDIAREA STEAM**Olga TIMUȘ**, drd., asist. univ.<https://orcid.org/0000-0003-3615-9120>**Nicolae BALMUȘ**, dr., conf. univ.<https://orcid.org/0000-0002-0491-2918>

Catedra „Informatică și Tehnologii Informaționale”, UPSC „Ion Creangă”

Rezumat. Programarea vizuală vine să confere o dimensiune distinctivă, interactivă și practică procesului de explorare a conceptelor complexe din domeniul STEAM. În articolul de față, ne-am propus să amplificăm, din perspectiva STEAM și a programării vizuale, oportunitățile de utilizare a instrumentelor de măsură. Realitatea din Republica Moldova denotă faptul că, unele instrumente de măsură incluse în curriculumul școlar, sunt insuficiente sau lipsesc din dotarea laboratoarelor. Șublerul sau micrometrul ar putea rămâne doar concepte teoretice pe hârtie. În calitate de instrument STEAM, propunem, în calitate de autori, o serie de aplicații de concepție proprie, realizate într-un mediu de programare vizual, care reproduc funcționalitățile următoarelor instrumente de măsură: cântarul, cronometrul, micrometrul și șublerul.

Cuvinte cheie: programare vizuală, învățarea STEAM, instrumente de măsură.

Abstract. Visual programming adds a distinctive, interactive and practical dimension to the process of exploring complex concepts in the STEAM field. In this article, we aim to enhance, from the perspective of both STEAM and visual programming, the opportunities for using measurement tools. The reality in the Republic of Moldova indicates that some measurement tools included in the school curriculum are insufficient or lacking in laboratory equipment. The calliper or micrometre might remain only theoretical concepts on paper. We propose, as a STEAM tool, a series of custom-designed applications created in a visual programming environment. These applications reproduce the functionalities of the following measurement tools: scale, timer, micrometre, and calliper.

Keywords: visual programming, STEAM learning, measuring instruments.

Paradigma de programare vizuală este un instrument puternic pentru dezvoltarea competențelor STEAM într-un mod captivant și interactiv. Or, utilizarea acesteia, nu doar îmbunătățește competențele STEAM, ci și transformă procesul de învățare într-o experiență interactivă, exploratorie și captivantă. „Cel mai puternic argument pentru interdisciplinaritate este chiar faptul că viața nu este împărțită pe discipline”, spunea Jean Moffett.

Într-o cercetare valoroasă, autorii Burlacu Natalia și Irimiciuc Silviu Dan specifică, citez: „În versiunea autohtonă, din Republica Moldova, abordarea generală a conceputului STE(A)M este realizabilă prin intermediul unor modele didactice bazate pe predarea-învățarea diverselor discipline școlare într-un context centrat pe activități ce dezvoltă la elevi /cursanți gândirea critică și cea proiectivă într-un cadru educațional curricular și extracurricular. Activitățile de predare-învățare fiind organizate/desfășurate în spații de instruire deschise, săli de tip ”transformer”, medii/spații de unde profesorii și elevii

experimentează scenarii didactice, folosind tehnologii inovative, precum: echipamentele digitale de ultimă generație, seturile de robotică educațională, tablete, senzori, medii de programare, instrumente digitale pentru formarea creativității și implementarea activităților direcționate spre dezvoltarea de digital & soft skills, etc.)” [1].

În prezentul material, în calitatea noastră de autori, ne-am propus să depășim barierele existente în studierea instrumentelor de măsură prin dezvoltarea unei serii de aplicații cu interfață vizuală, folosind tehnici precum, modelarea și simularea asistată de calculator. Considerăm, dezvoltarea acestor aplicații cu interfață vizuală esențială în acest context, dat fiind faptul că furnizează utilizatorilor modalități intuitive de explorare și înțelegere de funcționare a instrumentelor de măsură.

Tema abordată în acest articol este relevantă pentru progresul cunoașterii, având în vedere faptul că, instrumentele de măsură sunt studiate într-o varietate de contexte, acoperind diverse discipline și niveluri de învățământ. Acest demers începe din primii ani ai educației copiilor, încă de la vârsta preșcolară și, se extinde până în liceu, învățământ profesional tehnic și cel universitar.

Actualitatea temei derivă, inclusiv, din situația din instituțiile de învățământ din Republica Moldova, în special, în sălile de laborator, unde există o lipsă totală sau o disponibilitate limitată a unor instrumente de măsură. Insuficiența în dotarea respectivă împiedică elevii să interacționeze direct cu aceste instrumente, ceea ce, la rândul său, îi împiedică să dobândească abilitățile specifice prevăzute în curriculumul școlar.

Rigla, raportorul, cântarul, termometrul, cronometrul, șublerul, micrometrul [2, 3] - câteva dintre instrumentele de măsură ce sunt propuse spre studiere și exploatare în cadrul procesului de învățământ. Dacă fiecare elev posedă o riglă sau un raportor, atunci dotarea cu un șubler sau cu un micrometru poate fi o adevărată provocare pentru o parte din laboratoarele din instituțiile de învățământ din Republica Moldova.

În cadrul aplicațiilor interactive de concepție proprie ce urmează a fi descrise în continuare, instruiții au posibilitatea de a experimenta cu următoarele instrumente de măsură: cântar, cronometru, micrometru și șubler. Prin intermediul elementelor vizuale, utilizatorii au capacitatea de a interacționa mai eficient cu modelele și simulările, ceea ce facilitează înțelegerea conceptelor și a principiilor fundamentale asociate cu aceste instrumente de măsură. Astfel de aplicații poate fi utilizate în cadrul orelor de fizică, matematică, dar și limbi străine, științe ale naturii, biologie, chimie și altele.

Cântarul. Primul instrument de măsură simulat este cântarul. Capacitatea cântarului este de 1 kg, cu diviziuni de 5 grame (vezi Figura 1, modelul a). Cu ajutorul butonului “*Antrenare*” (vezi Figura 2) se generează în mod aliator greutatea, iar elevii au posibilitatea de a stabili greutatea indicată de vârful acului cântarului. Astfel, la introducerea greutății în caseta textuală corespunzătoare introducerii datelor citite de pe cântar, cu ajutorul butonului „*Verificare*” se va afișa un mesaj de validare/nevalidare a datelor.

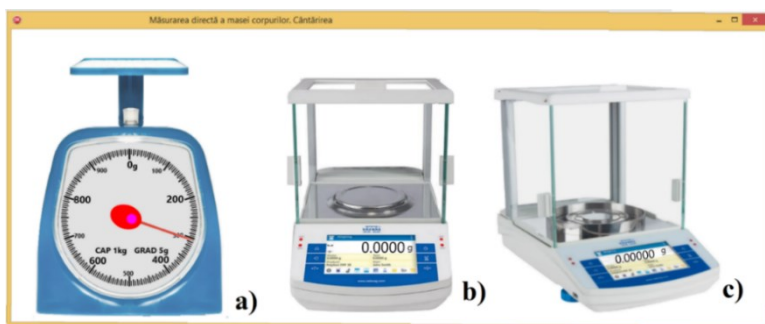


Figura 1. Simularea cântarului (a-analogic (5g), b-analitic (0.00001g), c-analitic 0.000001g)



Figura 2. Simularea stabilirii greutăților unor corpuri reale.

Pentru ca aplicația să fie mai interactivă și mai atractivă, au fost adăugate câteva obiecte reale: un bob, un măr și o varză, iar ca reper de verificare a cântarului s-a utilizat o greutate de 1 kg (vezi Figura 2). Elevul va alege obiectele și cu ajutorul tehnicii *Drag&Drop* le va deplasa pe cântar. După care, va determina greutatea corpurilor și va verifica dacă a stabilit corect măsurările.

Cronometrul. Cronometrul este următorul instrument de măsură simulat. Exact ca și un cronometrul real, acesta conține un piston de declanșare/oprire a cronometrării timpului și un piston de resetare (vezi Figura 3).

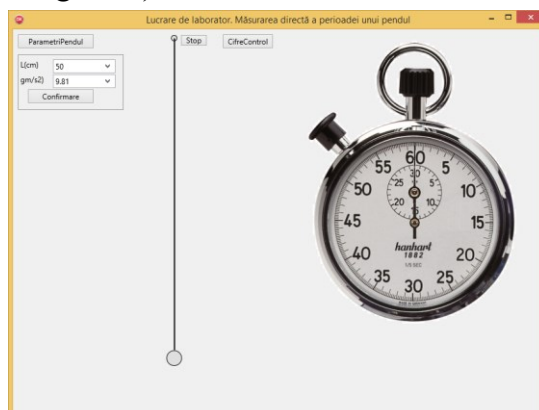


Figura 3. Cronometrul analogic

Pentru această aplicație a fost inclusă și o situație de învățare – experiment de laborator (vezi Figura 4): elevul va abate pendulul mecanic din poziția inițială sub un anumit unghi și ajutându-se de cronometru, va colecta o serie de date pentru a stabili perioada de oscilație a pendulului mecanic, după care va compara datele obținute cu cifrele de control.

Micrometrele și șublerile sunt cele mai răspândite instrumente pentru măsurarea și verificarea dimensiunilor liniare.

Micrometrul. Micrometru simulat în aplicație (vezi Figura 5) are o precizie înaltă de măsurare (0.01 mm). Pentru ca elevul să efectueze citirea corectă a datelor, acesta trebuie să cunoască bine sistemul gradațiilor de pe brațul cilindric, cât și de pe tamburul conic. Pentru acest experiment, elevul are posibilitatea de a genera în mod aliator lungimile

laturilor unui poligon și a roti poligonul în poziția potrivită pentru determinarea lungimii laturii corespunzătoare (vezi imaginile din Figura 6).

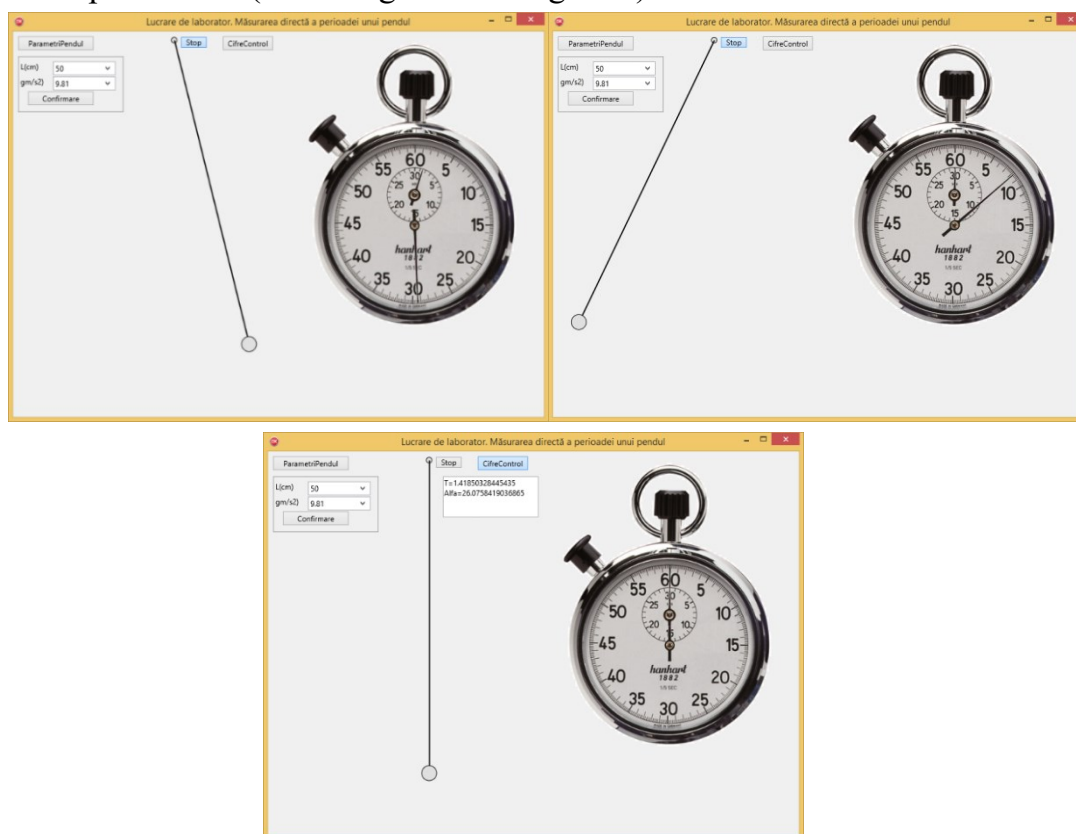


Figura 4. Experiment: stabilirea perioadei de oscilație a unui pendul mecanic



Figura 5. Prezentarea micrometrului (a-(precizie 0.01mm), b-(precizie 0.001mm))

Rotind tamburul, elevul va deplasa tija șurubului micrometric până în poziția în care latura ce urmează a fi măsurată va fi încadrată perfect între suprafețele de măsurare ale tije și a nicovalei. Se vor citi datele și se vor compara cu cifrele de control.

Șublerul. Ultimul instrument prezentat în manieră vizuală pe calculator este șublerul (vezi Figura 7). Principiul constructiv al șublerului mecanic este cel al vernierului. Vernierul este o scară gradată ajutătoare care servește pentru mărirea preciziei de citire a fracțiunilor de diviziuni de pe scara gradată principală. Șublerul va indica rezultatul de măsurare cu precizia de 0.1mm.

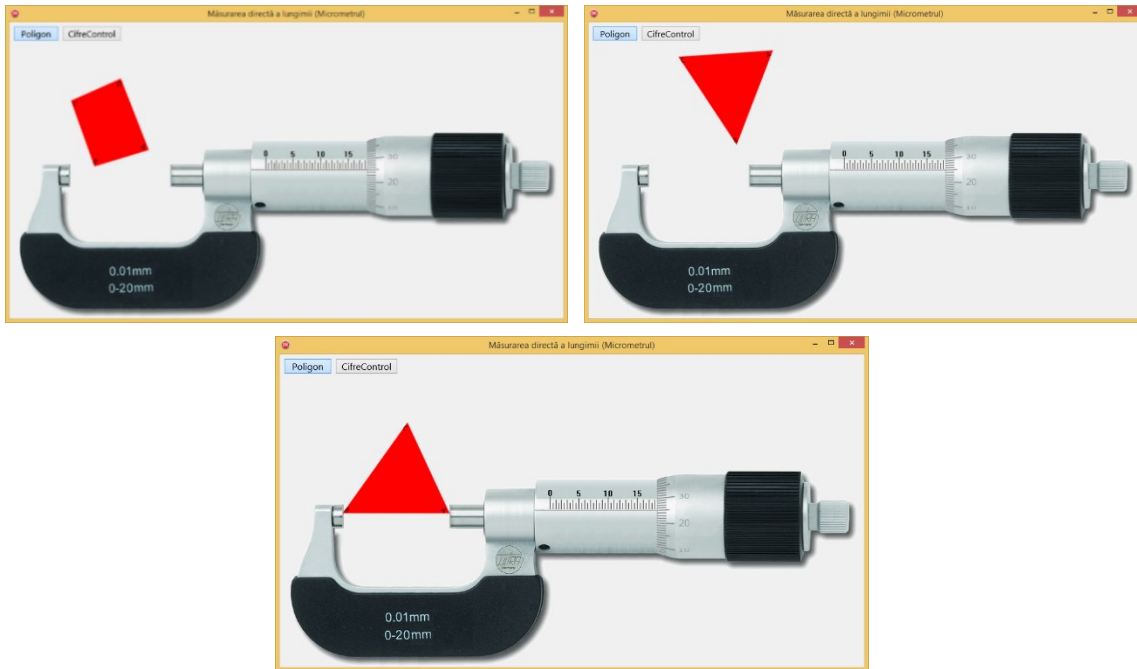


Figura 6. Procesul de citire a datelor cu ajutorul micrometrului

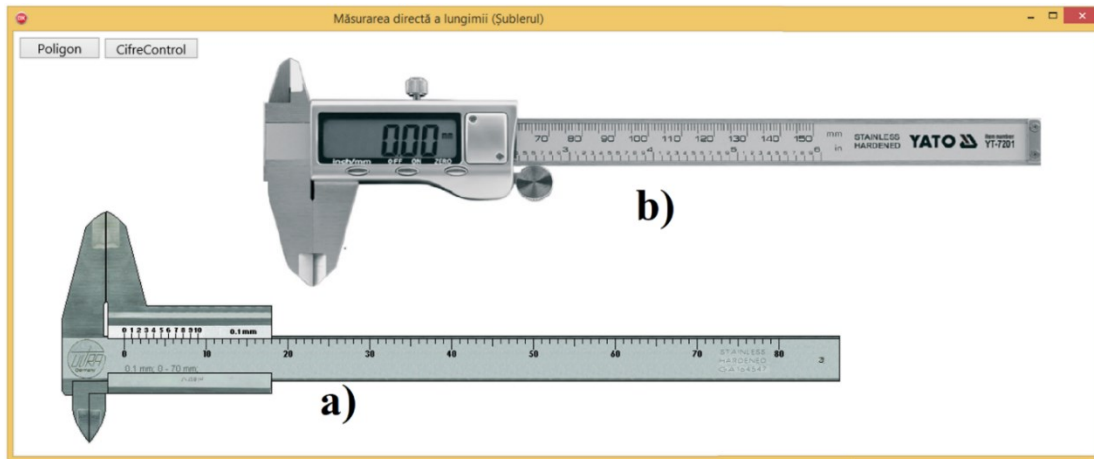


Figura 7. Prezentarea șublerului (a-(precizie 0.1mm), b-digital (precizie 0.01mm))

La fel ca și în cazul aplicației *Micrometru*, se vor genera poligoane (vezi Figura 8), iar elevul va trebui să cunoască modalitatea de citire a datelor de pe acest instrument de măsură.

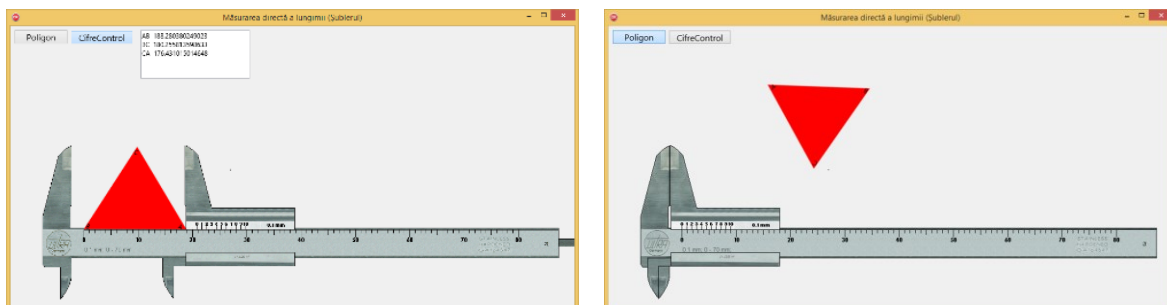


Figura 8. Utilizarea șublerului

Unul dintre avantajele aplicațiilor vizuale descrise mai sus, constă în faptul că, la momentul de față acesta validează rezultatele elevilor, funcționalitate care pe viitor ar putea fi dezvoltată într-un mecanism de oferire al unui feedback mai amplu, ce ar permite elevilor să înțeleagă imediat gradul de corectitudine și/sau numărul și tipuri de erori pe parcursul activităților efectuate. Acest tip de feedback ar sprijini continuu procesul iterativ de învățare.

Concluzii. În cadrul disciplinelor educaționale, operarea cu obiecte virtuale ce reproduc modelarea și simularea instrumentelor de măsurare oferă soluții valoroase de perspectivă clară asupra sistemelor, uneori complexe, acestea fiind utilizate, în special, în cazurile când efectuarea de experimente pe un sistem real este dificilă sau imposibilă, din diferite motive, cum ar fi costurile sau timpul.

Prin utilizarea produselor de programare vizuală se urmărește facilitarea procesului de manipulare și control ale obiectelor virtuale ce simulează instrumentele de măsurare, implementând, astfel, accesul la funcționalitățile complexe ale aplicațiilor descrise mai sus, inclusiv, pentru utilizatorii fără cunoștințe avansate de programare.

Motivația elevilor pentru studiere este în mod semnificativ stimulată atunci când subiectele sunt abordate din unghiuri variate și sunt ancorate în realitățile vieții de zi cu zi, în special când sunt prezentate vizual și oferă posibilități de control asupra unor funcționalități specifice. Prin adoptarea unei abordări holistice în predarea STEAM, care să includă relevanța, elemente vizuale și oferirea controlului elevilor, putem construi un mediu educațional stimulant și adaptat necesităților actuale ale instruiților.

Programarea vizuală continuă să rămână în vizorul autorilor cercetării în cauză, inclusiv cu scopul dezvoltării aplicațiilor de concepție proprie.

Bibliografie

1. BURLACU, N.; IRIMICIUC, S. D. Validarea conceptului STE(A)M din perspectiva modelelor ecosistemice de învățare. În: *Materiale din a XV-cea Conferință Națională de Învățământ Virtual* „VIRTUAL LEARNING – VIRTUAL REALITY. Tehnologii Moderne în Educație și Cercetare, București, România, 26-27 Octombrie, 2018. Editura Universității din București. 2018, pp. 120-126. 362 p. ISSN 1842-4708.
2. MECC al RM. Curriculum național. Fizică. Astronomie. Învățământul liceal. Chișinău, 2020.
3. MECC al RM. Curriculum național. Fizică. Învățământul gimnazial. Chișinău, 2020.
4. BOSTAN, M.; BALMUȘ, N. Tehnologii de programare vizuală: Note de curs. Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă". Chișinău: Tipogr. UPS "Ion Creangă", 2020, 104 p. ISBN 978-9975-46-502-1.

INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ - UN AJUTOR AL PROFESORULUI MODERN**Teodora VASCAN**, dr. conf. univ.<https://orcid.org/0000-0002-6828-5343>

Catedra Informatică și Tehnologii Infomaționale, UPSC

Rezumat. Sistemele educaționale din întreaga lume, și în special cel din Republica Moldova, se dezvoltă rapid, în școli este introdus un mediu educațional digital, inclusiv Internet, echipamente moderne, precum și o gamă largă de servicii pentru învățarea interactivă. Totuși, conceptul de utilizare a Inteligenței Artificiale în educație nu este deloc despre asta. Ideea principală este că Inteligența Artificială ar trebui să devină un asistent al unui profesor, eliberându-l de rutină, oferindu-i timp pentru creativitate și comunicare cu elevii. În articol se prezintă unele exemple de aplicații cu Inteligență Artificială care ar putea realiza acest lucru.

Cuvinte cheie: Inteligența Artificială, Chat.OpenAI, LessonPlans.ai.

Abstract. Educational systems around the world, and especially the one in the Republic of Moldova, are developing rapidly, a digital educational environment is introduced in schools, including the Internet, modern equipment, as well as a wide range of services for interactive learning. However, the concept of using Artificial Intelligence in education is not about that at all. The main idea is that Artificial Intelligence should become an assistant to a teacher, freeing him from routine, giving him time for creativity and communication with students. The article presents some examples of AI applications that could achieve this.

Keywords: Artificial Intelligence, Chat.OpenAI, LessonPlans.ai.

Introducere

Utilizarea tehnologiilor de Inteligență Artificială în școli deschide noi oportunități pentru optimizarea muncii profesorilor și îmbunătățirea nivelului de educație. În cele ce urmează vom descrie cum IA poate ajuta profesorii în munca lor dificilă.

- ✓ Automatizarea testelor și lucrărilor de evaluare. IA preia verificarea de rutină a temelor, iar profesorul acceptă doar rezultatele. Acest lucru vă permite să economisiți până la 2 ore de timp de lucru în fiecare zi;
- ✓ Selectarea materialelor și sarcinilor educaționale pentru fiecare elev în mod individual, în funcție de nivelul, preferințele și nevoile sale. IA îi eliberează pe profesori de a petrece mult timp proiectând manual lecții personalizate.
- ✓ Asistenții IA pot răspunde la întrebările obișnuite și la întrebările frecvente ale studenților în chat-uri și forumuri. Acest lucru reduce sarcina asupra profesorilor și economisește până la 30% din timpul lor de lucru.
- ✓ Colectarea și analiza automată a datelor privind performanța elevilor, prezența, activitatea și progresul. IA pregătește rapoarte detaliate pentru profesori.

- ✓ Asistenții virtuali pot prelua o parte din rutina administrativă: orarul, completarea registrelor de clasă, documentele colaborative. Acest lucru economisește timp profesorilor pentru crearea documentațiilor necesare procesului educațional.
- ✓ IA le permite profesorilor să găsească mult mai rapid informațiile de care au nevoie, cele mai bune practici de predare și materiale didactice gata făcute pentru lecții.

Utilizarea tehnologiilor IA în educație prezintă o varietate de beneficii atât pentru profesori cât și pentru elevi [1]. Aceasta are un potențial enorm de a:

- ✓ reduce timpul profesorilor pentru sarcinile de rutină;
- ✓ ne elibera de acte;
- ✓ de a crește eficiența profesorilor;
- ✓ de a îmbunătăți analiza și personalizarea instruirii;
- ✓ a elibera resurse pentru munca creativă și comunicarea cu copiii.

Drept urmare, utilizarea corectă a IA în școli poate îmbunătăți dramatic calitatea educației

Crearea planelor de lecții cu ajutorul aplicațiilor cu Inteligență Artificială

Planificarea lecției – este o sarcină fundamentală pentru orice profesor, dar deseori aceasta poate fi complicată și să dureze în timp. Inteligența Artificială vine cu soluții în această direcție. Una dintre acestea este instrumentul *LessonPlans.ai* [2], cu care profesorii nu mai petrec ore întregi pentru a-și planifica lecțiile de la zero. Acest instrument intelectual oferă access rapid și ușor la un spectru larg de plane de lecții, care acoperă diferite discipline de studiu și nivele de învățământ (figura 1).

Una dintre particularitățile deosebite ale acestui instrument este accesul rapid și ușor la panurile de lecții individualizate. Profesorii pot avea acces la acest instrument de pe orice dispozitiv conectat la Internet, ceea ce permite acestora să-și planifice activitățile în orice moment de timp și din orice loc. Procesul de creare a planului de lecție cu *LessonPlans.ai* este ușor și intuitiv. Profesorul alege doar disciplina și nivelul de învățământ, iar IA are grijă de crearea planului de lecție cu aceste specificații.

De asemenea, profesorul poate examina diferite panuri de lecții propuse în colecția Planuri de lecții educaționale gratuite și să-l aleagă pe cel care cel mai bine corespunde necesităților sale. Cu toate acestea, *LessonPlans.ai* propune posibilitatea de a adăuga, redacta, sau elimina careva conținut după necesitate. Această flexibilitate și ușurință de personalizare asigură profesorii cu posibilitatea de a adapta planurile de lecții la nevoile specifice ale elevilor săi și la propriul stil de predare.

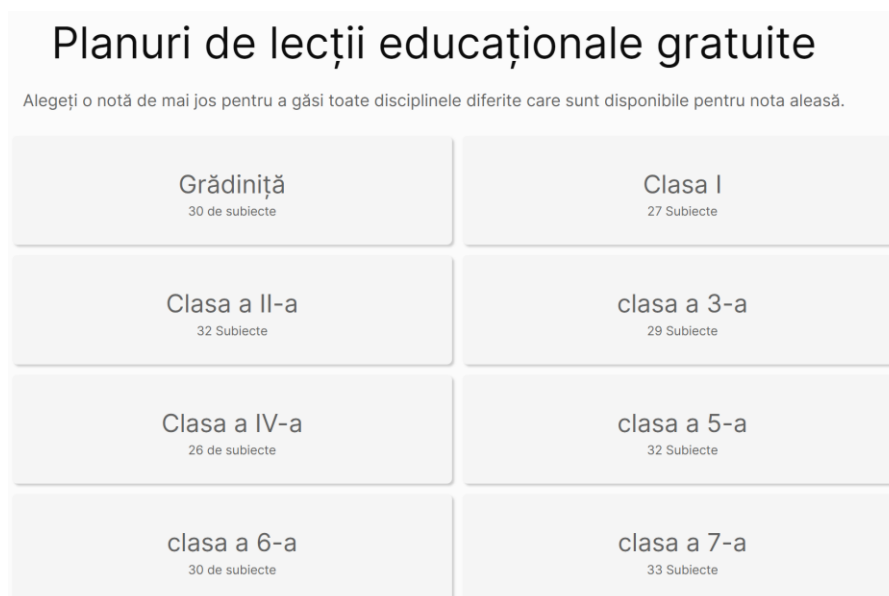


Figura 1. Unele plane de lecții oferite de *LessonPlans.ai*

Automatizarea procesului de evaluare și generarea testelor

Evaluare este un proces care consumă mult timp profesorului, începând de la conceperea sarcinilor de evaluare urmat de verificarea acestora în care persistă subiectivismul. Automatizarea procesului de evaluare v-a soluționa mai multe probleme vechi ale educației.

În primul rând, *subiectivitatea* în verificarea și evaluarea elevilor și studenților de către profesori. Oamenii nu sunt întotdeauna obiectivi, sunt supuși unor părtiniri și stereotipuri și, prin urmare, notele nu corespund întotdeauna nivelului real al elevilor. Folosirea Inteligenței Artificiale pentru a acorda puncte pentru sarcini deschise și algoritmi de procesare a limbajului natural pentru a verifica dictări, prezentări și chiar eseuri face posibilă eliminarea experților umani din procesul de verificare. Acest lucru face sistemul mai transparent, echitabil și egal în șanse pentru toți.

În plus, evaluările automatizate scutesc învățătorii și profesorii universitari de munca de notare, permițându-le să petreacă mai mult timp la consultări individuale cu elevii și studenții. În plus, orice sistem de evaluare a sarcinilor are încorporat un modul de analiză, care permite profesorului să înțeleagă ce subiecte sau sarcini au cauzat dificultăți elevilor săi. Acest lucru va permite de a reveni la probleme complexe pentru a le revizui în detaliu din nou la clasă sau personal cu fiecare persoană.

În al doilea rând, există o mare problemă cu „*copierea*”: există multe site-uri de soluții pe Internet unde se pot găsi analize ale tuturor sarcinilor din toate manualele standard, răspunsuri la întrebări șablon etc. și sunt atât de convenabile de utilizat în timpul învățământului la distanță. Prin urmare, pentru profesor apar două noi *provocări*: să creeze constant conținut educațional proaspăt, în primul rând sarcini și întrebări de testare, și să

verifice nu atât latura formală a răspunsurilor la test - dacă caseta potrivită este bifată -, cât logica prin care elevul a ajuns la un asemenea răspuns.

Inteligența artificială modernă face posibilă generarea automată de noi sarcini care nu au fost niciodată prezentate nimănui înainte, dar au caracteristici psihometrice precunoscute, adică va permite de a evalua cunoștințele, abilitățile și atitudinile specifice. În acest caz, utilizarea algoritmilor nu numai că economisește timpul profesorului, ci și resursele metodologilor, crește securitatea materialelor de testare: dacă sunt generate aici și acum, cu siguranță nu pot fi compromise, inclusiv de profesorul însuși. Toate acestea măresc nu numai productivitatea, ci și corectitudinea sistemului de învățământ și, ca urmare, încrederea în acesta.

În ultimii ani, inteligența artificială a devenit un instrument puternic capabil să automatizeze diverse sarcini, inclusiv testarea (itemi de tipul întrebare-răspuns).

Vom descrie instrumentul *ChatGPT* [3] și posibilitățile sale. *ChatGPT* este un model de generare de text antrenat pe cantități masive de date, capabil să genereze răspunsuri coerente și informative la întrebările date. Dezvoltat de *OpenAI*, acest model de rețea neuronală folosește algoritmi avansați de învățare profundă pentru a crea conținut realist și util.

Utilizarea *ChatGPT* în testarea de tip întrebări și răspunsuri are câteva avantaje semnificative:

- ✓ Abilitatea de a procesa volume mari de date, de a înțelege contextul, de a accelera procesele.
- ✓ *ChatGPT* este capabil să genereze răspunsuri bazate pe context, făcându-l un instrument flexibil pentru testarea diferitelor scenarii și cazuri de utilizare.
- ✓ IA poate fi integrată cu ușurință în sistemele de testare Q&A existente prin API, făcându-l accesibil pentru utilizare.

Pentru ca *ChatGPT* să efectueze în mod eficient sarcini de testare Q&A, modelul trebuie să fie instruit pe date adecvate. Aceasta implică pregătirea unui set de date de instruire care include întrebări/răspunsuri și antrenarea modelului folosind acele date. Un pas important este procesarea și preprocesarea datelor pentru a îmbunătăți calitatea răspunsurilor, precum și pentru a preveni comportamentul nedorit sau generarea de conținut rău intenționat.

Pașii specifici pot include:

- ✓ Colectarea și pregătirea datelor de formare:
 - Determinarea zonei țintă a testării Q&A, de exemplu, dezvoltarea de aplicații, consultații medicale sau probleme juridice.
 - Colectarea de date relevante, inclusiv întrebări și răspunsuri corespunzătoare, fie manual, fie folosind baze de date existente, surse de informații.

- Curățarea datelor de zgomot, greșeli de tipar, conținut nedorit pentru a asigura calitatea, acuratețea întrebărilor și răspunsurilor.
- ✓ Formatarea datelor:
 - Prezentarea întrebărilor și răspunsurilor într-un format ușor de înțeles de modelul ChatGPT. De obicei, întrebările și răspunsurile sunt prezentate ca perechi separate printr-un separator special.
 - Adăugarea de metadate, cum ar fi categorii sau etichete, la fiecare pereche întrebare-răspuns pentru a facilita clasificarea și filtrarea întrebărilor mai târziu.
- ✓ Împărțirea datelor în seturi de antrenament și testare:
 - Împărțirea datelor pregătite în seturi de antrenament și testare. De obicei, se folosește un raport de 80:20 sau 70:30, unde majoritatea datelor sunt folosite pentru antrenamentul modelului, iar restul este folosit pentru testare, evaluarea performanței acestuia.
- ✓ Preprocesarea datelor:
 - Aplicarea preprocesării datelor pentru a îmbunătăți calitatea și pregătirea datelor pentru modelare. Aceasta poate include eliminarea cuvintelor stop, lematizarea, tokenizarea și alte tehnici de procesare a textului pentru a aduce datele într-un format consistent și, de asemenea, pentru a îmbunătăți acuratețea modelului.
- ✓ Antrenare model *ChatGPT*:
 - Utilizarea datelor pregătite pentru a antrena modelul *ChatGPT*. Instruirea poate dura o perioadă semnificativă de timp, în funcție de dimensiunea datelor și de resursele de calcul disponibile.
 - Reglarea hiperparametrilor modelului, optimizarea procesului de antrenament pentru a obține cele mai bune performanțe și rezultate.

Concluzii

Faptul că Inteligența Artificială face față deja numeroaselor activități ale profesorilor, pune sub semnul întrebării existența profesiei de pedagog din punctul de vedere al unicului proprietar al expertizei. Această părere este adesea împărtășită de oameni care îl consideră pe profesor doar un releu de informații. Această viziune contribuie la tendința emergentă de implicare a neprofesioniștilor în predare: sunt furnizate materiale gata făcute sau instrumente pentru crearea lor, iar rolul profesorului este de fapt doar acela de a citi și repovesti, de a da teme și de a verifica răspunsurile cu cele corecte (dar acest lucru se poate face și cu ajutorul Inteligenței Artificiale).

Sarcinile unui profesor profesionist sunt mult mai largi. Și datorită faptului că tot ceea ce ține de examinare este scos din rolul său, abilitățile soft sunt scoase în prim-plan, inclusiv tutoratul, care se manifestă în însoțirea elevului pe traiectoria lui individuală. Și există de zeci de ori mai puțini astfel de profesori decât purtători de cunoștințe.

Pentru a transmite complet interacțiunea cu elevul către Inteligența Artificială, este necesar ca aceasta să fie antrenată în abilități cărora doar o persoană le poate face față în prezent așa ca: citirea emoțiilor, expresiile faciale și gesturile, interpretarea acestora, analiza pe mai multe niveluri a mesajelor elevilor, text și voce, și selectarea reacțiilor adecvate la acestea, recunoașterea referințelor culturale (texte precedente, meme, citate și derivate ale acestora), capacitatea de a folosi experiența anterioară de interacțiune cu elevul etc. Acest lucru necesită acces la cantități gigantice de date și utilizarea unor capacități uriașe de server. Pe baza nivelului actual de dezvoltare a tehnologiei, putem spune că acest lucru nu va fi posibil în curând. Profesorii joacă un rol vital în stimularea gândirii critice, a creativității și a dezvoltării socio-emoționale la elevii lor, iar aceste abilități nu pot fi predate sau cultivate pe deplin de o mașină. Inteligența artificială are potențialul de a spori și de a îmbunătăți multe aspecte ale educației, dar nu va înlocui niciodată pe deplin rolul profesorilor la clasă. Deși AI poate ajuta la sarcini precum notarea și planificarea lecțiilor, nu poate replica conexiunea interpersonală și inteligența emoțională pe care un profesor uman le aduce mediului de învățare.

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. VASCAN, T. Beneficiile și provocările inteligenței artificiale în educație. *Proceedings of The 30nd Conference on Applied and Industrial Mathematics*. CAIM 2023, 14th–17th september, 2023, “Alexandru Ioan Cuza” University of Iași, Romania, Editura Pim, ISBN 978-606-13-7848-7, pp.140-146.
2. Generator de plane de lecții: <https://www.lessonplans.ai/>
3. Instrumentul *ChatGPT*: <https://openai.com/>

ASPECTE ALE EDUCAȚIEI STEAM ÎN PREDAREA INFORMATICII**Teodora VASCAN**, dr. conf. univ.<https://orcid.org/0000-0002-6828-5343>

Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale, UPSC

Evghenia CASSA, I.P. Gimnaziul „Liubomir Chiriac” s. Antonești

Rezumat. În prezent educația STEAM devine din ce în ce mai eficientă axată pe necesitățile tinerilor ce se pregătesc pentru un viitor în care cheia succesului este cum să știi să te adaptezi și să folosești ceea ce ai învățat pentru o continuă schimbare. Articolul respectiv abordează aspecte ale educației STEAM privind predarea informaticii. Abordarea STEAM este soluția care vine să sporească procesul educațional prin punerea accentului pe învățare bazată de proiect și promovarea integrării STEAM în învățământul gimnazial.

Cuvinte cheie: educația STEAM, curriculum național, informatică, proiect.

Abstract. At present, STEAM education is becoming more and more effective, focused on the needs of young people who are preparing for a future where the key to success is knowing how to adapt and use what you have learned for continuous change. That article addresses aspects of STEAM education regarding computer science teaching. The STEAM approach is the solution that comes to enhance the educational process by emphasizing project-based learning and promoting the integration of STEAM in secondary education.

Keywords: education STEAM, national curriculum, informatics, project.

Introducere

Generația din sec. XXI este martoră la noile oportunități oferite de era informațională pentru educația STEAM. Odată cu modernizarea societății, abordarea noastră față de educație crește și ea, ceea ce a condus la crearea educației STEAM și a altor sisteme educaționale avansate. Societatea în ultima vreme, trece printr-o revoluție digitală. Cu alte cuvinte, trăim într-o lume care este complet modelată de știință, tehnologie, inginerie artă și matematică. Într-o astfel de situație, practic nu are rost să-i înveți pe elevi diferite materii individual. În loc să predeați elevilor fiecare materie separat, profesorii își propun să încorporeze toate elementele în STEAM.

Disciplinele STEAM formează abilități de gândire critică, sporesc interesul pentru domeniile tehnice și ingineresti, contribuie la formarea noii generații, capabile să genereze inovații. Competența științifică, formată-dezvoltată prin cunoștințele complexe, teoretice și aplicative, proprii educației STEAM, poate fi valorificată la fiecare activitate de instruire formală (lecție etc.) prin alegerea metodelor didactice adecvate [1].

După W. Kilpatrick proiectul constituie: „o activitatea prealabil vizată a cărei intenție dominantă are o finalitate reală, care orientează activitățile și le asigură o motivație” [2].

Proiectele STEM se raportează la standardele curriculare ale fiecărui domeniu STEAM care implică conținuturile corespunzătoare nivelului fiecărei discipline fără a se izola de o altă disciplină [3].

În pedagogia modernă proiectul este înțeles ca o temă de acțiune și cercetare, orientată spre atingerea unui scop bine determinat, ce urmează a fi realizat pe cât posibil prin îmbinarea cunoștințelor teoretice cu acțiunile practice.

Realizarea de proiecte interdisciplinare contribuie eficient la formarea și dezvoltarea atât a competențelor specifice disciplinelor STEAM, cât și a competențelor-cheie. Elevii lucrează în echipă, experimentează, investighează, negociază, respectă opinia celorlalți, valorizează progresul, manifestă spirit de competiție constructivă.

Realizarea și evaluarea proiectelor STEAM la Informatică

În curriculum național la Informatică pentru gimnaziu ediția 2020, recomandă o listă de proiecte STEAM pentru clasele VII-XII [4].

Tabel 1. Sugestii de proiecte la informatică pentru gimnaziu

Clasa	Unitatea de conținut	Proiect
VII	Prezentări electronice	<ul style="list-style-type: none"> • Clasa mea. • Școala mea. • Orașul natal/Satul natal. • Să protejăm natura.
	Cultura informației	<ul style="list-style-type: none"> • Grupurile țintă a paginilor Web propuse. • Evaluarea surselor de informație propuse.
VII	Editarea imaginilor	<ul style="list-style-type: none"> • Postere tematice. • Colecției digitale de semne rutiere.
IX	Implementarea algoritmilor în medii grafic-interactive de programare	<ul style="list-style-type: none"> • Scrierea de scenarii, elaborarea algoritmilor respectivi și implementarea acestora în grafic-interactive de programare: <ul style="list-style-type: none"> - istorioare multimedia interactive; - modele interactive de dispozitive și instalații; - modele de interacțiune umană; - modele ale fenomenelor din lumea înconjurătoare; - filme animate de scurt metraj (istorioare, concerte solo și concerte colective, publicitate socială, publicitate comercială); - prezentări animate multimedia; - jocuri didactice interactive.
	Prelucrări audio și video	<ul style="list-style-type: none"> • Cercetarea modului în care variația frecvenței de discretizare a semnalelor sonore influențează calitate de redare a acestora.

		<ul style="list-style-type: none"> • Cercetarea modului în care variația pasului de cuantificare a semnalelor sonore influențează calitate de redare a acestora. • Cercetarea modului în care compresia semnalelor sonore influențează calitate de redare a acestora. • Elaborarea fundalului audio pentru evenimentele școlare. • Mixarea semnalelor audio ce provin de la mai multe surse pe durata unui eveniment școlar. • Elaborarea pistelor sonore pentru filmele video ale evenimentelor școlare. • Cercetarea modului în care variația frecvenței de discretizare a semnalelor video influențează calitate de redare a acestora. • Cercetarea modului în care variația pasului de cuantificare a semnalelor video influențează calitate de redare a acestora. • Cercetarea modului în care compresia semnalelor video influențează calitate de redare a acestora. • Elaborarea fundalului video pentru evenimentele școlare. • Mixarea semnalelor video ce provin de la mai multe surse pe durata unui eveniment școlar. • Montarea filmărilor evenimentelor școlare.
--	--	---

Alte exemple de proiecte STEAM, corelate cu disciplina Informatica, profesorul are libertatea și responsabilitatea să valorifice această listă în mod personalizat.

O etapă importantă la realizarea proiectelor STEAM este evaluarea. În sursa bibliografică [5], găsim un model de fișă de evaluare a unui poster – produs realizat în cadrul unui proiect STEAM unde sunt enumerate următoarele criterii:

- Formatarea colajului de poze;
- Accesibilitatea conținutului;
- Relevanța conținutului;
- Prezentarea succintă a colajului;
- Originalitate.

Ca nivele de performanță au fost propuse: începător, expert, intermediar.

Evaluarea proiectelor STEAM este momentul cel mai important. Pentru o evaluare obiectivă a proiectului este necesar, la fel, de elaborat și respectat unui set de criterii și nivele de performanță. Un exemplu de fișă de evaluare a unui proiect STEAM este reprezentat în tabelul 2.

Tabelul 2. Fișă de evaluare a proiectelor STEAM

EVALUAREA PROIECTULUI			
Criterii	Nivel de performanță		
	Foarte bine	Bine	Satisfăcător
1. Validarea proiectului- vizează gradul în care acesta acoperă unitar și coerent, logic și argumentat tema propusă.			
2. Complectitudinea proiectului- se referă la felul în care au fost evidențiate conexiunile și perspectivele interdisciplinare alei temei, competențele și abilitățile de ordin teoretic și practic a conținutului.			
3. Elaborarea și structurarea proiectului- privește acuratețea, rigoarea și coerența demersului, logica și argumentarea ideilor, corectitudinea concluziilor.			
4. Creativitatea proiectului- vizează gradul de noutate pe care-l aduce produsului în abordarea temei și în soluționarea problemei.			
5. Calitatea produsului obținut și eficiența acestuia.			
6. Prezentarea și susținerea publică a produsului			

Concluzii

Proiectele interdisciplinare pot fi considerate cea mai importantă integrare în procesul abordării STEAM datorită finalității sale practice. Avantajele evaluării competențelor dobândite de elevi prin intermediul proiectelor interdisciplinare sunt majore. Pregătirea elevilor prin prisma interdisciplinarității aduce roade nu numai în dezvoltarea profesională a acestora pentru calificări viitoare, dar și posibilitatea participării la concursuri interdisciplinare. Prin STEAM educăm noile generații să facă față incertitudinii și să se poată adapta la schimbările constante ale tehnologiilor, ale științei și ale vieții, în general.

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. 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. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Curriculum național. Aria curriculară Matematică și Științe. Disciplina informatică, clasele VII-IX . Curriculum disciplinar. Ghid de implementare. Chișinău 2020.[citat 17.07.2019]. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/informatica_gimnaziu_ro_0.pdf.
4. KILPATRICK, W. H. The Project Method. 1918.
5. VASCAN, T. Aspecte privind proiectarea și realizarea proiectelor STEAM. *Proceedings of The 29nd Conference on Applied and Industrial Mathematics dedicated to the memory of Academician Mitrofan M. Choban*. CAIM 2022, 26th–27th August, 2022, Tiraspol State University, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 220-226, ISBN 978-9975-76-411-7.

ABORDAREA ÎNVĂȚĂRII BAZATE PE PROIECTE PRIN INTEGRAREA STEAM ÎN STUDIAREA *EDUCAȚIEI DIGITALE* LA CLASELE PRIMARE

Tatiana VEVERIȚA, dr., conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-0798-0174>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Acest articol abordează importanța învățării bazate pe proiecte STEAM în dezvoltarea competențelor digitale ale elevilor din învățământul primar. Se prezintă modalități de integrare a conceptelor de știință, tehnologie, inginerie, arte și matematică în studierea Educației Digitale pentru a înțelege rețelele Internet și modul în care dispozitivele digitale sunt conectate. Prin intermediul activităților descrise, elevii își dezvoltă abilitățile de gândire critică, comunicare, rezolvare a problemelor și înțelegerea conceptelor matematice în contextul tehnologiei digitale.

Cuvinte-cheie: Educație Digitală, învățarea bazată pe proiecte STEAM, rețeaua Internet.

Abstract. This article discusses the importance of project-based STEAM learning in developing the digital skills of primary school students. It presents the ways to integrate the concepts of science, technology, engineering, arts, and mathematics into the study of Digital Education to understand the Internet networks and how digital devices are connected. Through the described activities, students develop critical thinking, communication, problem-solving skills, and an understanding of mathematical concepts in the context of digital technology.

Keywords: Digital Education, project-based STEAM learning, the Internet network.

În secolul XXI, educația a devenit un element esențial în pregătirea tinerii generații, întrucât societatea și tehnologia se dezvoltă în mod rapid. Centrarea pe cel instruit, colaborarea, implicarea activă în comunitate reprezintă elementele cheie pentru a pregăti elevii pentru un viitor incert și variat. Învățarea bazată pe proiect (PBL) este o strategie de învățare care se încadrează în abordarea constructivistă și se concentrează pe implicarea elevilor într-o serie de activități orientate către cercetare, care necesită acțiuni colaborative. Prin participarea la aceste activități și interacțiunea cu ceilalți, se pot dezvolta abilitățile de gândire critică, comunicare, colaborare și creativitate ale elevilor, care reprezintă, fără îndoială, un indicator de încredere al succesului unui elev.

Modulul Educația Digitală se axează pe dezvoltarea competențelor digitale la elevi, iar PBL oferă elevilor o oportunitate de a aplica aceste abilități în proiecte reale, rezolvând probleme concrete și dobândind abilități practice esențiale pentru viața de zi cu zi. Acest tip de învățare este relevantă pentru motivarea elevilor în a învăța și aplica cunoștințele rezolvând probleme reale sau dezvoltând proiecte concrete care au impact în lumea reală. Educația Digitală urmărește, de asemenea, dezvoltarea abilităților de analiză, gândire logică și critică și de rezolvare a problemelor în contextul tehnologiilor informaționale. Astfel, PBL promovează dezvoltarea acestor abilități prin analiza problemelor,

identificarea soluțiilor și luarea deciziilor. Dată fiind importanța competențelor de colaborare și comunicare în era digitală, metoda PBL își propune să le dezvolte prin intermediul muncii în echipe, colaborării strânse cu colegii și comunicării eficiente în cadrul proiectelor.

Într-o societate digitală în permanentă evoluție, adaptarea rapidă la schimbările mediului digital devine imperativă. PBL ajută elevii să dezvolte abilități de rezolvare a problemelor și învățare autonomă, pregătindu-i să facă față transformărilor tehnologice. Prin urmare, integrarea PBL în educația digitală aduce beneficii semnificative dezvoltării competențelor digitale și contribuie la pregătirea elevilor pentru lumea digitală în continuă schimbare.

Cercetătorii subliniază că, în societatea modernă, există patru abilități pe care elevii ar trebui să le dezvolte: gândire critică, creativitate, abilități de comunicare și colaborare. Aceste abilități sunt esențiale pentru adaptarea la schimbările rapide din mediul digital și pentru îmbunătățirea vieții prin știință și tehnologie. Abordarea STEAM, care integrează știința, tehnologia, ingineria, arta și matematica, este o modalitate eficientă de a dezvolta aceste abilități și de a pregăti elevii pentru provocările societății contemporane. Învățarea STEAM nu numai că dezvoltă abilitățile tehnice ale elevilor, ci și abilitățile de gândire și raționament. De asemenea, dezvoltă abilități de comunicare, colaborare, rezolvare a problemelor și explorare în procesul de învățare, care sunt esențiale pentru stimularea gândirii critice și dezvoltarea soluțiilor în proiectele STEAM.

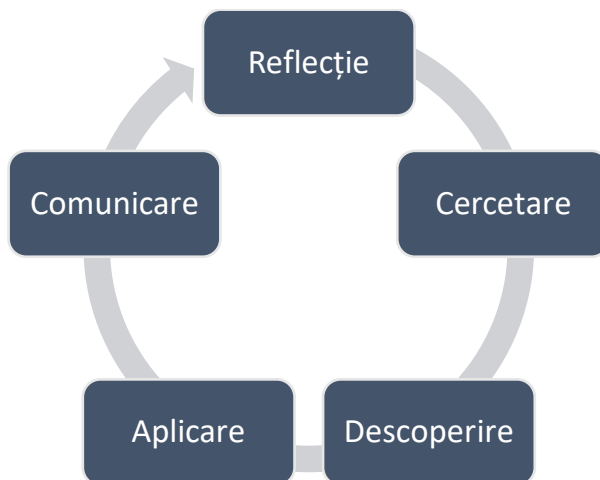
Prin urmare, abordarea STEAM se dovedește a fi o modalitate eficientă de a cultiva competențele secolului XXI la elevi, încurajând creativitatea și angajându-i activ în procesul de rezolvare a problemelor. Implementarea învățării bazate pe proiecte prin integrarea STEAM este considerată de unii cercetători o oportunitate de a educa cetățeni competenți pentru provocările de mâine. Din acest motiv, se consideră a fi o abordare potrivită pentru a răspunde provocărilor secolului XXI, datorită faptului că se bazează pe utilizarea unor contexte semnificative [1-2].

Complementând această idee, unii autori consideră că elevii instruiți în cadrul STEAM sunt mult mai capabili să se adapteze și să progreseze în societatea globală [3]. În raportul UNESCO se menționează faptul că cei instruiți în acest mod dezvoltă cunoștințe, abilități, atitudini și comportamente necesare pentru a contribui la crearea unei societăți incluzive și durabile [3]. Toate aceste aspecte influențează atitudinile pozitive ale elevilor, inclusiv motivația și disciplina [4].

Aplicarea PBL prin integrarea STEAM a fost identificată în mai multe studii științifice. Pentru a îmbunătăți calitatea învățării Irma Y. [5] folosește un model de învățare bazat pe proiect cu abordarea STEAM (Știință, Tehnologie, Inginerie, Artă și Matematică) în cadrul cursurilor CAD. Rezultatele cercetării sale arată că 95% dintre elevi sunt mai interesați atunci când materialele sunt legate de problemele zilnice sau de viața reală.

Învățarea bazată pe proiect poate fi folosită pentru a dezvolta competențe științifice, astfel încât elevii devin mai creativi, mai activi și dobândesc abilități pentru a crea produse cu avantaje semnificative și, evident, de înaltă calitate [6-8].

Diana Laboy-Rush [5] identifică cinci etape de învățare ale modelului PBL prin integrarea STEAM.



1. **Reflecția** - are drept scop situarea elevilor în contextul problemei și inspirarea acestora să înceapă imediat o investigație.
2. **Cercetarea** - constă în cercetarea efectuată de elevi. În această etapă, profesorul furnizează informații despre știință, selectează lecturi sau alte metode pentru a colecta surse relevante de informații. În timpul acestei etape, profesorul ghidează discuția pentru a determina dacă elevii au dezvoltat o înțelegere conceptuală și relevantă bazată pe proiect.
3. **Descoperirea** - implică elevii în procesul de cercetare și informațiile cunoscute în pregătirea proiectului.
4. **Aplicare** - are ca scop testarea produsului în rezolvarea problemelor.
5. **Comunicarea** - constă în prezentarea produsului colegilor de clasă. Prezentarea este un pas important în procesul de învățare pentru a dezvolta abilitățile de comunicare și colaborare.

Abordarea învățării bazate pe proiecte STEAM și-a dovedit eficiența și în studierea Educației Digitale prin aplicarea acesteia în învățământul primar. Această abordare nu numai că le oferă elevilor cunoștințe solide, ci îi învață și cum să aplice aceste cunoștințe în practică, ajutându-i să devină cetățeni pregătiți pentru provocările globale.

Model de învățare bazată pe proiect (PBL) prin integrarea STEAM pentru modulul Educației Digitale în clasele primare

Propunem în continuare un model de organizare a activităților într-un proiect STEAM la clasele primare la modulul „Educația Digitală”, clasa III, compartimentul LUMEA DIGITALĂ ÎN EXTINDERE — REȚELE ȘI INTERNET.

Acest proiect este destinat studierii aprofundate a rețelei Internet în care se explorează modul în care este folosită rețeaua Internet în casele noastre. Elevii vor explora cum Internetul influențează viața noastră cotidiană.

Pentru etapa de „Reflecție” și aprofundare a cunoștințelor despre rețeaua Internet învățătorul propune elevilor la început vizualizarea episodului I și II a video-ului educativ „Ce este Internetul?” care pot fi accesate la adresele:

- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=xiIZ9xRIGdc>
- ✓ https://www.youtube.com/watch?v=fFW5X512_14

La etapa de „Cercetare” profesorul propune o activitate în care elevilor li se cere să găsească router-ul din casă, să-l analizeze și să răspundă la întrebări legate de numărul de cabluri conectate, dispozitivele conectate la el, dispozitivele conectate fără cablu etc. Această activitate de investigare încurajează elevii să cerceteze și să înțeleagă rolul unui router în rețea și modul în care dispozitivele sunt conectate la Internet. Este o modalitate de a dobândi cunoștințe practice despre rețelele din casă și de a învăța mai multe despre modul de funcționare a conexiunilor la Internet.

Pentru etapele de „Descoperire” și „Aplicare” se propun diverse activități de cercetare pe diferite domenii.

Pentru domeniul „Științe” se propune o activitate care constă în realizarea un experiment practic pentru a investiga modul în care obiectele din casă pot influența semnalul unei rețele Wi-Fi. Pentru a realiza această activitate, elevii vor avea nevoie de un router Wi-Fi, un dispozitiv portabil cu conexiune Wi-Fi (cum ar fi un laptop, o tabletă sau un smartphone), și obiecte obișnuite din gospodărie, cum ar fi cutii de carton sau perne.

Instrucțiunile pentru această activitate sunt simple și interactive. Prin intermediul unor pași bine stabiliți, participanții vor explora cum obiectele din gospodărie pot influența semnalul unei rețele Wi-Fi și cum viteza conexiunii variază în diverse locuri din casă. Activitatea implică atât partea practică, cât și aspectul de învățare și investigație. Elevii vor învăța să măsoare viteza conexiunii lor la Internet, să înregistreze date și să tragă concluzii. Este o modalitate excelentă de a înțelege mai bine tehnologia din jurul nostru și de a dezvolta spiritul de cercetare și observație.

Activitatea se încheie cu un set de întrebări de discuție, în care se analizează rezultatele obținute.

Activitatea de cercetare a domeniului „Tehnologie” încurajează participanții să exploreze relația dintre tehnologie și învățare, evidențiind importanța conectivității și a dispozitivelor digitale în mediul școlar. Prin intermediul cercetării propuse, elevii vor învăța despre echipamentele folosite în școală și modul în care acestea sunt conectate la rețea. De asemenea, vor înțelege modul în care aceste dispozitive contribuie la procesul de învățare și la buna funcționare a instituției școlare. Această activitate încurajează gândirea

critică și investigația, dezvoltând înțelegerea participanților cu privire la infrastructura tehnologică a școlii și la importanța conectivității pentru educație.

Activitatea dedicată „Ingineriei” are ca scop înțelegerea conceptelor de bază ale unei rețele și a rolului inginerilor în menținerea funcționării eficiente a internetului. Prin utilizarea seturilor de roboți Lego WeDo, elevii își vor forma o reprezentare vizuală a unei rețele digitale și vor explora modul în care dispozitivele comunică și se conectează între ele. Această activitate implică gândirea creativă și dezvoltă abilitățile de rezolvare a problemelor, ajutând participanții să înțeleagă complexitatea infrastructurii digitale. De asemenea, îi încurajează să identifice și să găsească soluții pentru problemele care pot apărea într-o rețea digitală, dezvoltând astfel gândirea critică și abilitățile ingineresti.

Activitatea destinată domeniului „Arte” are misiunea de a oferi o perspectivă creativă asupra conceptului de rețea digitală. Prin intermediul desenelor, elevii vor explora modul în care dispozitivele sunt conectate și comunica între ele într-o rețea. Această activitate stimulează creativitatea și gândirea vizuală, permițând participanților să-și reprezinte propriile idei despre modul în care rețelele funcționează.

Problemele de matematică incluse în activitățile de investigare din domeniul „Matematica” au drept scop de a ajuta elevii să înțeleagă conceptul de viteză a Internetului și s-o aplice în situații practice. Prin rezolvarea acestor probleme, ei își vor dezvolta abilitățile de calcul matematic și vor învăța să aplice concepte matematice în situații din viața de zi cu zi, cum ar fi descărcarea sau încărcarea de fișiere online. Aceste rezultate ajută la înțelegerea modului în care viteza internetului influențează timpul necesar pentru a descărca sau încărca conținut online. De asemenea, elevii pot compara diferite situații și formula concluzii despre importanța vitezei internetului în experiența lor online.

Activitățile STEM/STEAM în clasele primare au un rol esențial în dezvoltarea copiilor, pregătindu-i pentru o lume tot mai digitală, complexă și interconectată. Activitățile incluse în acest proiect aduc un șir de beneficii:

- ✓ îi ajută pe elevi să înțeleagă mai bine conceptele legate de rețelele internet și să dezvolte abilități în domenii precum știința, tehnologia, ingineria, matematica și arte;
- ✓ prin explorarea rețelelor, copiii vor avea o mai bună înțelegere a modului în care dispozitivele lor sunt conectate la Internet și cum funcționează această conexiune;
- ✓ activitatea din domeniul științelor are rolul de a ajuta elevii să dezvolte o înțelegere mai clară a conceptului de viteză a Internetului și îi ajută să înțeleagă importanța plasării corecte a router-ului și a evitării obiectelor care pot interfera cu semnalul;
- ✓ prin intermediul experimentului, elevii vor fi ghidați să efectueze măsurători ale vitezei de descărcare și încărcare a datelor, să observe cum anumite obiecte pot bloca sau diminua semnalul Wi-Fi și să tragă concluzii pe baza datelor obținute;

- ✓ experimentul încurajează aplicarea practică a conceptelor tehnice, dezvoltarea abilităților de observație și gândire critică și îmbunătățirea abilităților de comunicare prin discuții și analiză a rezultatelor experimentului;
- ✓ prin identificarea și investigarea dispozitivelor conectate la rețeaua din școală, elevii pot dezvolta o înțelegere mai profundă a diversității tehnologiei utilizate în educație și în administrarea școlii, îi ajută să învețe despre modalitățile diferite de conectare la rețea, precum conexiunile Wi-Fi sau cele prin cablu;
- ✓ prin cercetare elevii vor învăța să identifice și să documenteze scopurile fiecărui dispozitiv, ceea ce le va permite să înțeleagă cum sunt utilizate aceste resurse în cadrul școlii;
- ✓ prin crearea unei scurte prezentări despre unul dintre dispozitivele conectate la rețea din școală, elevii vor dezvolta abilități de comunicare și vor putea explica colegilor de ce conectarea acestui dispozitiv la rețea este importantă;
- ✓ utilizând seturile de roboți Lego WeDo, elevii vor avea ocazia de a crea o reprezentare vizuală a unei rețele digitale și vor explora modul în care dispozitivele digitale sunt conectate și comunică între ele prin intermediul acestei rețele;
- ✓ prin construirea unei case și modelarea diferitelor dispozitive digitale, elevii vor putea observa cum dispozitivele sunt plasate în diverse locații ale casei și cum sunt conectate între ele prin intermediul conexiunilor din rețea, vor explora modul de funcționare a rețelei și vor învăța să identifice posibilele probleme care pot apărea într-o rețea, cum ar fi problemele de conectivitate;
- ✓ prin discuții și rezolvarea unor probleme imaginate, vor dezvolta abilități de rezolvare a problemelor și de gândire critică legate de rețelele digitale;
- ✓ problemele de matematică ajută elevii să înțeleagă și să aplice conceptul de viteză a Internetului pentru a rezolva probleme practice legate de descărcarea și încărcarea datelor;
- ✓ rezolvarea problemelor le permite să vadă cum viteza poate influența timpul necesar pentru a realiza diferite activități online, precum descărcarea unui joc sau încărcarea unei fotografii;
- ✓ prin compararea rezultatelor și scrierea concluziilor, elevii vor dezvolta abilități critice de analiză și vor înțelege impactul vitezei de Internet asupra experienței lor online.

Concluzii

Implementarea învățării bazate pe proiecte (PBL) STEM/STEAM în studierea Educației Digitale aduce beneficii semnificative pentru dezvoltarea competențelor digitale ale elevilor. Prin explorarea rețelelor Internet și a dispozitivelor digitale, aceștia dezvoltă abilități practice și de gândire critică, pregătindu-i pentru o lume digitală în continuă

schimbare. PBL le oferă oportunitatea de a aplica cunoștințele în proiecte concrete, cu impact real. Această abordare îi motivează să învețe și să dezvolte abilități esențiale pentru a face față provocărilor tehnologice actuale și viitoare.

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. WAHYUNINGSIH, S.; NURJANA, N.E.; RASMANI, U.E.E. et all. STEAM Learning in Early Childhood Education: A Literature Review. In: *Int. J. Pedagog. Teach. Educ.* 2020, nr. 4, pp. 33–44.
2. ROMERO-ARIZA, M.; QUESADA, A.; ABRIL, A.M.; COBO, C. Changing teachers' self-efficacy, beliefs and practices through STEAM teacher professional development. In: *Infanc. Y Aprendiziz.* 2021, nr. 44, pp. 942–969.
3. YAKMAN, G.; LEE, H. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. In: *J. Korean Assoc. Sci. Educ.* 2012, nr. 32, pp. 1072–1086.
4. HYSENI DURAKU, Z.; BLAKAJ, V.; SHLLAKU LIKAJ, E.; BOCI, L.; SHTYLLA, H. Professional training improves early education teachers' knowledge, skills, motivation, and self-efficacy. In: *Front. Educ.* 2022, nr. 7, pp. 980254.
5. IRMA Y. B.; GIATMAN, M. et all. Improving the Quality of Learning Through Project Based Learning (PjBL) with the STEAM Approach in CAD Courses. In: *J. Inovasi Vokasional dan Teknolog.* 2023, v. 23, no. 1. ISSN: 1411 – 3411.
6. HAN, S.; ROSLI, R.; CAPRARO, M. M.; CAPRARO, R. M. The effect of Science, technology, engineering and mathematics (STEM) project based learning (PBL) on students' Achievement in four mathematics topics. In: *J. Turkish Sci. Educ.* 2016, vol. 13, no. Specialissue, pp. 3–30.
7. NURAINI; MULIAWAN, W. Development of Science Learning with Project Based Learning on Science Process Skill : A Needs Analysis Study. In: *J. Phys. Conf. Ser.* 2020, vol. 1539, no. 1, pp. 1–5. doi: 10.1088/1742-6596/1539/1/012055.
8. NASIR, M.; FAKHRUNNISA, R.; NASTITI, L. R. The Implementation of Project-based Learning and Guided Inquiry to Improve Science Process Skills and Students Cognitive Learning Outcomes. In: *Int. J. Environ. Sci. Educ.* 2019, vol. 14, no. 5, pp. 229–238.
9. LABOY-RUSH, D. Integrated STEM education through project-based learning. 2010. [Online]. Diakses dari: <https://www.learning.com/stem/whitepaper/integrated-STEM-throughProject-based-Learning>

TEHNOLOGII CLOUD PENTRU STIMULAREA ÎNVĂȚĂRII ACTIVE**Irina VÎȘCU**, drd, asistent universitar<https://orcid.org/0000-0001-7375-4186>**Iona POPOVICI**, drd, asistent universitar<https://orcid.org/0000-0003-2487-6413>

Universitatea de Stat "Bogdan Petriceicu Hasdeu" din Cahul

Rezumat. În lucrarea de față sunt prezentate oportunitățile oferite de învățarea activă; metodele prin care ea poate fi pusă în aplicare: clasa inversată, învățarea colaborativă, învățarea bazată pe problema, seminarul Socratic, simularea sau jocurile educaționale; beneficiile implementării învățării active prin intermediul tehnologiilor cloud: accesibilitatea resurselor educaționale, stimularea colaborării, disponibilitatea resurselor, flexibilitatea și scalabilitate, software actualizate oportunități, etc., precum și tehnologiile cloud ce facilitează implementarea fiecărei metode.

Cuvinte cheie: învățare activă, tehnologii cloud, metode, instrumente, proces educațional

Abstract. This paper presents the opportunities offered by active learning; the methods by which it can be implemented: flipped classroom, collaborative learning, problem-based learning, Socratic seminar, simulation or educational games; the benefits of implementing active learning through cloud technologies: accessibility of educational resources, fostering collaboration, availability of resources, flexibility and scalability, timely updated software, etc., as well as the cloud technologies that facilitate the implementation of each method.

Keywords: active learning, cloud computing, methods, tools, educational process

Învățarea activă este un concept modern, frecvent abordat de specialiștii din domeniul pedagogiei, care îl tratează din diverse perspective.

Conform Bonwell Ch. și Eison J. [1] învățarea activă implică participarea directă a elevilor/studentilor în procesul de învățare, eliminând pasivitatea lor.

Prince M. [2] consideră acest tip de învățare drept un proces în care studenții lucrează activ cu materialul didactic în vederea înțelegerii și asimilării lui..

Freeman S., Eddy S. L., McDonough M., Smith M. K., Okoroafor N., Jordt H., Wenderoth M. P. [3] afirmă că învățarea activă este o metodă de predare care implică studenții în procesul de învățare, prin diverse activități educaționale ce necesită discuții, raționament și rezolvare de probleme.

Aceste abordări, deși variază în exprimare, se suprapun în credința lor comună că învățarea activă implică mai mult decât doar ascultarea pasivă. Ea cere implicare activă a studenților/elevilor, nu doar în procesul de învățare propriu zis, dar și în reflectarea critică asupra a ceea ce se învață.

Învățarea activă încurajează elevii/studentii să participe la procesul de învățare printr-un spectru larg de activități: lectură, scriere, discuții, rezolvarea problemelor, activități de

grup, reflecții, autoevaluare, etc., care permit elevilor/studentilor să exploreze, să se exprime și să aplice ceea ce au învățat, într-un context real.

Învățarea activă oferă elevilor/studentilor o serie de oportunități, esențiale fiind:

1. **Creșterea înțelegerii și reținerea informației.** Prin implicare activă, studenții/elevii obțin o înțelegere mai profundă a materialului și își îmbunătățesc capacitatea de a reține și de a aplica ceea ce au învățat.
2. **Dezvoltarea abilităților critice și creative de gândire.** Învățarea activă încurajează studenții să gândească critic, să analizeze, să sintetizeze și să evalueze informațiile primite.
3. **Promovarea autonomiei și responsabilității în învățare.** Învățarea activă îi ajută pe elevi/studenti să devină mai independenți și autonomi în propriul proces de învățare, încurajându-i să preia controlul asupra lui și să-l gestioneze în funcție de necesitățile personale.
4. **Îmbunătățirea abilităților sociale și de colaborare.** Strategiile de învățare activă implică lucrul în grup sau colaborarea, ceea ce ajută la dezvoltarea abilităților de lucru în echipă ale elevilor/studentilor și capacităților de comunicare eficientă.

Procesul învățării active poate fi pus în aplicare utilizând diferite metode, printre care pot fi menționate:

- **Clasa inversată** - metodă inovativă ce implică studierea în ritm propriu, de către elevi/studenti, în afara orelor de clasă a materialului teoretic furnizat de către profesor prin videoclipuri sau alte resurse, iar timpul alocat orelor în sala de clasă este dedicat realizării activităților practice, învățării interactive și individualizate, aplicării teoriei și conceptelor studiate, discutării informației oferite de profesor, utilizării diferitor tehnici pedagogice, precum rezolvarea în grup a problemelor complexe, simularea jocurilor educaționale, studii de caz și discuții în grup, în vederea unei înțelegeri cât mai profunde a subiectului studiat [4, p. 135-136; 5, p.72].
- **Învățarea colaborativă** – metodă activă de învățare în care instruiții cu diferite nivele de competențe activează împreună în grupuri mici pentru a rezolva probleme comune [6, p. 19-20]. Această metodă implică combinarea și conexiunea eforturilor intelectuale și a relațiilor afectiv-sociale ale actorilor procesului educațional [7, p. 318].
- **Învățarea bazată pe probleme** - este un model de instruire centrat pe student, bazat pe cercetare în care elevii/studentii se angajează cu o problema autentică, prost structurată care necesita o cercetare mai aprofundată [8]. Studenții identifică lipsurile din cunoașterea lor, desfășoară cercetarea și aplică ceea ce au învățat pentru a dezvolta soluții și a-și prezenta descoperirile [9]. Prin colaborare și cercetare, studenții pot cultiva capacitățile de rezolvare a problemelor, abilitățile metacognitive, angajamentul în învățare, motivația intrinsecă.

- **Seminarul Socratic:** Acesta este un format de discuție colectivă în care studenții conduc dialogul, explorând în mod activ și critic un text sau un subiect propus.
- **Simularea sau jocurile educaționale:** Studenții simulează o activitate sau un scenariu real pentru a învăța și a se familiariza cu concepte sau tehnici specifice.

Aceste metode, solicită o planificare corespunzătoare și pot necesita modificări ale structurii tradiționale a cursului. Cu toate acestea, beneficiile oferite de aplicarea lor, printre care o atenție sporită asupra informațiilor, înțelegere profundă a materialelor educaționale, dezvoltarea abilităților de gândire critică, colaborare și rezolvare a problemelor; depășesc în mare măsură orice efort suplimentar necesar pentru implementarea lor.

Învățarea activă poate fi cu adevărat îmbunătățită prin utilizarea tehnologiilor informaționale și de comunicație (TIC), mai ales în contextul actual, în care tehnologia a devenit extrem de importantă în educație. Setul TIC destinate educației este foarte vast. Cele mai eficiente s-au dovedit a fi tehnologiile cloud care revoluționează educația și stimulează învățarea activă prin oferirea accesului la multiple resurse educaționale interactive, stimularea comunicării și colaborării în timp real, facilitarea individualizării procesului de predare-învățarea-evaluare. Cu toate acestea, succesul implementării lor depinde de proiectarea atentă a programelor educaționale, de formarea profesorilor și de abilitatea de depășire a potențialelor probleme legate de confidențialitate și securitate a datelor.

Cercetătorii Mell P. și Grance T. de la Institutul Național de Standarde și Tehnologie (SUA) au definit **tehnologiile cloud** (TC) ca un model care permite accesul la rețea într-un spațiu comun de resurse de calcul configurabile (de exemplu: rețele, servere, spații de stocare, aplicații și servicii), care pot fi furnizate rapid și eliberate cu un efort minim de gestionare sau interacțiune cu furnizorul de servicii [10, p. 132].

Oportunitățile oferite de implementarea acestor tehnologii în educație, în special pentru stimularea învățării active sunt:

1. **Accesibilitate.** Un avantaj esențial al TC constă în posibilitatea de stocare online a informațiilor și accesul la ele oricând, de oriunde și de pe orice dispozitiv digital (calculator, laptop, tabletă, smartphone) cu conexiune la Internet, ceea ce îi permite studentului/elevului să învețe în propriul ritm și să revizuiască materialul de curs ori de câte ori este necesar.
2. **Colaborare.** TC facilitează colaborarea, indiferent de distanțele geografice. Studenții pot lucra împreună la proiecte în timp real folosind diferite instrumente și aplicații bazate pe cloud.
3. **Resurse.** TC pun la dispoziție o multitudine de resurse educaționale, pornind de la lucrări de curs până la tutoriale, biblioteci virtuale, curricule și platforme educaționale online.

4. **Software și aplicații.** Mulți furnizori ai tehnologiei cloud oferă acces la software-uri și aplicații de ultimă oră, majoritatea din ele fiind disponibile gratis sau la tarife reduse pentru instituțiile educaționale. Acest lucru poate ajuta studenții/elevii să învețe și să experimenteze cu instrumente și tehnologii moderne.
5. **Flexibilitate și Scalabilitate.** TC oferă o flexibilitate extraordinară în ceea ce privește scalabilitatea. Aceasta înseamnă că o instituție poate crește sau scădea rapid resursele de care are nevoie, în funcție de numărul de studenți/elevi sau de cerințele unui anumit curs sau proiect.
6. **Învățarea personalizată.** TC pot ajuta la crearea de trasee educaționale personalizate pentru fiecare student/elev, adaptând materialele de învățare la nevoile specifice ale acestuia.

În figura ce urmează sunt prezentate metodele învățării active și tehnologiile cloud care permit organizarea și implementarea lor eficientă.

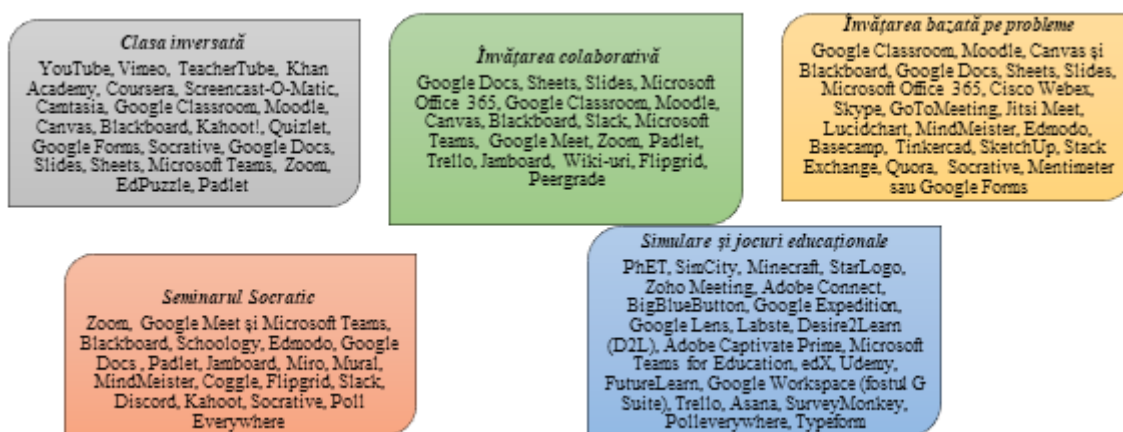


Figura 1. Metodele învățării active și tehnologiile cloud care facilitează implementarea lor

Se poate observa din această figură că unele tehnologii cloud facilitează implementarea câtorva metode a învățării active. De exemplu, prin intermediul Google Classroom poate fi organizată și implementată metoda clasei inversate, învățarea colaborativă și învățarea bazată pe probleme.

Concluzii

Învățarea activă este esențială pentru instruirea eficientă a elevilor/studenților, contribuind la dezvoltarea abilităților lor cognitive, sociale și emoționale. Prin implicarea în procesul de învățare, ei devin mai motivați și mai pregătiți pentru succesul pe termen lung.

Învățarea activă influențează semnificativ creșterea încrederii în sine; îmbunătățirea performanțelor academice; dezvoltarea comunicării digitale, colaborării, gândirii critice și creative; promovarea autonomiei și responsabilității în învățare.

S-a constatat că cele mai eficiente tehnologii pentru stimularea învățării active sunt tehnologiile cloud. Ele oferă accesul la resurse educaționale variate și inovative, facilitează individualizarea procesului educațional, stimulează comunicarea și colaborarea în timp real, susțin învățarea autodidactică prin medierea flexibilă și personalizabilă a resurselor educaționale.

Pentru ca tehnologiile cloud să fie implementate cu succes în educație, sunt necesare eforturi de dezvoltarea a competenței digitale a profesorilor și studenților. De asemenea, este esențial să se abordeze problemele de confidențialitate și siguranță a datelor.

Bibliografie

1. BONWELL, C. C., EISON, J. A. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report, Washington DC: School of Education and Human Development, George Washington University, 1991.
2. PRINCE, M. *Does Active Learning Work? A Review of the Research*. Journal of Engineering Education, 93, 223-231, 2004. Disponibil: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>.
3. FREEMAN, S.; et. all. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415, 2014.
4. BRAICOV, A.; VEVERIȚA, T. Metode de instruire activă la Informatică. Chișinău: UST, 2022. 209 p. ISBN 978-9975-76-378-3.
5. POPOVICI, I. Metoda clasei inversate și instrumente TIC pentru implementarea ei eficientă. În: Conferința științifico-practică „Inovația: factor al dezvoltării social-economice”, Cahul: US Cahul, 2023. p. 71-78. ISBN 978-9975-88-104-3.
6. CORLAT, S.; KARLSSON, G.; BRAICOV, A.; STAHL, D.; HELLSTRÖM, M. Metodologia utilizării Tehnologiilor Informaționale și de Comunicație în învățământul superior. Chișinău: UST, 2011. 204 p. ISBN 978-9975-76-070-6.
7. BOCOȘ, M. D. Instruirea interactivă. Repere axiologice și metodologice. Iași: Polirom, 472 p., 2013. ISBN 978-973-46-3248-0.
8. JONASSEN, D. H.; HUNG, W. All problems are not equal: Implications for problem-based learning. *Interdisciplinary J. of Problem-Based Learning*, 2(2), 4., 2008.
9. BARROWS, H.S. Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In L. Wilkerson, & W. H. Gijsselaers (Eds.), *New directions for teaching and learning*, No.68 (pp. 3-11). San Francisco: Jossey-Bass., 1996.
10. BRAICOV, A.; POPOVICI I.; VÎȘCU I. Utilizarea soluțiilor cloud pentru promovarea metodelor activ-participative și dezvoltarea competenței de comunicare. În: *Probleme actuale ale didacticii științelor reale consacrată aniversării a 80-a a profesorului universitar Ilie Lupu*. Ediția a II-a Vol.1, 11-12 mai 2018, Chișinău. UST, 2018, pp. 131-135. ISBN 978-9975-76-238-0.

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)**

INTERDISCIPLINARITATEA ÎN CADRUL ORELOR DE FIZICĂ**Petru BANTAȘ**, profesor de fizică, grad didactic unu<https://orcid.org/0009-0009-6904-6131>

Centrul de Excelență în Energetică și Electronică, Chișinău

Rezumat. În ultimele decenii interdisciplinaritatea apare ca necesitate a depășirii limitelor creatoare de cunoaștere, care a pus frontiere artificiale între diferite domenii ale ei. Argumentul care pentru interdisciplinaritate constă în aceea că oferă o imagine integrată a lucrurilor care sunt analizate separat. În lucrare sunt prezentate diferite exemple de abordare interdisciplinară la orele de fizică.

Cuvinte cheie: interdisciplinaritate, fizică, fizică- biologie, fizică –chimie, fizică – literatura română.

Abstract. In the last decades, interdisciplinarity appears as a necessity to overcome the creative limits of knowledge, which has placed artificial borders between its different fields. The argument for interdisciplinarity is that it provides an integrated picture of things that are analyzed separately. The paper presents different examples of an interdisciplinary approach in physics classes.

Keywords: interdisciplinarity, physics, physics-biology, physics-chemistry, physics-Romanian literature.

Introducere

„Interdisciplinaritatea apare ca necesitate a depășirii limitelor creatoare de cunoaștere, care a pus frontiere artificiale între diferite domenii ale ei. Argumentul care pledează pentru interdisciplinaritate constă în aceea că oferă o imagine integrată a lucrurilor care sunt analizate separat” [1]. Interdisciplinaritatea, după A. Becleanu Iancu, presupune „un proces de coordonare, unificare și codificare unitară a disciplinelor științifice contemporane, caracteristice actualei etape de dezvoltare a cunoașterii în care disciplina păstrează autonomia, specialitatea și interdependența relativă și, în același timp, se integrează în sistemul global de cunoaștere” [2]. Interdisciplinaritatea presupune o integrare a diferitelor arii disciplinare.

„În abordarea interdisciplinară încep să fie ignorate limitele stricte ale disciplinelor, căutându-se teme comune diferitelor discipline de studiu, care pot conduce la realizarea obiectivelor de învățare de grad mai înalt, a competențelor transversale, considerate importante pentru succesul în societatea contemporană” [3]. „Pentru realizarea unei bune interdisciplinarități se impun câteva exigențe:

- profesorul să aibă o temeinică cultură generală;
- profesorul să cunoască bine metodologia obiectului său de specialitate, dar și a celorlalte obiecte din aria curriculară;
- elevii să fie conștientizați de existența interdisciplinarității obiectelor de învățământ;
- realizarea unor programe care să includă teme cu caracter interdisciplinar” [1].

Legătura dintre discipline se poate realiza la nivelul conținuturilor, obiectivelor, dar se creează și un mediu propice pentru ca fiecare elev să se exprime liber, să-și dea frâu liber sentimentelor, să lucreze în echipă, individual.

Predarea interdisciplinară pune accentul simultan pe aspectele multiple ale dezvoltării copilului: intelectuală, emoțională, socială, fizică și estetică.

Rezultate obținute

De multe ori ne punem întrebarea: Ce importanță au legile mecanicii în viața cotidiană? Ce relații există între legile fizicii și alte discipline pe care le studiază copii în școală? Cu toții formulăm această întrebare. Și eu mă întrebăm: Ce importanță are reacția la om? Dar mai întâi să căutăm în dicționarul explicativ ce înseamnă cuvântul ”*reacție*”: *Reacție* – fenomen nemijlocit prin care materia vie răspunde acțiunii unui excitant, venit din interior sau din exterior.

Materia vie răspunde acțiunii unui excitant într – un interval de timp. Reacția de răspuns ca rezultat al acțiunii factorilor mediului. Razele de lumină reflectate de la corpurile luminoase se adună pe retină. Aici se găsesc receptorii vizuali cu conuri (care asigură vederea diurnă), asigurând formarea imaginii inversate și micșorată a obiectului privit. Axonii neuronilor (celulă nervoasă – căile nervoase senzitive), transmit imaginea formată pe retină sub formă de impuls nervos în zona văzului a scoarței cerebrale. Aici imaginea este analizată, comparată și se apreciază poziția obiectelor privite. Astfel noi vedem obiectele în poziția normală. Datorită nervilor motori care conduc impulsul nervos de la sistemul nervos spre organele efectoare, se formează o reacție de răspuns a organismului în anumite situații.

De exemplu: dacă la observarea unui obstacol în cale, ochiul – formează imaginea, sub formă de impuls nervos este transmisă informație prin căile nervoase spre creier, aici se analizează și se formează receptorii de răspuns, transmisă prin nervii motori spre organele efectoare (spre mușchi care contractându-se asigură ridicarea piciorului și trecerea peste obstacol).

Toată problema constă în a determina intervalul de timp în decursul căruia materia vie ar da răspuns la o acțiune. În ajutor ne vine fizica, mai bine zis „cinematica”.

Să facem un experiment. Așezăm pe tabla din fața clasei o riglă de 20 – 25 cm așa ca să poată aluneca pe tablă vertical în jos. Notăm pe tablă poziția inițială a riglei. Cu o mână ținem rigla, dar în cealaltă ținem de exemplu creta. În momentul când eliberăm rigla concomitent producem un sunet, de exemplu batem cu degetul sau creta în tablă. Persoana, căreia trebuie să-și determinăm reacția, va trebui să prindă rigla în mișcarea sa vertical în jos pe tablă în momentul când rigla va fi eliberată din mână. Notăm din nou poziția riglei unde a fost prinsă. Aceasta va fi poziția finală. Cunoscând înălțimea, adică

drumul parcurs de riglă în mișcare determinăm timpul în care sa mișcat. Acesta va fi și timpul în care materia vie răspunde acțiunii unui excitant.



De exemplu: $h = 19,6\text{cm} = 0,196\text{m}$; $g = 9,8\text{m/s}^2$. Aplicăm formula: $h = v_0t + g t^2/2$.

Deoarece rigla cade liber, viteza inițială $v_0 = 0$, obținem $h = g t^2/2$.

Din ultima formula determinăm timpul $t^2 = 2h / g$, de unde $t = \sqrt{2h/g}$.

Înlocuim datele de mai sus în ultima formulă $t = \sqrt{2 * 0.196\text{m}/9.8\text{m/s}^2} = 0.2 \text{ s}$, $t = 0.2\text{s}$.

Deci, intervalul de timp în decursul căruia materia vie răspunde acțiunii unui excitant venit din interior sau din exterior în cazul dat este de 0.2s. Pentru a determina mai precis acest interval de timp, ar fi bine de făcut acest experiment pe fonul unei melodii sau povestind ceva captivant pentru ai sustrage atenția. Cunoașterea reacției e important, în deosebi pentru conducătorii auto. Organele de resort, care se ocupă cu eliberarea permiselor de conducere auto, ar trebui să testeze fiecare conducător auto la reacție. Probabil, din cauza că reacția este destul de mare la o parte din conducătorii auto, se întâmplă și atâtea accidente rutiere în rezultatul cărora au de suferit copiii.

Fizica și chimia studiază materia, sub aspectul structurii însușirilor și transformării ei. Interdisciplinaritatea este perfect definită în studiul temelor: legile gazelor, electroliți, conductibilitate electrică, semiconductoare, teoria cinetico-moleculară, elemente galvanice, electroliza. Aproape ca nu există lecție de fizică să nu utilizăm cunoștințe de chimie și invers. Pentru a caracteriza cantitativ structura discretă a substanței folosim mărimile cunoscute din cursul gimnazial de chimie:

- Unitatea atomică de masă cu simbolul u . $1u = 1/12m_{0c} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$.
- Masa moleculară (atomică) relativă – $M_r = \frac{m_0}{1u}$.
- Numărul lui Avogadro – $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{mol}^{-1}$.
- Masa molară a unei substanțe se calculează din formula $M = N_A \cdot m_0 = M_r \cdot 10^{-3}\text{kg/mol}$. m_0 – este masa moleculei.

Problemă. Determinați:

- a) numărul moleculelor din 1 mm^3 de apă;
- b) masa unei molecule de apă și diametrul ei, considerând moleculele sferice.

Rezolvare:

- a) Numărul moleculelor dintr-o substanță se determină din relațiile: $v = m/M$ (1);
 $v = N/N_A$ (2). Egalăm aceste două ecuații și obținem $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$ (3); $m = \rho \cdot V$ (4).

Introducem relația (4) în (3) și obținem $N = \frac{\rho \cdot V}{M} \cdot N_A$;

Calculăm masa molară a apei (H_2O); $M = (2 \cdot 1 + 16) \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$.

Densitatea apei $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$. $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Într-un volumul $V = 1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$ de apă se conțin:

$$N = \frac{10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3}{18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 3,34 \cdot 10^{19} \text{ molecule.}$$

- b) Masa unei molecule de apă calculăm din relația $m_0 = M/N_A$;

$$m_0 = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} / 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx 3 \cdot 10^{-26} \text{ kg.}$$

Considerând moleculele sferice, volumul unei molecule este aproximativ:

$$V_0 \approx \frac{\pi}{6} \cdot d^3, \text{ de unde obținem diametrul } d : d \approx \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V_0}{\pi}}. \text{ Volumul unei molecule } V_0 = \frac{V_M}{N_A};$$

$$V_M = \frac{M}{\rho} \text{ sau } V_0 = \frac{M}{\rho \cdot N_A}. \text{ Diametrul moleculei de apă este } d \approx \sqrt[3]{\frac{6 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot N_A}}; d \approx 3,85 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,385 \text{ nm.}$$

La studierea curentului electric în electroliți vom utiliza noțiuni studiate la orele de chimie. Cunoaștem faptul că sarea de bucătărie ($NaCl$), permanganatul de potasiu ($KMnO_4$), precum și apa distilată, sunt izolatoare, nu conduc curentul electric, dar soluția apoasă a sării de bucătărie, a permanganatului de potasiu este un mediu conductor. Substanțele - sărurile, acizii, bazele, ale căror soluții în apă sau în alte lichide conduc curentul electric se numesc electroliți.

Mecanismul formării purtătorilor liberi de sarcină electrică în electroliți este cunoscut de la orele de chimie. În molecula de $NaCl$ atomul de natriu cedează un electron atomului de clor, transformându-se în ioni de Na^+ și Cl^- . Interacțiunea acestor ioni cu moleculele de apă slăbește legătura ionică dintre ei și în urma mișcării termice molecula neutră se descompune în ioni în absența câmpului electric exterior. În baia electrolică, dacă între electrozi este aplicată o tensiune electrică, *ionii pozitivi* se deplasează spre electrodul conectat la polul negativ numit *catod*, din care cauză sunt numiți *cationi*, iar cei *negativi* se deplasează spre electrodul conectat la polul pozitiv – *anod* și sunt numiți *anioni*. La definirea echivalentului chimic și echivalentului electrochimic al unei substanțe apelăm la noțiunile de masă molară M a substanței, numărul lui Avogadro N_A , valența substanței n , studiate în clasele anterioare la chimie. Numeroase aplicații ale electrolizei au dus la construirea unei ramuri importante a chimiei – electrochimia. Sau dezvoltate anumite ramuri ale industriei: electrometalurgia; galvanotehnica – galvanostegie și galvanoplastie; obținerea de diverse substanțe pe cale electrolică – soda caustică, nemetale (clorul, hidrogenul), metale (aluminiul) etc.

Din cursul de fizică gimnazial cunoaștem două feluri de substanțe cu proprietăți electrice diferite: conductoare și izolatoare (dielectrici). Rezistivitatea lor ia valori ce se deosebesc considerabil: la conductoare $\rho_c < 10^{-6}\Omega\cdot m$ și la izolatoare $\rho_i > 10^8\Omega\cdot m$. La explicarea conductibilității electrice a semiconductoarelor apelăm la noțiunile studiate la orele de chimie: elemente chimice, valență, legături covalente etc.

În poezia *La steaua* Mihai Eminescu abordează noțiuni din domeniul mecanicii clasice newtoniene, astronomiei. Distanța dintre corpurile cerești este foarte mare și se măsoară în ani lumină. Strălucirea unor stele variază cu timpul datorită proceselor fizice care se produc în interiorul sau în atmosferele lor. Procesele respective sunt însoțite de variații ale parametrilor fizici ai stelelor (luminozitatea, volumul, densitatea, temperatura, etc).

O stea masivă se transformă în *supergigantă roșie*, iar în nucleul ei au loc reacții nucleare cu formarea elementelor până la Fe. Când nucleul atinge o masă critică presiunea exercitată în urma reacțiilor nucleare este suficientă pentru echilibrarea forțelor de contracție gravitaționale și se produce un colaps. În câteva secunde steaua explodează dând naștere unei *supernove*. Fenomenele care se produc în ultimele stadii ale *evoluției* stelelor masive se termină cu contracția gravitațională catastrofală, urmată de o explozie termonucleară a întregii stele, după care ea se transformă în *stea neutronică* sau *gaură neagră* – obiect cosmic care nu poate fi văzut direct, dar poate fi detectat indirect prin acțiunea exercitată asupra obiectelor din jur.

Cu toate că steaua s-a transformat într-o gaură neagră lumina produsă și emisă continuă să se propage într-un mediu sub forma unui fascicul de lumină foarte îngust numit rază de lumină. Steaua poate demult s-a stins însă raza ei abia acum lucește calea noastră, deoarece drumul parcurs de ea este destul de mare și se măsoară în ani lumină. Un an lumină este distanța parcursă de lumină timp de un an. Anul lumină – $1ly = 9\ 460\ 730\ 472\ 580\ 800\ m \approx 9,46 \cdot 10^{15}m$.

Bibliografie

1. LUPU-GORIȚA, M. Interdisciplinaritatea – aspect inovator al sistemului de învățământ modern. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice: Pedagogie în învățământul preșcolar și primar*, 27-28 februarie 2021, Chișinău. Vol. 4, pp. 258-263. ISBN 978-9975-76-321-9.
2. PRUNICI, E. Repere metodologice a realizării conexiunii interdisciplinare în cadrul predării-învățării biologiei în gimnaziu. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice: Didactica științelor exacte*, 1-2 martie 2019, Chișinău. Vol. 2, pp. 197-203. ISBN 978-9975-76-268-7.
3. BOTNARI, N.; RĂCIULA, L. Repere metodologice în predarea inter-, pluri- și transdisciplinară a simbolismului în ciclul preuniversitar. In: *Didactica Pro...* 2020, nr.6 (124), pp. 39-45.

PARTICULARITĂȚILE REZOLVĂRII PROBLEMELOR LA CINEMATICA PUNCTULUI MATERIAL

Nadejda CORCIU, profesoară de fizică

Gimnaziul din Ratuș, r.Telenești

Leonid GUȚULEAC, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0009-0008-2727-3996>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. În lucrarea curentă sunt expuse rezultatele obținute în activitatea legată de rezolvarea problemelor la fizică. Activitatea de rezolvare a problemelor se folosește la lecțiile de fizică pentru a întări materialul teoretic și a dezvolta deprinderi de aplicare în practică a lor. Problemele pot fi rezolvate prin diferite metode. Procesul de rezolvare a unei probleme poate include în sine câteva etape. În lucrare este prezentată rezolvarea unor probleme tipice din cinematică. Lucrarea are ca scop principal pregătirea unui învățător pentru o activitate productivă în domeniul predării fizicii.

Cuvinte cheie: mișcare mecanică, punct material, cinematică, ecuații de mișcare, viteză, accelerație.

Abstract. In the current work, the results obtained in the activity related to solving problems in physics are presented. Problem-solving activity is used in physics lessons to reinforce theoretical material and develop skills for their practical application. Problems can be solved by different methods. The process of solving a problem can itself include several stages. The paper presents the solution of some typical problems in kinematics. The main purpose of the work is to prepare a teacher for a productive activity in the field of teaching physics.

Keywords: mechanical motion, material point, kinematics, equations of motion, velocity, acceleration.

Introducere

Fizica este una din științele exacte și se ocupă cu studierea legităților cantitative ale diferitor fenomene și procese [1, p. 12]. Metodele de cercetare generală din fizică sunt experimentul și teoria. Legile fizicii descriu niște legături funcționale dintre anumite mărimi fizice, care trebuie cumva determinate. Mărimile fizice exprimă niște proprietăți cantitative ale obiectelor de cercetare. Pentru descrierea lor au fost elaborate diferite sisteme de unități.

Mecanica este, de obicei, primul compartiment, care se studiază în cadrul unui curs de fizică. În mecanică se descrie mișcarea mecanică a corpurilor. Această mișcare se desfășoară în spațiu și timp. Noțiunile filozofice de spațiu și timp joacă un rol semnificativ la rezolvarea problemelor din mecanică. Știința despre mișcare este una din cele mai vechi științe. Fenomenele fizice se supun anumitor legi ale naturii. La baza mecanicii sunt puse legile lui Newton.

Mecanica, de obicei, începe cu cinematica. Cinematica are ca scop de a descrie matematic mișcarea corpului ales. Anume în cinematică se definesc așa noțiuni ca viteza și accelerația unui corp [2, pp. 7 – 20]. Ele sunt caracteristicile cinematice cele mai

importante ale mișcării lui. Pentru a înțelege bine aspectul matematic al mișcării unui corp și pentru a rezolva problemele din mecanică și nu numai trebuie să cunoaștem bine noțiunile din cinematică.

Rezolvarea problemelor în cadrul lecțiilor de fizică este o metodă de lucru, care permite să înțelegem mai bine materialul teoretic și să formăm deprinderi de aplicare a teoriilor din fizică în practică. Nu se poate studia fizica fără a rezolva probleme [3, p. 13]. Această componentă obligatorie a procesului didactic poate fi considerată un prim pas de aplicare a cunoștințelor teoretice în practică.

Formarea la elevi a aptitudinilor de a rezolva probleme este una din cele mai importante sarcini, care sunt puse în fața unui învățător de fizică. Această sarcină nu este una ușoară. Elevii trebuie să lucreze permanent în așa activități pentru a avea succese mai bune și a înțelege mai bine fenomenele studiate în domeniul fizicii [4, pp. 6 – 7]. Nu este suficient să cunoști destul de bine teoria. Trebuie să știi să aplici teoria în scopuri practice, inclusiv de a rezolva și probleme.

Metode și materiale aplicate

Există o mulțime diversă de metode, care pot fi aplicate la rezolvarea problemelor. Un învățător modern trebuie să dezvolte la elevii săi deprinderi de a folosi aceste metode la rezolvare. Nu poate fi propus un algoritm universal de rezolvare. Fiecare elev poate să-și aleagă o cale proprie de rezolvare. Pedagogul trebuie să stimuleze și să dezvolte tendințele de activitate proprie a fiecărui elev, să analizeze toate metodele concrete de rezolvare folosite de elevi, să observe greșelile comise, să discute rezultatele obținute. Rezolvarea problemelor de la cinematică are particularitățile sale. Se începe cu identificarea obiectelor, care sunt în condițiile problemei și a proceselor, la care participă aceste obiecte. Apoi se formează modelul, care apoi urmează să fie descris, și se alcătuiește o schemă de rezolvare. Parcurgerea acestei scheme pas cu pas ne permite să găsim soluția problemei alese și să obținem un rezultat final. La elaborarea acestei lucrări au fost alese pentru a fi rezolvate niște probleme, care se referă la anumite aspecte ale mișcării punctului material.

Problemele se deosebesc una de alta după conținutul său, structura, scopul principal etc. Ele se rezolvă în mod diferit. Nu există o schemă unică de rezolvare [3, p. 22]. Se pot propune următoarele patru etape cu un caracter general, care se conțin în procesul de rezolvare:

- analiza conținutului problemei alese, scrierea pe scurt a condițiilor și sarcinilor ei;
- căutarea unui mod concret de rezolvare și de reprezentare a rezolvării;
- înfăptuirea rezolvării problemei, verificarea ei, expunerea ei;
- analiza rezultatului primit și selectarea informației, care poate fi folosită ulterior.

O astfel de generalitate folosită în procesul de rezolvare permite elevilor să se facă o abordare generală a rezolvării tuturor problemelor, să se familiarizeze cu principalele particularități ale fiecăreia dintre cele patru etape ale procesului de rezolvare identificate mai sus și, prin urmare, să formeze abilitățile necesare rezolvării problemelor.

La rezolvarea unor probleme se folosesc metode grafice [5, pp. 9 – 10]. După faptul, cum se folosesc graficele la rezolvare, problemele pot fi divizate în două clase: 1) răspunsul la întrebarea dată se poate afla în urma construirii unui grafic; 2) răspunsul la întrebare se poate găsi în rezultatul analizei graficului dat în condițiile problemei. Problemele grafice ne pot ilustra foarte clar dependențe funcționale, care există între anumite mărimi fizice din problemele date.

Rezultate obținute

În continuare sunt expuse căile de rezolvare a unui șir de probleme.

Problema 1 ([6, p. 6], nr.1.3). Un motociclist a parcurs primul sfert de drum cu viteza de 10 m/s, al doilea cu viteza de 15 m/s, al treilea cu viteza de 20 m/s, și ultimul cu viteza de 5 m/s. Determinați viteza medie a motociclistului pentru întregul drum.

Rezolvare: De obicei, la așa tip de probleme cu viteze medii elevii comit următoare greșeală: ei propune de a aduna aceste 4 viteze și apoi de a împărți suma obținută la 4. Totuși, pentru a rezolva problema trebuie să exprimăm cumva distanța parcursă l și timpul t cheltuit pentru a parcurge această distanță. Apoi urmează să folosim definiția vitezei medii:

$$\langle v \rangle = \frac{l}{t}.$$

Drumul parcurs a fost împărțit în 4 părți de lungimi egale ($l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = \frac{l}{4}$), și pentru parcurgerea acestor fragmente se vor cheltui timpi diferiți (t_1, t_2, t_3, t_4). Se poate scrie:

$$l_1 = v_1 t_1, \quad l_2 = v_2 t_2, \quad l_3 = v_3 t_3, \quad l_4 = v_4 t_4.$$

Din aceste expresii exprimăm timpii de mișcare din fiecare porțiune:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad t_2 = \frac{l_2}{v_2}, \quad t_3 = \frac{l_3}{v_3}, \quad t_4 = \frac{l_4}{v_4},$$

$$t_1 = \frac{l}{4v_1}, \quad t_2 = \frac{l}{4v_2}, \quad t_3 = \frac{l}{4v_3}, \quad t_4 = \frac{l}{4v_4}.$$

Astfel, timpul întreg de mișcare este:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = \frac{l}{4} \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \frac{1}{v_3} + \frac{1}{v_4} \right).$$

Exprimăm viteza medie:

$$\langle v \rangle = \frac{l}{t}, \quad \langle v \rangle = \frac{l}{\frac{l}{4} \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \frac{1}{v_3} + \frac{1}{v_4} \right)},$$

$$\langle v \rangle = \frac{4}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \frac{1}{v_3} + \frac{1}{v_4}} \quad (1).$$

Am obținut formula finală. Înlocuim aici valorile numerice date și calculăm:

$$\langle v \rangle = \frac{4}{\frac{1}{10 \frac{m}{s}} + \frac{1}{15 \frac{m}{s}} + \frac{1}{20 \frac{m}{s}} + \frac{1}{5 \frac{m}{s}}} = \frac{4}{\frac{1}{6} + \frac{4}{60} + \frac{3}{60} + \frac{12}{60}} \frac{m}{s} = \frac{4 \cdot 60 m}{25} \frac{1}{s} = 9,6 \frac{m}{s}.$$

Răspuns: viteza medie este de $9,6 \text{ m/s}$.

Problema 2 ([7, p. 12], nr.1.47). Un corp s-a mișcat uniform timp de 4 s cu viteza de 2 m/s , apoi a mai parcurs 22 m în timp de 8 s . Determinați viteza medie a corpului în această mișcare.

Rezolvare: În această problemă mișcarea corpului a fost împărțită în două părți. În prima din ele se cunosc viteza și timpul. Deci, se poate exprima distanța parcursă. În cealaltă parte se cunosc timpul și distanța. Pentru prima porțiune și pentru mișcarea totală avem:

$$l_1 = v_1 t_1, \quad l = l_1 + l_2, \quad l = v_1 t_1 + l_2.$$

Timpii particulari de mișcare se cunosc. Astfel, timpul total de mișcare:

$$t = t_1 + t_2.$$

Folosim definiția pentru viteza medie la întregul drum:

$$\langle v \rangle = \frac{l}{t}, \quad \langle v \rangle = \frac{v_1 t_1 + l_2}{t_1 + t_2} \quad (2).$$

Am obținut expresia finală. Înlocuim valorile cunoscute și calculăm viteza medie:

$$\langle v \rangle = \frac{2 \frac{m}{s} \cdot 4s + 22m}{4s + 8s} = \frac{30m}{12s} = 2,5 \frac{m}{s}.$$

Răspuns: viteza medie a corpului este de $2,5 \text{ m/s}$.

Problema 3 ([8, p. 100], nr.12.1). Un tren se mișcă cu viteza de 72 km/h . La frânare el obține o accelerație de $0,4 \text{ m/s}^2$. Să se determine, la ce distanță de la stație trebuie să înceapă frânarea și care va fi timpul de frânare.

Rezolvare: Trebuie să examinăm mișcarea de la începutul frânării și până la oprire. Ea va fi rectilinie și uniform încetinită. Alegem axa OX în sensul mișcării. Accelerația trenului la frânare este opusă vitezei. Cunoaștem viteza inițială. Viteza finală este egală cu zero.

Mișcarea rectilinie uniform variată a este descrisă în cadrul cinematicii. Legitățile respective de mișcare se pot folosi la rezolvare. Folosim legea variației vitezei și exprimăm timpul de frânare:

$$\begin{aligned} v &= v_0 - a \cdot t, & v &= 0, & a \cdot t &= v_0, \\ & & t &= \frac{v_0}{a} \end{aligned} \quad (3).$$

Distanța parcursă la frânare se poate determina prin expresia:

$$\begin{aligned} \Delta S &= v_0 \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2}, & \Delta S &= v_0 \cdot \frac{v_0}{a} - \frac{a \cdot \left(\frac{v_0}{a}\right)^2}{2}, \\ \Delta S &= \frac{(v_0)^2}{2 \cdot a} \end{aligned} \quad (4).$$

Am obținut formule finale de calcul pentru distanța și pentru timpul de frânare. Substituim și calculăm:

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{20 \frac{m}{s}}{0,4 \frac{m}{s^2}} = 50 \text{ s}, \quad \Delta S = \frac{(v_0)^2}{2 \cdot a} = \frac{\left(20 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 0,4 \frac{m}{s^2}} = 500 \text{ m}.$$

Răspuns: distanța de frânare este de 500 m, iar timpul de frânare de 50 s.

Rezolvarea permanentă a problemelor este o componentă necesară pentru pregătirea unui învățător. Pentru a deveni un învățător bun trebuie să cunoaștem mult mai multe lucruri decât cele, care trebuie să le expunem la lecție. Și în acest scop ne poate ajuta mult rezolvarea problemelor. Un învățător a lucrat bine și a obținut succese în activitatea sa didactică doar dacă elevii săi pot să rezolve probleme.

Cunoștințele obținute la lecțiile de fizică și deprinderile de rezolvare a problemelor pot permite de a rezolva și unele probleme din alte domenii de activitate. În acest context se pot menționa domeniile tehnicii, construcțiilor și multe altele. Materialul expus în lucrarea dată are și un interes aplicativ. El se poate folosi la lecțiile de fizică în procesul de rezolvare a problemelor de către elevi. Problemele, care au fost rezolvate și expuse aici pot fi folosite și în activitatea practică a studenților, la lecțiile de mecanică din cursul universitar de fizică.

Bibliografie

1. DETLAF, A.A.; IAVOSKI, V.M. *Curs de fizică*. Chișinău, 1991. 516 p.
2. АЛЕКСАНДРОВ, Н.В. и др. *Курс общей физики. Механика*. Москва: Просвещение, 1978. 416 с.
3. БЕЛИКОВ, Б.С. *Решение задач по физике. Общие методы*. Москва: Высшая школа, 1986. 256 с.
4. КАМЕНЕЦКИЙ, С.Е.; ОРЕХОВ, В.П. *Методика решения задач по физике в средней школе*. Москва: «Просвещение», 1971. 448 с.
5. КОНДРАТЬЕВ, А.С. и др. *Методы решения задач по физике*. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. 312 с.
6. ЦЕДРИК, М.С. *Сборник задач по курсу общей физики*. Москва: Просвещение, 1989. 271 с.
7. MARINCIUC, M. și al. *FIZICĂ. Culegere de probleme, cl.10-12*. Chișinău, Lyceum, 2008. 252 p.
8. МЕЩЕРСКИЙ, И.В. *Сборник задач по теоретической механике*. Москва: Наука, 1986. 448 с.

LABORATOR DIGITAL LA MECANICĂ**Toma CREȚU**, masterand UPSC<https://orcid.org/0009-0009-8250-0650>**Valentina POSTOLACHI**, dr. conf. univ. UPSC<https://orcid.org/0000-0002-1977-647X>

Rezumat. În articol sunt descrise lucrări de laborator la mecanică, realizate în laborator digital de fizică pentru învățământul preuniversitar. În condiții de pandemie laboratorul digital oferă oportunități fundamentale noi pentru desfășurarea procesului educațional la distanță. Instalațiile digitale moderne de laborator, dotate cu diferiți senzorii digitali, măsoară mărimi fizice reale. Rezultatele experimentale pot fi analizate și procesate de calculator.

Cuvinte cheie: laborator digital, senzori digitali, NeuLog.

Abstract. The article describes laboratory work on mechanics, carried out in a digital physics laboratory for pre-university education. In pandemic conditions, the digital laboratory offers fundamental new opportunities for conducting the educational process at a distance. Modern digital laboratory installations, equipped with various digital sensors, measure real physical quantities. The experimental results can be analyzed and processed by the computer.

Keywords: digital laboratory, digital sensors, NeuLog.

Introducere

Problema motivației joase și a absenței interesului elevilor pentru învățare este cea mai importantă problemă a școlii de azi. Realizat la orele de fizică, experimentul reprezintă o modalitate specifică de explorare a realității, de învățare prin acțiune, prin experiența trăită direct de elevi. A experimenta înseamnă pentru elevi a fi în situația de a concepe și a practica de sine stătător un anumit sistem de operații, cum ar fi: a observa, a dovedi, a studia, a aprecia, a verifica, a măsura efectele, rezultatele etc. – operații care se vor solda cu noi achiziții cognitive pentru ei.

Un laborator digital reprezintă o sală dotată conform standardelor de educație. Laboratorul Digital reprezintă o oportunitate pentru elevii din mediul rural să aibă acces la educație de calitate, ca ulterior să fie eligibili și căutați pe piața muncii. Ne dorim o generație competentă și capabilă să facă față provocărilor, iar educația digitală din școală îi pregătește de viitor. Noi, în calitate de profesori, vom depune toate eforturile pentru a le oferi acea educație digitală, care să-i ajute să aleagă mai ușor ce-și doresc să profeseze.

Aparatele și materialele moderne vor fi utilizate de elevi și profesori în cadrul procesului educațional în vederea dezvoltării competențelor practice.

Utilizarea laboratoarelor fizice digitale face posibilă desfășurarea de cursuri nu numai de natură educațională, ci și desfășurarea activităților de proiectare și cercetare ale elevilor. Echipamentele de înaltă tehnologie bazate pe tehnologia modernă a microprocesoarelor au

făcut posibilă extinderea semnificativă a posibilităților unui experiment fizic educațional pentru formarea gândirii fizice moderne a elevilor.

Recent, pe piața europeană au apărut o serie de senzori de ultimă generație "NeuLog", care sunt destinați în primul rând pentru procesul de instruire a elevilor și studenților în domeniul științelor naturii.

Rezultate obținute

Lucrările de laborator au un rol important în formarea competențelor specifice fizicii.

Elevii investighează fenomene, analizează și interpretează date, informații, dobândesc abilități practice, aplică cunoștințele teoretice în situații reale etc.

Pe parcursul au fost studiate sursele bibliografice referitor la componentele laboratorului digital la fizică;

Am studiat principiul de funcționare, calibrarea și utilizarea practică a senzorilor digitali la compartimentul Mecanica;

Laboratoarele digitale au o serie de avantaje incontestabile: permit obținerea de date care nu sunt disponibile în experimentele educaționale tradiționale și fac posibilă procesarea convenabilă a rezultatelor experimentului. Automatizarea colectării și procesării datelor economisește timp și efort elevilor și le permite să se concentreze asupra esenței studiului. Activitatea de cercetare experimentală activă a elevilor contribuie la creșterea semnificativă a nivelului de cunoștințe al elevilor la fizică și disciplinele conexe, precum și la dezvoltarea potențialului creativ al studenților.

Ca urmare a lucrului cu ghidul de utilizare a senzorilor digitali, elevii (viitorii profesori de fizică) vor stăpâni software-ul necesar pentru lucrul cu laboratoarele digitale, vor învăța cum să efectueze măsurători și să proceseze rezultatele experimentelor.

Pe parcursul realizării lucrării au fost elaborate opt lucrări de laborator la mecanică (treapta gimnazială și liceală).

De rând cu competențele din domeniul STEM, absolventul de mâine are nevoie de competențe digitale.

Aceasta este o cerință a societății, dictată de informatizarea totală a activității umane.

Utilizarea echipamentelor digitale în procesul educațional ne permite să facilităm formarea acestor competențe.

La activitatea practică în laborator dotat cu echipamentele digitale, trebuie să luăm în considerare următoarele tipuri de activități:

1. Familiarizarea cu principalele caracteristici ale programului de colectare, prelucrare și analiza datelor;
2. Calibrarea și efectuarea primelor măsurători: reguli de conectare senzorilor în circuit, pregătirea senzorilor pentru funcționare, determinarea frecvenței și numărului de măsurători în unitate de timp;

3. Posibilitățile software pentru procesarea rezultatelor măsurătorilor;
4. Lucrul cu oscilograma experimentului, fixând datele experimentale;
5. Prelucrarea datelor experimentale.

Instalațiile digitale moderne de măsurare a diferitor mărimi fizice sunt dotate cu diferiți senzorii digitali. În lucrare sunt descrise opt lucrări de laborator la fizică, realizate în laboratorul digital pentru elevii, recomandate de curriculumul național la fizică [1]. Laboratorul este dotat cu senzori digitali de model NeuLog [2].

Au fost elaborate 9 lucrări de laborator la mecanică pentru învățământul preuniversitar:

1. „Determinarea ariei unui dreptunghi”- clasa VI-a
2. „Determinarea ponderii corpului.” - clasa VI-a
3. „Determinarea vitezei vântului” - clasa VII-a
4. „Determinarea lucrului forței active, lucrului forței rezistente, compararea valorilor obținute” - clasa VII-a;
5. „Metoda statică de determinare a constantei elastice a unui resort” -clasa VII-a
6. „Studiul undelor sonore” clasa VIII-a;
7. „Studiul proprietăților undelor sonore. Izolarea fonică”. VIII-a
8. Studiul mișcării variate – clasa X-a
9. „Studiul parametrilor mișcării accelerate. Verificarea experimentală a uneia din formulele caracteristice mișcării rectilinii uniform variate a unui corp” - clasa X-a.

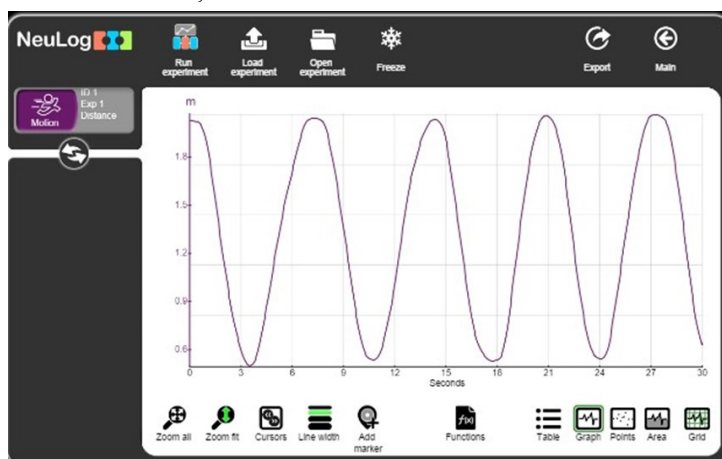


Figura 1. Graficul coordonatei în raport cu peretele la mișcarea variată

Înlocuirea echipamentului fizic tradițional cu unul digital este nu numai un imperativ al timpului, dar devine o necesitate.

În figurile 1 și 2 sunt ilustrate rezultatele experimentale obținute la studiul mișcării variate cu ajutorul senzorului digital de mișcare NeuLog 213. În figura 1 se vede poziția elevului (coordonata) în raport cu peretele în rezultatul mișcărilor „dute-vino”. În figura 2 este prezentată și dependența grafică a vitezei în comparație cu coordonata. Se observă că

viteza se schimbă după modul și sens. În punctele în care deplasarea față de perete este maximă sau minimă viteza este zero – ceea ce corespunde realității.

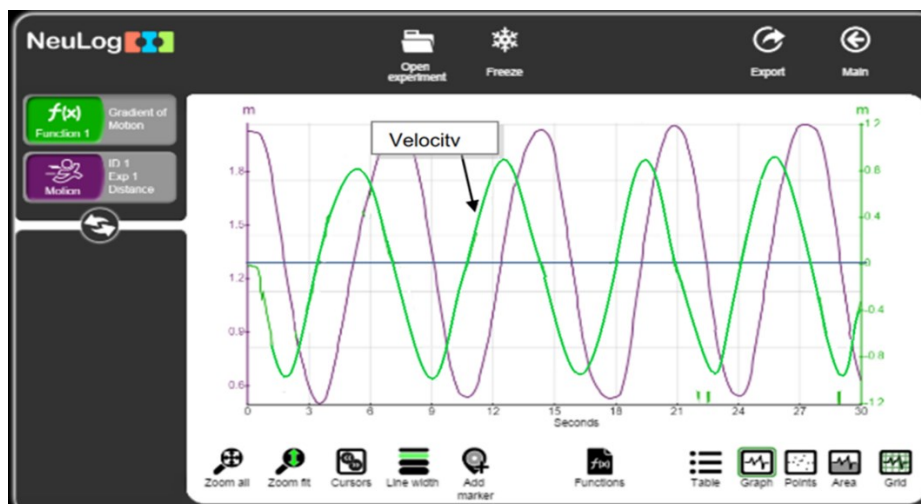


Figura 2. Graficul coordonatei și vitezei în raport cu peretele la mișcarea variată

Laboratorul digital a devenit o parte din procesul de studii, fiind util atât pentru profesori, cât și pentru elevi. Astfel, lecțiile devin mai interesante și elevii sunt mai atrași să studieze obiectul de fizică, pentru că avem calculatoare suficiente și alte dispozitive care să ne ajute în crearea proiectelor noastre. Totodată, laboratorul digital și îmbunătățirea abilităților digitale ne motivează să alegem o profesie în domeniu și să avem un viitor mai bun”.

Concluzii

Lucrările de laborator au un rol important în formarea competențelor specifice fizicii.

Laboratoarele digitale au o serie de avantaje incontestabile: permit obținerea de date care nu sunt disponibile în experimentele educaționale tradiționale și fac posibilă procesarea convenabilă a rezultatelor experimentului.

Completarea echipamentului fizic tradițional cu unul digital real este nu numai un imperativ al timpului, dar devine o necesitate.

Bibliografie

1. Fizică: *Curriculum național: clasele 6-9: Curriculum disciplinar: Ghid de implementare* / Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova; coordonatori: Angela Cutasevici, Valentin Crudu, Victor Păgănu; grupul de lucru: Viorel Bocancea (coordonator) [et al.]. – Chișinău: Lyceum, 2020. – 108 p.
2. <https://neulog.com/> accesat 23.09.2023.

CREATION OF MULTIMEDIA DIDACTICAL TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' RESEARCH ABILITIES

Pavel DAVIDENKO, senior lecturer

<https://orcid.org/0000-0003-0680-8302>

K.D. Ushinskyi Chernihiv Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education

Abstract. The article is devoted to the problem of creating multimedia didactic tools for organizing training sessions to develop students' research abilities. The author is interested in photography and video shooting. Together with Andrey Davidenko, they created a large collection of such funds. This article draws attention to the advisability of using them both in lessons and in extracurricular work in physics. An idea is expressed regarding the involvement of students in the activities of creating multimedia.

Keywords: training, development, research abilities, multimedia didactic tools.

Rezumat. Articolul este consacrat problemei creării de instrumente didactice multimedia pentru organizarea de sesiuni de formare pentru dezvoltarea abilităților de cercetare ale studenților. Autorul este interesat de fotografie și filmări video. Împreună cu Andrey Davidenko, au creat o colecție mare de astfel de fonduri. Acest articol atrage atenția asupra oportunității utilizării lor atât la lecții, cât și la lucrările extracurriculare de fizică. Se exprimă o idee cu privire la implicarea elevilor în activitățile de creare multimedia.

Cuvinte cheie: formare, dezvoltare, abilități de cercetare, instrumente didactice multimedia.

Developing students' research abilities is one of the main tasks of a modern school. All science is based on research. Therefore, it is not surprising that attention is paid to this issue in STEM education [2]. The need to develop research abilities in students is also emphasized in the physics curricula of Ukrainian [6] and Moldavian [7] schools. And we already have experience in implementing these programs. For example, physics textbooks for students in the Republic of Moldova contain instructions for performing research laboratory work [1]. And in the methodological manual “Proiecte STEM/STEAM la fizica. Ghid methodic”, published in 2022 [2] contains specific proposals for students to carry out research projects.

The process of learning and human development necessarily includes its content, didactic means, methods and organizational forms of working with students. We will try to consider only the tools used, in particular, multimedia didactic tools that allow us to solve the problem of developing the research abilities of schoolchildren. Especially in the first stages of working with them. Although, as is known, this cannot be implemented “in its pure form,” that is, without the applied methods and organizational forms of working with them. As well as without affecting the content of the concepts of research and human research abilities.

It should be noted that the problem of creating multimedia didactic tools has already been considered in a number of publications, in particular in articles by Andrey Davidenko and Evgeniy Korshak [3, 4, 5] and other authors. However, our article will focus specifically on the independent creation of such multimedia didactic tools that can be used in classes to develop the research abilities of schoolchildren. For this we have digital cameras. In most cases, you can use cameras that are built into smartphones. They have sensors and optics that allow you to obtain high-quality images of certain moments of physical phenomena and processes. Learning to take photographs is not difficult. However, in order to receive the materials necessary for the development of students' research abilities, this is not enough.



Figure 1. Unusual placement of snow on a tree branch

First of all, you need to learn to see the unusual in the ordinary. For example, the first image (figure 1) shows an unusual placement of snow. Why not be surprised by this and formulate a problem for further reasoning that can lead to certain conclusions, which is how each specific study ends?

The next photo (figure 2) shows the most interesting phenomenon of the formation of dew drops on the grass. The photo is taken from the archive of Andrey Davidenko. It was made on reversible color film, and then, by scanning and subsequent processing, turned into an electronic version. This, of course, led to a decrease in its quality, but, as happens in real studies, it allows us to draw certain conclusions. It should be noted that first the steam condenses at the top of the blade of grass, and then, after reaching a certain size, the droplets flow down. Doesn't there be a question about what we see? Isn't this enough to warrant serious research?



Figure 2. Formation of dew drops on a blade of grass

It is much easier for a young researcher to understand the reasons for the formation of holes on a plant leaf (figure 3). This is the work of drop lenses. The holes in the leaves were created by focused sunlight.

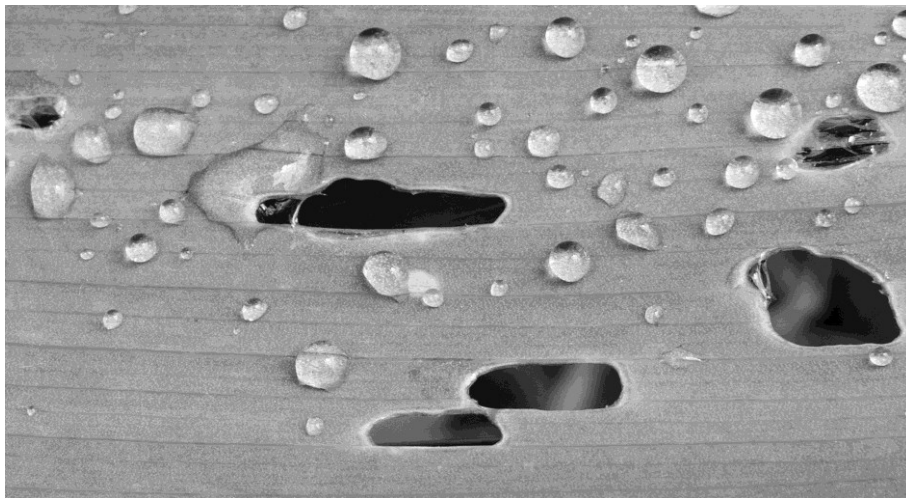


Figure 3. The result of the action of drop lenses

Multimedia didactic tools in the form of photographs of interesting moments of physical phenomena can be used both in lessons and in extracurricular activities. And, as you can see, they can become the basis for serious research activities. Its results can be reflected in descriptions of student projects, as well as in the texts of works that must be submitted to participate in serious competitions for young researchers.

Our pedagogical experience has shown that it is advisable to involve the students themselves in the process of creating the multimedia teaching tools described above. By

receiving interesting photographs, they themselves determine the subject of their future research, which is much more valuable than using ready-made materials made by us. And this reflects the actual research process. After all, the researcher independently finds the appropriate topic and “comes” with it to science. As the research progresses, he independently creates various conditions for conducting the experiment, which will allow him to draw certain conclusions.

The competitions held at school for images produced by students have proven themselves to be quite good. In our country, they logically fit into the All-Ukrainian competitions for young researchers and inventors “Edisons of the 21st Century”.

As we see, we are already moving on to the creative activities of schoolchildren. This will be discussed more broadly in the author's subsequent articles.

References

1. BOTGROS, I.; BOCANCEA, V.; CONSTANTINOV, N. Fizica. Manual pentru clasa a VIII-a; trad: G. Ivanova, E. Bocancea, E. Gabunia. Cartier, 2003, 128 p.
2. DAVIDENKO, A.; BOCANCEA, V. Proiecte STEM/STEAM la fizica. Ghid metodic. MECC, ANCD, UPSC. Chişinău: S. n., 2022 (СЕР UPSC). 62p.
3. ДАВИДЕНКО, А.А. Підготовка вчителя фізики до одержання фотознімків моментів перебігу швидкоплинних явищ природи. Вісник Національного університету Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки. Вип. 18 (174). Чернігів : 2022. С.108-115.
4. ДАВИДЕНКО, А.А. Роль информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе по физике. Acta et commentationes. Sciences of education scientific journal Chisinau 2021. Tiraspol state university ISSN 1857-0623 E-ISSN 2587-3636 Type B Nr.4(26)2021. P.17-27. doi.org/10.36120/2587-3636.v26i4.17-27. – URL: <https://ibn.idsi.md/ro/aec-se>.
5. ДАВИДЕНКО, А.А.; КОПШАК, Є.В. Фотографічний метод дослідження фізичних явищ. Фізика та астрономія в школі. 2008. №3. С.12-13,57.
6. Фізика Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Авторський колектив під керівництвом Локтева В. М. URL: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lokteva-vm.pdf> (дата обращения: 10.10.2023).
7. Национальный куррикулум. Куррикулярная область математика и естественные науки. Дисциплина физика. X–XII классы. URL: https://mecc.gov.md/sites/default/files/fizica_curriculum_liceu_rus.pdf (дата обращения: 10.10.2023).

ELABORAREA RESURSELOR EDUCAȚIONALE LA FIZICĂ**Ionela GUȚU**, masterand, UPSC<https://orcid.org/0009-0005-1031-9749>**Valentina POSTOLACHI**, dr., conf. univ., UPSC<https://orcid.org/0000-0002-1977-647X>

Rezumat. Resursele educaționale la fizică pentru treapta gimnazială sunt o componentă esențială a procesului de învățare-predare. În articol sunt descrise modalități de elaborare a diferitor materiale care pot fi utilizate în realizarea experimentului școlar și a lucrărilor de laborator la fizică, treapta gimnazială. Aceste resurse sunt concepute pentru a ajuta elevii să înțeleagă și să aplice conceptele și principiile fizicii într-un mod eficient și interactiv.

Cuvinte cheie: resurse educaționale, lucrare de laborator, experimentul real, experimentul virtual.

Abstract. Educational resources for physics in secondary school are an essential part of the learning-teaching process. The article describes ways to develop different materials that can be used in the school experiment and laboratory works in physics, secondary level. These resources are designed to help students understand and practice physics concepts and exercises in an efficient and interactive way.

Key words: educational resources, laboratory work, real experiment, virtual experiment.

Introducere

Resursele educaționale există de mult timp, iar în antichitate, manualele și cărțile de studiu erau utilizate pentru a educa tinerii în domenii, precum filozofia și geometria. Originile lecțiilor sunt Evul Mediu, când un profesor venea în clasă și le citea o carte elevilor. Câteva zile mai târziu, profesorul a citit din nou cartea elevilor, adăugând poate câteva comentarii. La câteva zile după aceasta, le-a citit din nou cartea elevilor; De aici a venit „a treia lectură”, care este încă folosită în parlamentele noastre. Acest tip de educație poate fi potrivit dacă numai profesorul are cartea. Inventarea tiparului în 1440 înseamnă că și elevii au cărți. Astfel, reținerea prelegerilor tradiționale poate fi privită doar ca un anacronism bazat pe obișnuință, tradiție. Având în vedere că elevii învață cel mai bine interacționând cu colegii lor, cum poate fi implementat acest fapt într-o clasă cu mulți elevi?

Cu apariția tiparului, producția de manuale și alte resurse educaționale a devenit mai ușoară și mai accesibilă, contribuind la dezvoltarea sistemului educațional modern. Odată cu avansul tehnologiei, resursele educaționale au devenit tot mai diverse și complexe. Filmele educative, programele de radio și televiziune au fost primele resurse digitale utilizate pentru a sprijini procesul de învățare. În prezent, resursele educaționale online, platformele de învățare și alte instrumente digitale reprezintă o mare parte din resursele disponibile.

Resursele educaționale la fizică pentru treapta gimnazială sunt esențiale, deoarece fizica este o disciplină complexă și abstractă, iar elevii pot întâmpina dificultăți în a înțelege conceptele și principiile ei fără sprijin adecvat. Aceste resurse pot oferi explicații clare,

exemple relevante și instrumente interactive care să faciliteze înțelegerea și aplicarea conceptelor fizice. Ele pot fi personalizate pentru nevoile și nivelul de înțelegere al fiecărui elev, oferind astfel o abordare individualizată și adaptată.

Materiale elaborate

Dezvoltarea resurselor educaționale la fizică constă în elaborarea resurselor educaționale interactive conform cerințelor lucrărilor de laborator. Pentru elaborarea lor, avem la dispoziție laboratorul de fizică din instituția de învățământ, cu instrumentele și materialele necesare. Indiferent de dificultatea lucrării de laborator, elevii înțeleg mai bine fenomenele fizice atunci când pot vedea ceea ce se întâmplă și pot manevra cu instrumentele din experimentul practic.

Din motivul că este necesară o abordare mai detaliată a lucrărilor de laborator la fizică, din clasa a VII-a, s-a realizat resursele educaționale virtuale. Pentru fiecare lucrare de laborator din clasa a VII-a, s-a elaborat fișa lucrării de laborator, experimentul practic sub formă de filmuleț și experimentul virtual.

Fișele lucrărilor de laborator au fost elaborate conform cerințelor din curriculumului național, conducându-ne de fișele lucrărilor din manualul de fizică, clasa a VII-a. Fișele sunt aranjate sub formă tabelară, în care este stipulat scopul lucrării de laborator, materiale și instrumente necesare pentru a realiza lucrarea de laborator, achiziții teoretice (definiții și formule necesare pentru aflarea rezultatului final), modul de lucru, unde este descris fiecare pas detaliat și într-un limbaj simplificat, tabelul pentru scrierea măsurărilor efectuate și calculate, spațiul pentru realizarea calculelor necesare și a concluziilor. Pentru tabel, exemple de calcul, concluziile, este notat punctajul.

Pentru o acordare corectă a punctajului, s-a realizat baremul de corectare pentru fiecare lucrare de laborator. În barem este specificat pentru ce se acordă fiecare punct, iar pentru a putea converti punctele acumulate în note, s-a realizat tabelul de convertire a punctajului în notă specifică fiecărei lucrări de laborator în parte.

După realizarea fișelor lucrărilor de laborator, împreună cu elevii din clasa a VII-a, s-a realizat experimentul practic, folosind materialele și instrumentele necesare din laboratorul de fizică. Fiecare realizare a experimentului practic a fost filmată și stocată sub formă de filmuleț, cu extensia .mp4, pe un cont Google Drive, accesibil tuturor care dețin link-urile de accesare.

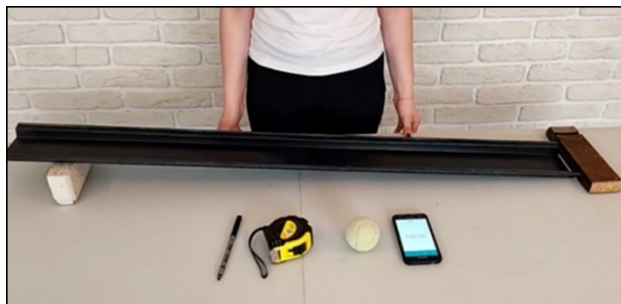


Figura 1. Secvență din filmulețul „Determinarea vitezei medii a unui mobil”

Prima lucrare de laborator „Determinarea vitezei medii a unui mobil” (Figura 1), are o durată de 98 s și o capacitate informațională de 96,08 MB. În filmulețul dat este explicat realizarea lucrării de laborator prin experiment real, folosind materialele necesare (un uluc, o ruletă, o minge, un cronometru) și manevrându-le după funcția lor și necesitatea noastră.

Pentru a 2-a lucrare de laborator, filmulețul are o durată de timp de 178 s și o cantitate informațională de 191 MB. Este filmat experimentul practic pentru lucrarea de laborator “Gradarea dinamometrului” (Figura 2), folosind un stativ, un dinamometru, greutatea cu mase cunoscute și o riglă după necesitate. La fel, este explicat modul de lucru conform fișei lucrării de laborator.

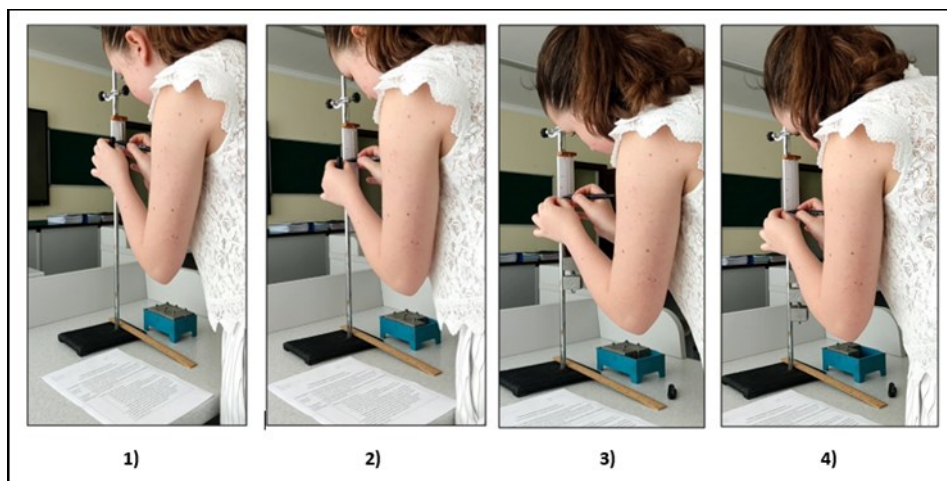


Figura 2. Secvențe din filmulețul „Gradarea dinamometrului”

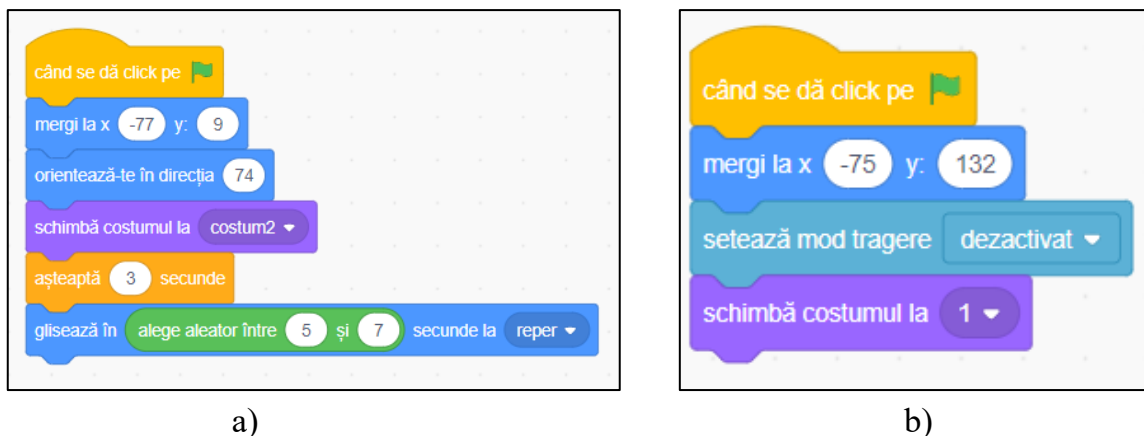
A 3-a lucrare de laborator “Determinarea constantei elastice a resortului”, este realizată experimental și stocată sub formă de filmuleț cu o capacitate informațională de 150 MB și o durată de 160 s. Conține realizarea experimentului practic printr-un limbaj simplificat, folosind un stativ, un resort, o riglă și corpuri cu masele cunoscute.

Filmulețul pentru lucrarea de laborator cu numărul 4 „Determinarea densității unei substanțe necunoscute, aplicând legea lui Arhimede”, are o durată de 81 s și o capacitate informațională de 186 MB. În filmulețul dat este explicat realizarea lucrării de laborator prin experimentul real, folosind materialele necesare (un stativ, dinamometru, greutatea cu mase cunoscute, un vas gradat, un lichid necunoscut) și manevrându-le după funcția lor și necesitatea noastră.

Pentru lucrările de laborator, numărul 5 și 6, “Determinarea forței rezistente, forței active și compararea rezultatelor” și “Determinarea randamentului”, s-au folosit mecanisme simple ca: planul înclinat și pârgă. Alte materiale și instrumente necesare, sunt dinamometrul, greutatea cu mase marcate și rigla. Fiecare experiment practic, este stocat pe Google Drive sub formă de filmuleț. Fiecare filmuleț are o durată de timp de 188 s și 47 s, o capacitate informațională de 221 MB și, respectiv, 86,47 MB.

Pentru a avea posibilitatea și a înțelege mai bine procesul de realizare a fiecărui experiment, s-a realizat experimental virtual. Datorită platformei interactive – Scratch, a

fost posibil de a desena toate materialele și instrumentele necesare fiecărui experiment a lucrărilor de laborator. Prin combinația potrivită a blocurilor, s-a realizat programul ce permite funcționarea instrumentelor, astfel atribuindu-le capacități fizice la nivel virtual. Instrumentele date se pot deplasa după dorința personală, este posibilitatea de a lua măsurările necesare și de a folosi fiecare obiect după modul de lucru din fișa lucrărilor de laborator și necesitatea noastră. Aceste lucrări sunt stocate pe contul personal de Scratch și sunt la libera accesare.



a) **Figura 3. Programul pentru funcționalitatea:**
a) dinamometrul (F_A), b) dinamometrul ($F_R=G$)

Pachetul educațional: fișele lucrărilor de laborator, filmulețele cu experimentele practice și experimentele virtuale pentru clasa a VII-a, pot fi folosite de către profesori și elevi la orele de fizică sau exersarea realizării lucrărilor de laborator, iar de către studenți, la realizarea mai eficientă a practicii pedagogice. Link-urile de accesare a filmulețelor educaționale pot fi accesate din sursele [4-9], iar pentru accesarea experimentelor virtuale, se pot accesa link-urile din sursele [10-15].

În concluzie, resursele educaționale la fizică trebuie să fie accesibile și ușor de înțeles pentru elevi, astfel încât aceștia să poată învăța și să se dezvolte în acest domeniu. Pentru a realiza astfel de resurse educaționale, este important să simplificăm conținutul, să folosim exemple practice și să promovăm activitățile interactive. De asemenea, este important să utilizăm un limbaj clar, simplu și creativ în abordarea subiectului. Prin aplicarea acestor recomandări, putem ajuta elevii să înțeleagă conceptele fizicii și să își dezvolte interesul și pasiunea pentru fizică.

Bibliografie

1. *Fizică : Curriculum național: clasele 6-9: Curriculum disciplinar: Ghid de implementare* / MEEC al Republicii Moldova. Coord.: A. Cutasevici, V. Crudu, V. Păgănu; grupul de lucru: V. Bocancea (coord.) [et al.]. Ch.: Lyceum, 2020. 108 p.
2. MOLDOVANU, I. *Curriculumul școlar: modelul învățării prin proiecte*. Ediția a II-a revizuită și adăugită. Ch.: ARC, 2020.

3. BOTGROS, I.; BOCANCEA, V.; DONICI, V.; CIUVAGA, V.; CONSTANTINOV, N. *Fizică: Manual pentru cl. a VII-a*. MECC. Chișinău: CARTIER, 2020. 144 p.
4. Lucrare de laborator: „Determinarea vitezei medii a unui mobil”. https://drive.google.com/file/d/1mRZe8ygn8bH60-8M1h4HyR2RTqXhsK7E/view?usp=drive_link
5. Lucrare de laborator: „Gradarea dinamometrului”. https://drive.google.com/file/d/1mXdyI5Ls5Pd9e0hKCSsL96BDoZXGiJ9/view?usp=drive_link
6. Lucrare de laborator: „Determinarea constantei elastice a resortului”. https://drive.google.com/file/d/1mbLFCoV6z584X4StYtil4MnjjL7tIhU3/view?usp=drive_link
7. Lucrare de laborator: „Determinarea densității unei substanțe necunoscute, aplicând legea lui Arhimede”. https://drive.google.com/file/d/1mf6zPAtYE5l_f2x-EH_3NWiomYMtY2up/view?usp=drive_link
8. Lucrare de laborator: „Determinarea lucrului forței active, a lucrului forței rezistente, compararea valorilor obținute”. https://drive.google.com/file/d/1mkg6_3DAvfJmTjgm03KKfyjRW8dgKHHH/view?usp=drive_link
9. Lucrare de laborator: „Determinarea randamentului unui mecanism simplu”. https://drive.google.com/file/d/1mnlFZZrAmgaXA64ej4aAVgAIwtC_HKvE/view?usp=drive_link
10. Lucrare de laborator: „Determinarea vitezei medii a unui mobil”. <https://scratch.mit.edu/projects/859838133>
11. Lucrare de laborator: „Gradarea dinamometrului”. <https://scratch.mit.edu/projects/859984532>
12. Lucrare de laborator: „Determinarea constantei elastice a resortului”. <https://scratch.mit.edu/projects/860181271>
13. Lucrare de laborator: „Determinarea densității unei substanțe necunoscute, aplicând legea lui Arhimede”. <https://scratch.mit.edu/projects/860581596>
14. Lucrare de laborator: „Determinarea lucrului forței active, a lucrului forței rezistente, compararea valorilor obținute”. <https://scratch.mit.edu/projects/860633820>
15. Lucrare de laborator: „Determinarea randamentului unui mecanism simplu”. <https://scratch.mit.edu/projects/860671129>

STUDIAREA CIRCUITELOR ELECTRICE LA LECȚIILE DE FIZICĂ**Marina MAKOVETKAIA**, profesoară de fizică

Gimnaziul nr.10 din or.Bălți

Leonid GUTULEAC, dr., conf. univ.<https://orcid.org/0009-0008-2727-3996>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Lucrarea curentă descrie rezultatele obținute în procesul de studiere a circuitelor electrice la lecțiile de fizică. Compartimentul fizicii legat de electrotehnică are o importanță practică deosebită datorită folosirii pe larg a energiei electrice. Circuitele pot fi cercetate prin rezolvarea problemelor de calcul a lor și prin efectuarea unor măsurări în cadrul lucrărilor de laborator. La cercetare se pot folosi diferite metode. Procesele de rezolvare a problemelor și de cercetare experimentală au ca scop de a aprofunda cunoștințele teoretice și de a pregăti elevii pentru diverse activități practice.

Cuvinte cheie: fenomene electrice, circuit electric, curent electric, intensitatea curentului, circuite ramificate.

Abstract. The current paper describes the results obtained in the process of studying electric circuits in physics lessons. The branch of physics related to electrotechnics is of particular practical importance due to the widespread use of electricity. Circuits can be researched by solving their calculation problems and by making measurements in laboratory work. Different methods can be used in research. The problem-solving and experimental research processes aim to deepen theoretical knowledge and prepare students for various practical activities.

Keywords: electrical phenomena, electric circuit, electric current, current intensity, branched circuits.

Introducere

Energia electrică este utilizată pe scară largă în viața umană [1, p. 12]. Cunoașterea circuitelor electrice a devenit o necesitate în viața de zi cu zi. Materialul referitor la circuitele electrice se studiază în compartimentul Electricitate și Magnetism din cadrul fizicii. Fizica este o știință, care studiază legile fundamentale ale lumii și folosește diferite metode de cercetare. Ea examinează o diversitate de fenomene printre care se numără și cele electromagnetice. Ca obiect de cercetare profundă pentru lucrarea dată a fost ales studiul circuitelor electrice, particularităților și caracteristicilor acestora, metodelor de calcul și analizei lor.

Interacțiunile, care se produc între particulele cu sarcină electrică sunt explicate în cadrul electromagnetismului. Interacțiunea electromagnetică domină la interacțiunile dintre atomi și molecule dintre cele cunoscute în prezent [2, p. 7]. Două clase de fenomene diferite, electricitatea și magnetismul sunt organic legate între ele și formează o combinație a acestor clase de fenomene. De fapt, forțele electrice care apar între două particule electrizate, provoacă atracția particulelor cu sarcini de semne opuse și respingerea particulelor cu sarcini de același semn. Iar magnetismul prezintă o interacțiune, care apare exclusiv între particulele încărcate aflate în mișcare [3, pp. 31 – 32]. Combinarea acestor fenomene creează câmpuri electromagnetice în preajma particulelor încărcate.

Multe fenomene chimice și fizice observate în jurul nostru sunt determinate de interacțiunea electromagnetică. Integritatea atomilor este asigurată de atracția electrostatică dintre nucleele atomice și electronii lor. Diferiți atomi datorită forțelor electrice se combină în molecule și chiar macromolecule, cum ar fi proteinele, care formează baza vieții.

Noțiune de câmp electric se folosește pentru a descrie interacțiunea dintre sarcinile electrice. Iar câmpul magnetic este un câmp vectorial, care caracterizează spațiul din apropierea unui magnet, electromagnet sau a unei sarcini electrice care se află în mișcare.

Un compartiment aparte este destinat pentru a studia curenții electrici. Un curent electric reprezintă o mișcare ordonată a particulelor libere electrizate într-un mediu conductor. Pentru apariția și existența unui curent electric este necesară prezența purtătorilor liberi de curent și prezența unui câmp electric, a cărui energie se va consuma la mișcarea ordonată a particulelor. Într-un mediu conductor sub acțiunea unui câmp electric sarcinile electrice libere se vor direcționa: cele pozitive - în sensul câmpului, cele negative - împotriva câmpului, adică se generează un curent electric, numit curent de conducție.

Curenții electrici circulă în anumite circuite electrice. Circuitul electric reprezintă o totalitate de dispozitive și elemente interconectate prin fire electrice și destinate generării, transportării și convertirii energiei electrice. Toate dispozitivele și elemente folosite în circuite pentru utilizarea energiei electrice sunt împărțite în dispozitive (elemente) de curent continuu și dispozitive (elemente) de curent alternativ.

Pentru a descrie cantitativ curentul dintr-o ramură a unui circuit se folosește noțiunea de intensitate a curentului electric - o mărime fizică scalară care reprezintă sarcina electrică care trece prin secțiunea transversală a conductorului într-o unitate de timp. Dacă intensitatea curentului nu se modifică la trecerea timpului, atunci el se numește curent continuu. Legile curentului continuu au fost descoperite experimental de Ohm. Efectul termic al unui curent este descris de legea lui Joule-Lenz. Pentru stabilirea curenților în ramurile unui circuit ramificat se aplică regulile lui Kirchhoff.

Circuitele electrice pot fi studiate la lecțiile de fizică. În prima fază ar fi de dorit să se rezolve probleme de calcul pentru diferite circuite electrice. Iar apoi se pot iniția cercetări experimentale a circuitelor în laborator. Ambele faze au ca scop de a întări materialul teoretic și de a dezvolta deprinderi de cercetare în laborator.

Metode și materiale aplicate

În activitatea de învățare a fizicii se folosesc diferite metode de cercetare, de aplicate în practică a teoriilor. Interes aplicativ în cadrul lucrării date au prezentat circuite de curent electric continuu. În ultimele decenii s-a revenit la folosirea curentului electric continuu nu numai în cadrul procesului didactic, dar și la un nivel industrial. Liniile de curent electric continuu se folosesc pentru transportarea energiei electrice pe distanțe mari.

În funcție de sarcinile stabilite, sunt formate circuite electrice de complexitate diferită. Cele mai simple și mai des folosite conexiuni ale conductoarelor sunt cele în serie și în paralel.

Scopurile care trebuie atinse la calculul circuitelor electrice sunt diverse. Cel mai des se cere de a determina tensiunile și intensitățile curenților în elementele circuitelor cu parametri stabiliți. Atunci când se calculează circuitele electrice, trebuie să se cunoască nu numai valorile tensiunii electromotoare, curenții și tensiunile, dar și semnele sau sensurile acestora.

Circuitele complexe pot să conțină mai multe surse curent incluse în diferite ramuri. La calcularea circuitelor complexe se folosesc diverse metode: a regulilor lui Kirchhoff, a curenților, a conturilor, a suprapunerii, a generatorului echivalent, a tensiunii inter-nodale și potențialelor nodale, a legii Biot-Savart-Laplace. În lucrarea dată au fost analizate aceste metode.

În metoda regulilor lui Kirchhoff se aleg sensurile curenților în ramuri; se aplică prima regulă la noduri, și cea de-a doua la contururi; din ecuațiile obținute se formează un sistem, care se rezolvă. Metoda suprapunerii se aplică în cazul cu mai multe surse; se rezolvă circuitul pe rând pentru fiecare sursă aparte, celelalte fiind excluse; curenții obținuți pentru o ramură în fiecare caz se adună algebric și se obține curentul din ramura dată. Metoda curenților de contur permite simplificarea calculelor datorită micșorării numărului de ecuații; se consideră că în fiecare circuit de contur independent circulă un curent propriu, că curentul ramurii exterioare va fi egal cu cel de contur, iar curentul ramurii adiacente, comun pentru două contururi, este o sumă algebrică a curenților de contur. Metoda potențialelor nodale permite efectuarea calculelor sistemelor care au zeci de elemente sau conțin multe contururi interconectate; metoda se bazează pe regulile lui Kirchhoff, însă permite reducerea numărului de ecuații.

Se poate afirma, că conexiunea mixtă a elementelor într-un circuit electric este importantă pentru distribuirea corectă a curentului, tensiunii și rezistenței, asigurând o funcționare corectă și eficientă a circuitului. Aceasta oferă, de asemenea, și o flexibilitate în designul circuitelor pentru a se conforma cerințelor specifice ale aplicației.

Cunoașterea circuitelor electrice a devenit o necesitate în viața modernă. Practicumul de laborator din cursul de fizică facilitează foarte mult atingerea acestui obiectiv. Lucrul în laborator permite studierea în profunzime și cunoașterea bună a circuitelor, estimarea principiilor de funcționare și principalelor proprietăți, și este o completare necesară la partea teoretică a disciplinei. Metodologia de studiere a circuitelor electrice prevede studierea atât a aspectelor teoretice, cât și sistematizarea informațiilor despre proprietățile circuitelor, realizând astfel principiul învățării de la particular la general.

Înainte de a trece la lucrul din laborator se recomandă de a rezolva probleme. În fizică se aplică o diversitate de metode de rezolvare [4, pp. 17 – 25]. Profesorul trebuie să știe a selecta problemele pentru a atinge scopul propus și a obține rezultate înalte în activitatea sa didactică [5, p. 6]. Problemele pot fi rezolvate atât analitic, cât și experimental. Metodele analitice presupun rezolvarea unor probleme care, în cazul general, se rezolvă cu ajutorul concluziilor logice, operațiilor matematice și experimentului bazat pe legile fizicii [6, pp. 14 – 16]. Problemele cu circuitele electrice sunt extrem de importante din mai multe motive. Ele au o importanță semnificativă în ceea ce privește siguranța, funcționarea eficientă a sistemelor,

economisirea energiei, diagnosticarea și rezolvarea defecțiunilor și dezvoltarea tehnologică. Înțelegerea acestor probleme și capacitatea de a le rezolva corect sunt esențiale pentru asigurarea unui mediu sigur și pentru progresul în domeniul electric și electronic.

Rezultate obținute

În lucrare dată sunt prezentate rezultatele activității în laborator. Fizica în clasa a VIII-a cuprinde ore teoretice susținute de experimente demonstrative și lucrări de laborator cu instrucțiuni pentru implementarea acestora. Lucrările se modernizează continuu în scopul realizării conexiunii mai eficiente între teorie și practică și a creșterii interesului față de fizică.

Fișa de lucru a elevului a inclus:

- scopul și obiectivele lucrării;
- aparatele și materialele necesare realizării obiectivelor înaintate;
- considerații teoretice (după necesitate);
- întrebări de control (determinarea gradului de pregătire pentru realizarea activității practice sau compararea rezultatelor obținute cu cele deja cunoscute);
- succesiunea acțiunilor necesare efectuării a unui experiment;
- linkul laboratorului virtual (după necesitate, pentru determinarea funcționalității schemei);
- concluzii formulate în baza activității.

La efectuarea lucrărilor este strict necesară respectarea tehnicii securității.

Se poate menționa, că laboratorul virtual a devenit un suport ce servește ca un model al rezultatului așteptat fără erori, ceea ce pune în vigoare căutarea explicațiilor privind rezultatele obținute în realitate. Avantajul incontestabil al laboratorului virtual este vizibilitatea descrierilor teoretice ale fenomenelor (sub formă de animații, grafice etc.), care completează semnificativ rezolvările abstracte ale problemelor și permite înțelegerea și asimilarea mai bună a subiectelor cursurilor de fizică. S-a observat că elevii realizează lucrările de laborator mai eficient în cazul utilizării aplicațiilor laboratorului virtual de fizică, construind independent diferite modele ale experimentelor fizice, facilitând înțelegerea acțiunilor necesare pentru realizarea lucrării propuse.

În clasa a VIII-a în cadrul compartimentului *Fenomene electromagnetice. Electrocinetica* sunt propuse două lucrări de laborator:

- „Determinarea rezistenței electrice”;
- „Determinarea puterii unui bec electric”.

Viziunea didactică a procesului de predare-învățare-evaluare a fiecărui profesor este diferită. Aceste lucrări de laborator au fost modificate prin adăugarea rezultatelor investigațiilor suplimentare. Scopul modificării lucrărilor de laborator a fost multiplu:

- 1) dezvoltarea competenței de a înainta ipoteze;

- 2) dezvoltarea abilităților în efectuarea măsurătorilor fizice; formarea capacității de a compara rezultatele obținute;
- 3) formarea capacității de a analiza rezultatele obținute; formularea concluziilor pe baza datelor obținute;
- 4) formarea abilităților de a justifica prin confirmarea sau infirmarea ipotezei înaintate.

În lucrarea de laborator „Determinarea rezistenței electrice” a fost propusă spre cercetare determinarea rezistenței electrice a firelor de conectare din materiale diferite (cupru, crom-nichel, aluminiu) cu aceeași secțiune și lungime și determinarea dependenței rezistenței de natura conductorului. Lucrarea „Determinarea puterii unui bec electric” la fel a fost modificată prin adăugarea sarcinii de determinare a lucrului curentului electric din bec.

O lucrare de laborator poate fi realizată cu succes numai cu o înțelegere suficientă a esenței fenomenelor studiate. Prin urmare, pregătirea pentru o lucrare de laborator este una dintre cele mai importante etape. În baza rezultatelor realizării lucrărilor de laborator profesorul are posibilitatea de a monitoriza nivelul implementării cunoștințelor teoretice în practică.

Predarea fizicii presupune utilizarea experimentului atât cu scopul „de a investiga științific” cât și cu scopul „de a învăța”. Ca metoda de explorare a realității, experimentul este o bază a fiecărei lucrări de laborator. Cea mai eficientă învățare este învățarea prin descoperire. Lucrările de laborator și experimente demonstrative realizate în cadrul orelor provoacă interes aplicativ la elevi. În afara temelor proiectelor STEM/ STEAM înaintate de curriculum profesorul obține și alte proiecte realizate în baza teoriei studiate.

Sarcina principală a educației moderne este satisfacerea nevoilor societății și formarea potențialului uman. Fizica, în special compartimentul abordat în această lucrare, devine pilonul acestei sarcini. Monitorizarea permanentă a procesului de asimilare a cunoștințelor ne permite să corespundem acestei cerințe.

Bibliografie

1. DUMITRIU, L. *Bazele electrotehnicii*. București, 2008. 282 p.
2. DETLAF, A.A., IAVOSKI, V.M. *Curs de fizică*. Chișinău, 1991. 516 p.
3. NICULA, Al. și al. *Electricitate și magnetism*. București, 1982. 402 p.
4. КАМЕНЕЦКИЙ, С.Е., ОРЕХОВ, В.П. *Методика решения задач по физике в средней школе*. Москва: «Просвещение», 1971. 448 с.
5. КУЗНЕЦОВ, С.И. *Курс физики с примерами решения задач. Ч.2. Электричество и магнетизм. Колебания и волны*. С.-Пб.: Лань, 2015. 416 с.
6. КАЛАШНИКОВ, Н.П. *Общая физика. Сборник заданий и руководство к решению задач*. Санкт-Петербург: Лань-Пресс, 2020. 524 с.

IMPLEMENTAREA INTER/TRANDISCIPLINARITĂȚII LA FIZICĂ PRIN INTERMEDIUL LUCRĂRILOR PRACTICE

Andrei PETRUȘCA, profesor de fizică

<https://orcid.org/0009-0008-8748-9254>

Elena PETRUȘCA, profesor de fizică

<https://orcid.org/0009-0004-6360-5258>

IPLT „Principesa Natalia Dadiani”

Rezumat: In acest articol este descrisă implementarea inter/transdisciplinarității prin intermediul lucrărilor practice sau cercuri de fizică.

Cuvinte cheie: fizică, lucrare practică, interdisciplinaritate.

Abstract: In this article implementation of inter/transdisciplinary is described through practical work and physics circles.

Keywords: physics, practical work, interdisciplinarity.

Utilizarea proiectelor în procesul de instruire este utilă dar nu completează toate necesitățile, care apar în instituțiile de învățământ din RM, atât la fizică cât și la alte discipline. La predarea fizicii, profesorii des indică lipsa echipamentelor/aparaturii atât în cadrul lecțiilor cât și la efectuarea lucrărilor de laborator și practice. Luând în considerație că activăm în era implimentării instruirii compiuterizate, este necesar, ca să aprofundăm cunoștințele elevilor în aplicarea materialelor semiconductoare în radiotehnică, electronică, automatică, etc.

În acest articol, noi propunem un șir de lucrări practice pentru elevi la tema studiată la fizică: „Curentul electric în semiconductoare. Dispozitive semiconductoare”. Aceste lucrări sunt utile la studiul informaticii (la studiul circuitelor integrate logice “ȘI”, “NU”, “SAU”, “ȘI-NU”, etc) și acelor elevi, care vor să îmbrățișeze profesia de inginer în domeniile electronicii, automaticii, tehnicii digitale, etc. Pe parcursul anilor, elevi, care studiind la informatică circuitele logice, se adresau la noi cu întrebarea: „din ce este constituit un circuit logic și cum funcționează acest circuit?”, adică, elevii aveau dorința să cunoască schema circuitului electric și cum funcționează acest circuit logic. Aceasta, a fost cauza de a introduce noi lucrări practice (care se deosebesc mult de cele ce le afectuăm conform curriculumului național) în care, elevii studiază schema electrică a unui circuit logic și cum ea funcționează. Schema circuitului electric și piesele sunt indicate în fig.1. {Lucrarea practică №1}); cum putem să efectuăm multivibratorul din fig. 1. cu un singur circuit integrat de tipul K155JA3 (fig. 2. {Lucrarea practică №2}).

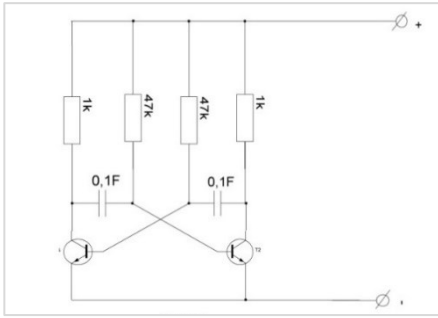


Figura 1

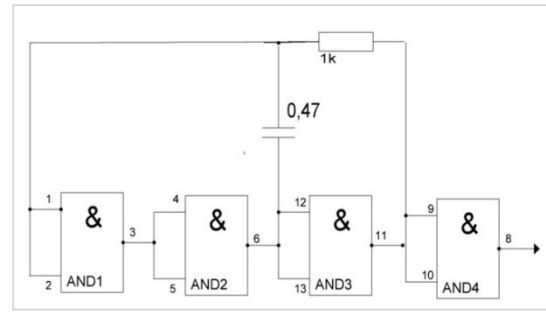


Figura 2

Lucrarea practică №3 cu tema: „Studiul circuitelor integrate din seria: K155ЛA1, K155ЛA2, K155ЛA3, K155ЛA3, K155ЛA4” are un caracter mai mult pentru pregătirea unui inginer la specialitatea de tehnică digitală sau a unui viitor muncitor calificat din acelaș domeniu. Ceea ce acum noi prezentăm în acest articol cere de la elevi să cunoască utilizarea corectă a unui șir de aparataj de măsură, ca exemplu: oscilograf, generatoare de joasă și înaltă frecvență semnal electric sinusoidal, generator cu semnale electrice dreptunghiulare, blocuri de alimentare cu tensiune stabilizată, multimetrul digital/analogic, ș.a.

Oscilograful este aparatul de măsură principal la efectuarea acestor lucrări. Elevul trebuie să cunoască: construcția oscilografului și destinația fiecărui bloc, principiul de funcționare a oscilografului, conectarea oscilografului în circuitele electrice pentru efectuarea corectă a măsurărilor. Cu ajutorul oscilografului elevul este în stare să observe și să măsoare: perioada (frecvența) semnalului electric, amplitudinea semnalului electric sinusoidal, forma semnalului electric, durata semnalului electric de formă dreptunghiulară, timpul de creștere a pantei (frontul) a semnalului dreptunghiular, timpul de descreștere a pantei semnalului electric dreptunghiular, adică orice semnal electric. Elevul posedând aceste cunoștințe poate studia circuitele logice și alte circuite electrice din cele mai diferite domenii ale electronicii, automaticii, etc. Efectuând lucrarea practică №1, elevii studiază construcția și principiul de funcționare a multivibratorului bibalansat. La aseastă lucrare, elevii au fost frapați de forma semnalelor electrice în bazele (fig. 3.) și colectorele tranzistoarelor T_1 și T_2 (fig. 4.).



Figura 3. Forma semnalului electric

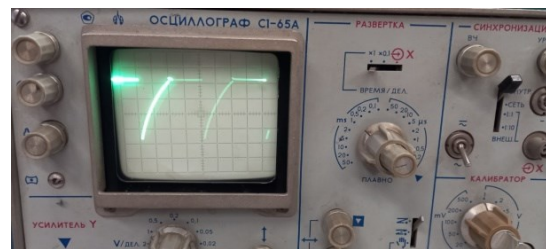


Figura 4. Forma semnalului electric în bazele tranzistorilor T_1 și T_2 în colectorele tranzistorilor T_1 și T_2

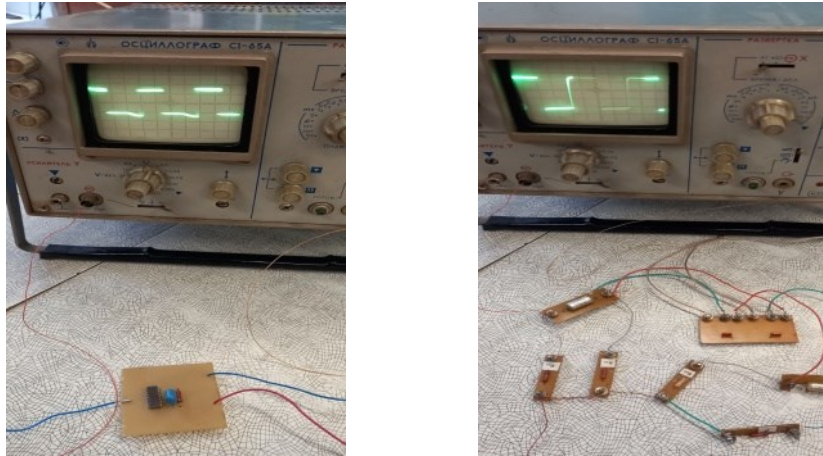


Figura 6. Circuitele electrice în funcție

Pe parcursul acestei lucrări elevii cu ajutorul oscilografului măsoară amplitudinea, durata și perioada semnalului electric dreptunghiular. Utilizând formula $T = 1,4 \cdot C_b \cdot R_b$, elevii folosind valorile numerice ale capacității și rezistenței electrice din circuit, calculează perioada semnalelor electrice dreptunghiulare și le compară cu valorile numerice măsurate cu ajutorul oscilografului.

La această lucrare practică, ne folosim de ocazia de a demonstra elevilor importanța efectuării măsurărilor corecte cu oscilograful electronic, pentru a le demonstra, micșorăm treptat rezistența intrării oscilografului, elevii observă mărirea distorsiunilor semnalului electric pe ecranul oscilografului. Astfel, învățăm pe elevi ca înainte de a măsura să compare rezistența porțiunii de circuit (la care se efectuează măsurarea) cu rezistența intrării oscilografului. În cazul lucrării practice №2 și lucrării practice №3 valoarea rezistenței intrării oscilografului mai puțin contează, însă la studiul mai aprofundat a circuitelor logice este necesar oscilograf cu cel puțin două fascicule (oscilografele de acest tip posedă două intrări).

Efectuând lucrarea practică №2, elevii efectuează aceleași măsurări. Menționăm, că anume la aceste lucrări, elevii pot măsura cu oscilograful **1 logic** (tensiunea cu valoare numerică de circa 2,5 V) și **0 logic** (tensiunea cu valoare numerică de circa 0,6 V). Partea experimentală elevii o efectuează mai lent și deseori cu ieșire din funcție a circuitului logic. Aceasta se întâmplă din lipsa abilităților practice de a lucra cu circuite electrice cu piese de dimensiuni mici ale pieselor și lipsa de o încăpere separată care ar asigura condiții de lucru mult mai bune.

În baza acestor trei lucrări practice noi am indicat ce cunoștințe noi acumulează elevii studiind noi aparate de măsură și utilizarea lor corectă și simultan acumulează la propria dorință un volum mult mai mare de cunoștințe la tema: „Curentul electric în semiconductoare. Dispozitive semiconductoare”.

Menționăm că astfel de lucrări practice se efectuează numai la dorința elevilor, au fost cazuri când elevii au rămas să continue lucrarea după lecții (lipsa de timp).

Concluzii

Profesorii de fizică, care dispun de aparataj, la maxim posibil trebuie să efectueze lucrările practice reale și nu lucrări practice virtuale. În cazul când la astfel de lucrări sunt un număr mic de elevi se poate de petrecut un cerc (după lecții) în care pot fi elevi și din clasele de vârstă mai mică, ulterior acești elevi devin mâna dreaptă a profesorului.

Bibliografie

1. ФИШЕР, Дж.; ГЕТЛАНД, Х. Б. *Электроника от теории к практике*. Москва, 1980.
2. ТРОФИМЕНКО, И. Т.; СИДЛЕЦКАЯ Н. С. *Практикум по радиоэлектронике*. Учебное пособие. Москва, 1997.
3. БОЙТ, К. *Цифровая Электроника*. Москва, 2007.
4. ЯКУБОВСКИЙ, С. В.; НИССЕЛЬСОН, Л. Н.; КУЛЕШОВА, В. И. и др. Под редакции С. В. Якубовского. *Справочник по микросхемах*. Москва, 1989.
5. НИКОНОВ, А. В. *Основные узлы цифровых измерительных устройств*. Учебное пособие. Омск, 2001.
6. КУЗНЕЦОВ, В. А.; ДОЛГОВ, В. А.; КОНЕВСКИХ, В. М. и др. Под редакции В. А. Кузнецова. *Измерение в электронике*. Москва, 1987.
7. ШИЛО, В. Л. *Популярные цифровые микросхемы*". Москва, 1987.

APROFUNDAREA COMPETENȚILOR FIZICO-MATEMATICE PRIN STUDIUL UNOR MODELE TEHNICE

Valeriu PLEȘCA, profesor de fizică, grad didactic superior

<https://orcid.org/0000-0001-8474-4565>

Centrul de Excelență în Transporturi

Rezumat. Pentru o dezvoltare armonioasă a personalității este necesară educația formală, nonformală și informală. Sunt explicate în linii generale deosebirea și asemănările acestor componente ale educației. Educația extrașcolară, fiind o parte a educației nonformale, posedă metode eficiente de completare a educației. În articol, autorul împărtășește impresiile despre activitatea extrașcolară în cadrul cercului „Fizica în tehnică”, urmate de formularea concluziilor.

Cuvinte cheie: Educație nonformală, Extrașcolară, Tehnică, Cerc

Abstract. For a harmonious development of the personality, formal, non-formal and informal education is necessary. The differences and similarities of these components of education are explained in general terms. Extracurricular education, being a part of non-formal education, has effective methods of completing education. In the article, the author shares his impressions about the extracurricular activity within the "Physics in Technology" circle, followed by the formulation of conclusions.

Keywords: Non-formal education, Extracurricular, Technical, Circle.

Introducere

Un sistem de învățământ dezvoltat aduce societății căreia aparține o serie de beneficii, cum ar fi siguranță și un trai mai îndestulat. Știința și educația contribuie la mărirea eficienței muncii, prin crearea și aplicarea unor tehnologii mai avansate, ce permite mărirea producției finale prin micșorarea numărului de participanți. Apare modelul bulgărilor de zăpadă, persoanele eliberate de munca fizică pot să contribuie la dezvoltarea tehnologiei, ce pot mări numărul persoanelor ce se ocupă cu știința.

Dezvoltarea vertiginoasă din ultimul timp a tehnologiei, dar și apariția unor provocări, cum ar fi Covid-19, conflictele armate, migrarea, refugiații sau încălzirea globală, provoacă necesitatea de ajustare a educației după ritmul actual [2].

În prezent piața muncii înaintea față de angajați, în afară de cele profesionale, o serie de cerințe, cum ar fi munca în echipă, adoptarea la noi condiții de muncă și o gândire creativă la schimbările rapide ce au loc [4].

O educație formală nu este suficientă pentru o dezvoltare armonioasă a absolventului. De aceea, în prezent, sistemul de învățământ este compus din educația formală, nonformală și informală, care sunt complementare, așa-numită abordare holistică a educației.

Aceste forme se susțin reciproc, se completează și contribuie la dezvoltarea armonioasă a personalității ființei umane. Totuși, apare impresia că ponderea dezvoltării aparține educației formale și nonformale. Aceste educații se deosebesc prin rigiditate,

evaluarea la educația formală este mai strictă și conținuturile și strategiile sunt mai delimitate. Educația nonformală este mai flexibilă, adoptabilă la nevoile individuale și poate acoperi o arie mai largă a intereselor elevilor. Evaluare este mai lejeră, fără notare, și se insistă pe dezvoltarea unor valori europene.

Educația nonformală poate aduce un foarte mare aport elevilor din familii defavorabile, dar și celor ce necesită o atenție sporită la lichidarea unor lacune sau la perfecționarea unor aptitudini pentru elevii mai dotați. Ea poate completa, corecta și extinde educația formală, și poate reprezenta un factor important de ghidare a elevilor în carieră și a intereselor lor.

Și nu în ultimul rând, în socializarea lor, în crearea încrederii în forțele proprii, apariția intereselor și a motivărilor [3].

Educația extrașcolară reprezintă o formă a activității nonformale, și din punct de vedere teoretic, Curriculum de bază pentru dezvoltarea extrașcolară, domeniul Științe, Tehnică, Tehnologii, se axează pe aceleași prevederi conceptuale, ca și Curriculumul pe discipline din învățământul formal: formarea de competențe, centrat pe cel ce învață, componenta inter și transdisciplinară, mediu favorabil de învățare. Totuși, la învățarea extrașcolară gradul de motivare poate fi mai înalt, deoarece se ține mai mult cont de interesele elevului [1].

Metode și materiale aplicate

Activitatea în cadrul cercului „Fizica în tehnică”, de la Centrul de Creație Tehnică a sectorului Râșcani, Chișinău, a început stângaci. Discipolii ce au acceptat inițial participarea în cadrul cercului, veneau tot mai rar și nu manifestau un interes deosebit. Activitatea în cadrul cercului o percepeam ca o activitate a educației formale, doar cu o mai mare tentă în aplicațiile tehnice. Elevii veneau obosiți după școală și vedeau o lecție asemănătoare cu cea de la școală. Doar deosebirea era că cercul era frecventat și de elevi de vârstă diferită, dar și elevi din diferite școli și cu interese diferite.

Acesta a fost factorul ce a determinat schimbarea în metodele de activitate în cazul cercului. În centrul atenției s-a plasat interesul participanților, ce a schimbat cardinal interesul și motivația elevilor. De la metodele clasice de predare învățare s-a trecut la activitatea individuală și în grup. În cadrul cercului s-a observat manifestarea individualității și interesului fiecărui participant.

De exemplu, la construcția modelului de motor eolian de ridicarea a greutateilor o parte din elevi au manifestat interes construcției motorului, dar alții au dorit să învețe să rezolve probleme de aflare a greutateii.

Un alt exemplu poate servi și lecția unde s-a planificat construcția unui semafor. Unii participanți au înțeles că nu pot aplica legea lui Ohm. La rezolvarea problemelor cu calculul rezistenței s-a depistat că unii nu puteau rezolva ecuații sau afla o necunoscută dintr-o lege.

În așa situații grupul se divizează, unii din ei rezolvă ecuații, alții probleme fizice cu aplicația legii lui Ohm, o parte cercetează unirea în serie a becurilor, alții construiesc semaforul. Nu sunt separați. Cei ce reușesc, împărtășesc opiniile cu alți participanți.

Factorul noutate nu este întotdeauna de util, uneori elevii vin cu lacune de la învățământul formal. O altă explicație, dar mai ales o muncă independentă duc la formarea de competențele necesare. Succesul ulterior la lecții din școală creează încredere în puterile proprii și motivare pentru un studiu avansat.

Un alt exemplu poate servi construcția unui scafandru cartezian, unde unii participanți au observat experimental și au înțeles presiunea hidrostatică și presiunea atmosferică.

În ultimul timp se atestă tot mai multe școli unde se atestă lipsă de profesori de fizică sau de matematică. Prietenii din colectivul clasei îi determină pe mulți să nu părăsească școala, dar au și motivarea să nu rămână cu lacune în viitor. Acești participanți vin la cerc pentru a studia fizica, sau matematica, și atrag mai puțină atenție construcției de aparate.

Activitățile în cadrul cercului sunt frecvent modificate pentru a se acomoda solicitărilor elevilor.

O altă motivare pentru frecventarea cercului reprezintă pauzele, în care sunt frecvente activitățile comune. Pot să remarc că mulți elevi frecventează cercul mai mulți ani și între ei există o prietenie, ce depășesc limitele cercului.

Rezultate obținute



Figura 1. Studiul construcției unei rachete



Figura 2. Lucru în echipă



Figura 3. Interacționarea în pauză

Concluzii

1. Educația extrașcolară modifică și completează cunoștințele dobândite în cadrul școlarizării tradiționale.
2. Educația extrașcolară poate reprezenta un ajutor pentru cei cu cerințe educaționale speciale pentru a se integra mai ușor în sistemul de învățământ.
3. Educația extrașcolară permite lărgirea orizontului de cunoștințe și găsire unor noi interese.
4. Educația extrașcolară este mai flexibilă și ține mai mult cont de preferință elevului ca cea tradițională.
5. Educația extrașcolară creează premise pentru dezvoltarea unei personalități multilateral dezvoltate.
6. Educația extrașcolară permite mai ușor manifestarea celor mai timizi.

Bibliografie

1. Curriculum de bază pentru domeniul Știință, Tehnică, Tehnologii. Educația și învățământul extrașcolar/ Vladimir Guțu, Viorel Bocancea, Victor Ciuvaga, Elena Sochircă; coord. general: Valentin Crudu; coord.: Vladimir Guțu; Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Chișinău: 2021.
2. Cadrul de referință al educației și învățământului extrașcolar din Republica Moldova/ Nicolae Bragarenco, Alina Burduh, Marina Cosumov [et al.]; coordonatori generali: Natalia Grîu, Valentin Crudu; coordonator științific: Vladimir Guțu; Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. Chișinău: S.n., 2020.
3. BLÂNDUL, V. C. Fundamente psihopedagogice ale educației adulților în contextul învățământului non-formal. În: Studia Universitatis Moldaviae. 2021, nr.5(145). <http://doi.org/10.5281/zenodo.4883208>
4. Modele de reconfigurare a procesului de învățare. Aria curriculară matematică și științe .Ghid metodologic. Chișinău, Institutul de Științe Ale Educației, 2022.

MATERIALE INTELIGENTE PE BAZĂ DE SEMICONDUCTORI**Igor POSTOLACHI**, dr., conf. univ., UPSC<https://orcid.org/0000-0002-1752-5386>**Leonid GUȚULEAC**, dr., conf. univ., UPSC<https://orcid.org/0009-0008-2727-3996>

Rezumat. În lucrare este descrisă perspectiva utilizării semiconductorilor de tipul *GaSb* și *GaSb* dopat cu *Fe* în calitate de element fotosensibil pentru detectoarele infraroșii de radiație în domeniul 1-2,5 μm . Filmele fotosensibile de *p-GaSb* și *p-GaSb(Fe)* au fost obținute prin metoda descărcărilor electrice de plasmă și prin metoda ablației laser.

Cuvinte cheie: detectoare de radiație infraroșie, antimoniu de galiu, ablație laser.

Abstract. The paper describes the prospect of using GaSb and GaSb semiconductors doped with Fe as a photosensitive element for infrared radiation detectors in the range of 1-2.5 μm . The photosensitive films of *p-GaSb* and *p-GaSb (Fe)* were obtained by the plasma electric discharge method and the laser ablation method.

Keywords: infrared radiation detectors, gallium antimony, laser ablation.

Introducere

Conceptul de material inteligent derivă de la formele inteligente ale sistemelor (materialelor) naturale, adică organismele vii. Ca urmare, materialele inteligente sunt concepute ca materiale care îndeplinesc funcțiile naturale de detecție ("sensing"), comanda ("actuation"), control și inteligență. Detectoarele de radiație electromagnetică infraroșie sunt proiectate pentru a înregistra radiația infraroșie (radiație cu o lungime de undă mai mare decât cea a luminii vizibile). Originile acestor detectori se află în secolul al XIX-lea, deși dezvoltarea și diversitatea lor au explodat în secolul al XX-lea. William Herschel a folosit un termometru pentru a detecta căldură radiantă. Macedonio Melloni a inventat termo-crom pentru a afișa diferențe spațiale în iradiere, cum ar fi modele de culoare pe suprafețe sensibile la temperatură. În 1882, William Abney a constatat că pelicula fotografică este foto-sensibilă la lungimi de undă mai mari decât lungimea de undă a luminii roșie.

Majoritatea detectorilor infraroșii convertesc radiațiile infraroșii într-un semnal electric prin diverse efecte fizice. Thomas J. Seebeck în 1821a descris un nou efect termoelectric, și apoi a demonstrat primul termocuplu, compus din de două metale sudate. În 1829, Leopoldo Nobili a construit primul termocuplu prin conectarea termocupurilor la o serie, iar în scurt timp a fost adaptat de Melloni pentru a măsura căldura radiantă, pentru a detecta radiațiile infraroșii și pentru a nu schimba temperatura. În 1880, Samuel P. Langley a anunțat despre un nou detector de căldură - un bolometru, un dispozitiv care funcționează pe baza variației rezistenței electrice la încălzire și poate fi utilizat pentru

detectarea surselor slabe de căldură radiantă. Astfel de detectori au fost rapid adoptați de fizicieni pentru a studia radiațiile optice.

La începutul secolului XX se dezvoltă intens metodele spectroscopice de cercetare. Metodele de studiere a regiunii infraroșii a spectrului, în cea mai mare parte, s-au dezvoltat ca un analog al metodelor din diapazonul vizibil, bazându-se implicit pe detectoarele electrice. În secolul al XX-lea începe dezvoltarea intensă a detectoarelor cuantice în diapazonul infraroșu. Detectorii cuantici s-au dovedit a fi mult mai sensibili decât detectoarele de căldură în regiunea spectrului infraroșu. La fel ca și detectori de căldură, detectorii cuantici se bazează pe o serie de principii. Detectorii cuantici reprezintă un semiconductor cu lățimea energetică a benzii interzise egașă cu energia fotonilor din diapazonul infraroșu, de exp.: cum ar fi seleniu și compuși ai semiconductorilor, sulfură de plumb sau selenidul de plumb). În plus, detectoarele cuantice pot genera curent electric direct în rezultatul iluminării în infraroșu. Exemple de astfel de detectoare fotoelectrice includ compușii semiconductori cum ar fi antimoniul de indiu sau arseniul de galiu.

Cercetările proprietăților fizice ale detectoarelor infraroșii au atras în curând sponsori militari. Interesele militare se concentrează în primul rând pe generarea și detectarea radiațiilor invizibile pentru semnalizare. În timpul primului război mondial, B. Theodore a descoperit că sulfura de natriu (Na_2S) și sulfura de taliu (Tl_2S) posedă fotoconductivitate. Armata americană a adaptat acești detectori fiabili pentru a fi utilizați ca senzori pentru semnalizarea în diapazonul infraroșu. Instalația era constituită dintr-un reflector ca sursă de radiație, care le va deschide alternativ pentru a trimite mesaje (prin analogie, semnale de fum sau la începutul telegrafului optic) și detectorul focalizat pe oglinda receptoare. Cu acest sistem, mesajele au fost trimise cu succes pentru mai multe mile. În anii 1930, în timpul celui de-al doilea război mondial, cercetările britanice vizau detectarea aeronavelor care utilizează radiații infraroșii, ca alternativă la radar, programe de dezvoltare pe scară largă în Germania și America au dat naștere unor dezvoltări în infraroșu bazate pe prototipuri și dispozitive de producție limitate. Edgar Kucher a dezvoltat detectorul fotoconductiv sulfurat (PbS) în Germania în 1932. Aceasta a devenit baza unui program militar major în următorul deceniu, un studiu al fundamentelor fizicii și materialelor detectorului, precum și metodele de producere și utilizare a detecției în infraroșu. Armata germană a reușit să desfășoare doar o producție limitată de senzori și dispozitive infraroșii în timpul celui de-al doilea război mondial, de exemplu, utilizând radiația reflectată de o țintă. În Statele Unite, dezvoltarea reușită în timpul celui de-al doilea război mondial a inclus bombe infraroșii auto-ghidate, care au fost folosite ca senzor bolometric, iar fosforii de căldură pentru vizibilitatea nocturnă utilizați pentru a detecta ținte radiații infraroșii. În anii de după cel de-al doilea război mondial, tehnologia detectoarelor germane sa răspândit rapid printre firmele britanice și americane. Unele dintre aceste informații au fost recunoscute ca având un potențial militar semnificativ și, prin urmare, sunt clasificate.

Detectoarele cu infraroșu sunt de mare interes pentru căutarea de jetoane noi și de rachete. Utilizarea militară potențială a contribuit la un studiu intensiv de sensibilitate postbelică a detectorilor infraroșii. Deși, în mare parte, un produs al finanțării militare, aceste detectoare au devenit treptat disponibile și pentru cadrele academice care utilizau tehnica spectroscopică.

Pentru înregistrarea radiațiilor se utilizează semiconductori, în care regiunea cu conductivitate electronică a joncțiunii ocupă o parte din volumului detectorului IR. Lateral se aplică 2 electrozii pe suprafața semiconductorului, la care se conectează sursa de alimentare. Pentru regiunea cu conductivitate determinată de goluri se aplică o tensiune negativă și potențial pozitiv la regiunea de tip n. aceste două regiuni sunt conectate la rezistența de sarcină R (fig.1).

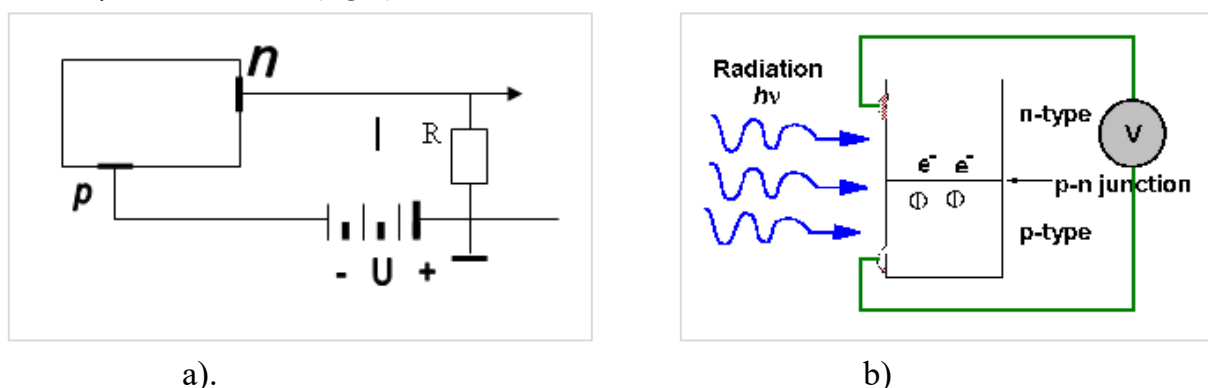


Figura1. Schema principală a detectorului de radiație infraroșie (a) și a detectorului de radiație infraroșie pe bază de semiconductori cu joncțiune p-n (b)

Cu această includere în circuitul electric prin detectorul curge doar curent de întuneric (I_0). Curentul de întuneric depinde de valoarea lățimii benzii interzise (E_g) și de temperatură. Cu cât este mai mică lățimea benzii interzise cu atât mai puternic crește curentul I_0 la mărirea temperaturii T. De exemplu: pentru Ge ($E_g=1,12\text{eV}$); pentru Si ($E_g=0,67\text{eV}$); pentru GaSb ($0,81\text{eV}$). La temperatura camerei curentul la întuneric pentru Si și pentru GaSb este cu mult mai mare în comparație cu curentul prin detectoarele de Ge.

Fotonul de radiație IR, care intră în detectorul semiconductor, excită în mod predominant atomi semiconductorului. Conform teoriei de benzi energetice, în procesul de ionizare, un electron este transferat din banda de valență (zona complet umplută cu electroni) în banda de conducție, rezultând astfel formarea unei perechi de electron-gol. Apariția sarcinilor electrice în exces va mări curentul electric.

Detectoarele pe bază de semiconductori s-au stabilit de mult timp ca elemente de înregistrare a radiației electromagnetice, care ne permit să creăm subsisteme de coordonate și calorimetrice ale instalațiilor de cercetare, care posedă o sensibilitate ridicată, viteză mare de înregistrare, o rezoluție spațială și energetică ridicată. În ultimul timp o atenție deosebită, se atrage la rezistența detectoarelor pe bază de semiconductori la radiații

radioactive, ceea ce se datorează atât timpului lung de funcționare a instalațiilor militare de detectare, în special cele care funcționează în spațiul cosmic.

Pentru ultimii 50 de ani liderul în detectoarele pentru regiunea infraroșie a spectrului a fost compusul semiconductor $Hg_{1-x}Cd_xTe$. Cercetările în domeniu au demonstrat că aceste materiale nu sunt stabile la radiații cosmice. Cercetările în domeniu au atătat că un material de alternativă ar fi GaSb, AlSb, GaAs, InAs.

Antimonidului de galiu format la combinația chimică $A^{III}B^V$ posedă proprietăți de semiconductor ($E_g=0,7eV$) și se folosește la confecționarea diferitor dispozitive optoelectronice. Interesul științific și aplicativ față de antimoniul galiu ($E_g = 0,7eV$) este determinat de următoarele: este singurul material din familia mare de semiconductori $A^{III}B^V$ în structura benzilor energetice; lărgimea benzii energetice interzise este aproximativ egală cu valoarea energiei de spin-orbitale; constanta rețelei cristaline este corelativă (în cadrul legii Vegard) cu perioadele de rețea cristalină ale unui număr mare de aliaje ale combinațiilor $A^{III}B^V$. Acest material poate fi utilizat ca substrat în diverse tehnologii de structuri microelectronice; poate fi prezentată cu succes în procesele tehnologice ca material pasiv și activ în cadrul heterostructurilor; pe baza acestor heterostructuri pot fi proiectate sisteme optoelectronice pentru diapazonul spectral ($0,8 \div 4,1\mu m$) [1-6].

Noi am dezvoltat tehnologia de obținere a filmelor subțiri de GaSb dopat cu Te, Fe și Mn prin metoda descărcărilor electrice de plasmă și prin metoda ablație laser. Probele de GaSb dopate cu telur aveau tipul n- de conductivitate. Concentrația electronilor în probele obținute variază în diapazonul ($2,5 \cdot 10^{17} - 1,2 \cdot 10^{18}$) cm^{-3} . Fotoluminescența a fost excitată cu ajutorul radiației laser cu lungimile de undă $0,63\mu m$ și $1,15\mu m$.

Prin metoda descărcărilor electrice au fost obținute filme subțiri de GaSb dopate cu Fe la diferite concentrații (Tabelul 1.)

1. $GaSb\langle Fe \rangle$, 0,000 % Fe, $N_A - N_D = 2,0 \cdot 10^{17} cm^{-3}$
2. $GaSb\langle Fe \rangle$, 0,010 % Fe, $N_A - N_D = 2,8 \cdot 10^{17} cm^{-3}$
3. $GaSb\langle Fe \rangle$, 1,000 % Fe, $N_A - N_D = 1,8 \cdot 10^{18} cm^{-3}$

În figura 2. sunt prezentate spectrele de fotoluminescență pentru $GaSb\langle Fe \rangle$. Din figura 2. se vede că prezența atomilor de fier modifică esențial structura spectrelor, apare o linie (A_{Fe}), care devine dominant la concentrații mai mari de 1%.

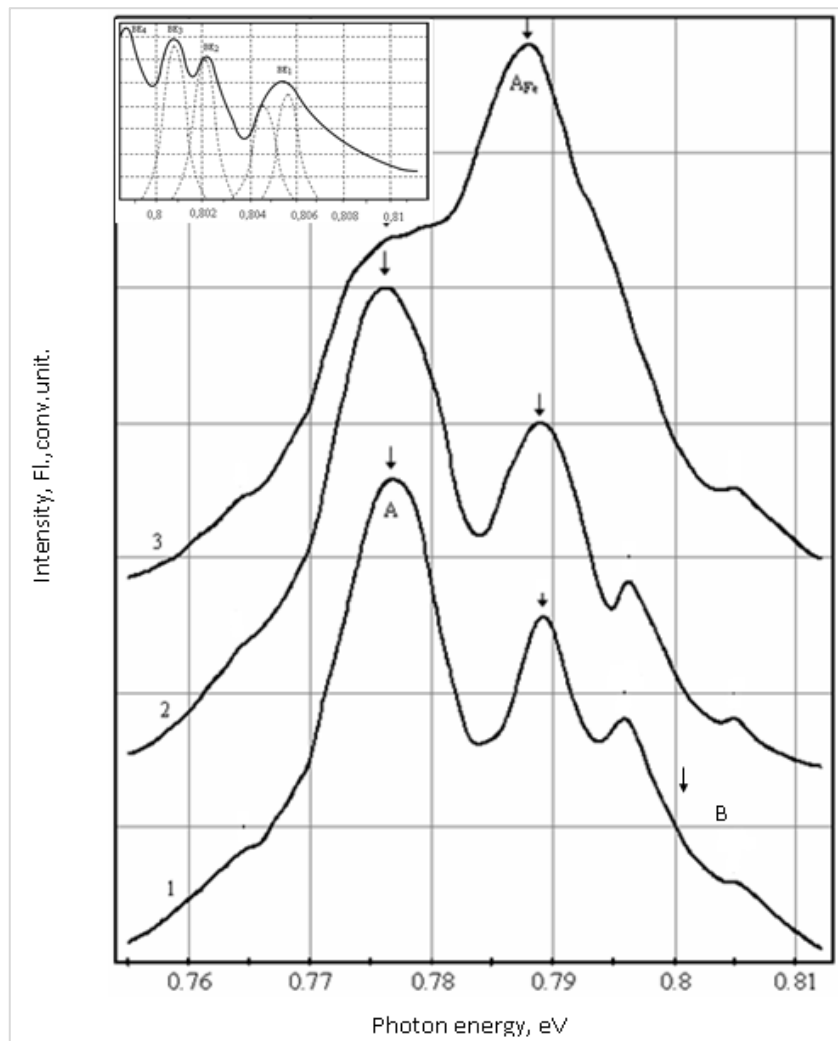


Figura 2. Spectrele de iradiere ale antimonidului de galiu dopat cu Fe în diferite concentrații la temperatura 2K

Bibliografie

1. ANDREEV, V.M.; KARLINA, C.V.; KAZANTSEV, A.B.; KHVOSTIKOV, V.P.; RUMYANTSEV, V.D.; SOROKINA, S.V.; SHVARTS M.Z. In: *Proc. IEEE 1st World Conf. on Photovoltaic Energy Conversion*. Hawaii, 1994. p. 1721.
2. DUTTA, P.S.; BHAT, H.L.; KUMAR, V. In: *J. Appl. Phys.*, 1997. 81, 5821.
3. STOLLWERK, G.; SULIMA, O.V.; BETT, A.W. *IEEE Trans. Electron. Dev.*, 47 2000.
4. WANG, C.A.; SHIAU, D.A.; LIN, A.; CRYST, J. *Growth*, 2004. 261, 385.
5. KHVOSTIKOV, V.P.; RASTEGAEVA, M.G.; KHVOSTIKOVA, et al., 2006, 40, p. 1275-1279.
6. GHEORGHITĂ, E.; GUȚULEAC, L.; MELINTE, V.; ZLOTEA, O.; POSTOLACHI, I. Scattering mechanisms of charge carriers in gallium antimonide doped with iron. In: *Moldavian Journal of the Physical Sciences*. 2008, nr. 3(7), pp. 375-381. ISSN 1810-648X.)

INFINITUL - DE LA PARMENIDE LA PARIUL LUI PASCAL**Ana SÎRBU**, cercetător științific<https://orcid.org/0009-0007-5977-4296>

Universitatea „Al. Ioan Cuza”, Iași

Abstract. În prezenta lucrare se examinează o analiză cu aspect cuprinzător al celui mai mare subiect posibil în realitatea multidimensională – infinitul – reflectând o studiere a conceptului pentru care mulți și-au pierdut libertatea sau chiar viața. Vom aborda acest fenomen prin prisma filosofilor, matematicienilor, fizicienilor, teologilor, cosmologilor, încercând să pătrundem în taina acestei noțiuni ce ne amenință logica.

Cuvinte cheie: infinit, transcendență, Dumnezeu, simbol, timp, spațiu.

Abstract. This paper examines a comprehensive analysis of the largest possible subject in multidimensional reality – the infinite – reflecting a study of the concept for which many have lost their freedom or even their lives. We will approach this phenomenon through the prism of philosophers, mathematicians, physicists, theologians, cosmologists, trying to penetrate the mystery of this notion that threatens our logic.

Keywords: infinity, transcendence, God, symbol, time, space.

*Motto: „În aceste atoame de spațiu și timp,
cât infinit!” (Mihai Eminescu)*

Tema infinitului este o provocare pentru toți cercetătorii lumii, iar abordările transcendente ale savanților oferă argumente convingătoare faptului că oamenii sunt captivați de fenomenele fără sfârșit, ceea ce validează ideea că esența ființei umane își are sorgintea în infinit. Prima deschidere în acest sens se reliefează în Parmenide¹. Simbolul acestui fenomen, cu semnificația pe care o cunoaștem actualmente, îi aparține lui John Wallis² - cleric și matematician englez, căruia i se acordă credit parțial pentru dezvoltarea calculului infinitezimal. În India și Tibet simbolul „∞” poartă semnificația dualismului, în ocultism semnifică echilibrul dintre forțele opuse, iar în misticism este identificat cu imaginea șarpelui care-și mușcă propria coadă – Ouroboros – care la fel simbolizează infinitul. La egipteni, însă era ankh³-ul – simbol al vieții veșnice și al infinitului.

¹ Parmenide, sau *Despre Idei* - (în greacă veche Παρμενίδης) este un dialog scris de Platon, care face trecerea de la dialoguri de maturitate la dialoguri târzii, dialoguri de bătrânețe. Parmenide este unul din cele mai subtile dar și mai contradictorii dialoguri platonice. Dialogul are două părți: prima parte a dialogului prezintă discuția care a avut loc între Socrate, Parmenides și Zenon; a doua parte o constituie ipoteza existenței „unului” și manifestarea acestui „întreg” în ipostaze diferite, din lumea umană până în lumea zeilor.

² John Wallis în secolul al XVII-lea, a utilizat pentru prima oară acest simbol în cartea sa "De Sectionibus Concis.". Wallis nu a explicat de ce a ales un astfel de simbol pentru a desemna infinitul, însă s-a presupus că a pornit de la o variantă a numeralului latin 1.000 (la origine, CIO, ori CO), care era folosit și cu semnificația de "mulți/multe", sau de la litera grecească ω (omega), ultima din alfabetul grecesc.

³ Ankh - este o hieroglifă egipteană ca o cruce, doar că brațul de sus are formă de cerc - este simbol al vieții lungi. Faraonii primeau o amuletă sub formă de *ankh* la naștere. Vechii zei egipteni erau reprezentați foarte des alături de un Ankh (Anqet, Ptah, Satet, Sobek, Tefnut, Osiris, Ra, Isis, Hathor, Anubis și mulți alții), ca dovadă a abilității lor de a transcende moartea. Sarcofagele faraonilor aveau un Ankh plasat pe pieptul regelui pentru a simboliza răsufletarea Vieții Eterne.

A încerca să cuprindem sau/și să explicăm infinitul cu logica umană, înseamnă a aduce infinitul într-un punct finit, deoarece, existența noastră în spațiul 3D este finită, iar transcendența este absurdă conceptului fizic. Am putea să definim - prin constantele fundamentale ale naturii - un interval de *timp* și o extindere de *spațiu* , însă, spațiul și timpul persistă pentru a susține prezența imanentă, ceea ce nu putem spune și despre infinitatea Creatorului, ca Divinitate eternă.

A înțelege un anumit atribut al lui Dumnezeu, înseamnă a-i diminua existența. Și-apoi, de unde să știm dacă Sf. Augustin (cel mai important dintre primii părinți ai bisericii) avea dreptate, când susținea că „infinitul uman apare finit în mintea lui Dumnezeu”. Iar dacă îi dăm dreptate lui Augustin din Hipona (354-430 d.Hr.) când spune că „nici cunoașterea atotpătrunzătoare a lui Dumnezeu nu poate cuprinde lucruri care sunt infinite” [1, p.40] – oare nu e asta o cădere în blasfemie?

Dar să începem de la cel mai influent gânditor antic din Occident - Aristotel (384-322 î.Hr.), care spunea că Universul fizic este finit și e înconjurat cu o structură vidată infinită, „ceea ce implică un comandament moral condiționat și nu categoric” [5, p.65].

Și Descartes a fost preocupat de misterul infinitului, ajungând să excludă speculațiile nejustificate ale infiniților reali, atribuind fenomenelor fără limită – cum ar fi extinderea lumii, numărul de stele, diviziunea materiei, etc. – un termen mai doctoral „*nedefinite*” și lăsând să fie atribuit termenul de „*infinit*” doar pentru Dumnezeu⁴, deoarece, spune Descartes, nu există înțelegere umană care să-l cuprindă pe Dumnezeu.

Filosofii privesc infinitul ca pe un concept teologic, iar proprietățile paradoxale ale acestuia explică contrariile doar cu aproximație, în care Blaise Pascal (1623-1662) admite infinitatea matematică⁵ în creația divină, întemeindu-și poziția pe un argument pragmatic: dacă *credem* – câștigul e infinit și pierderea finită; iar dacă *nu credem* – câștigul e finit și pierderea infinită. Prin urmare, s-a ajuns la înțelegerea că este nevoie de o distincție între infinitul matematic și infinitul metafizic.

Immanuel Kant (1724-1804) divizează realitatea în două părți – *realitatea adevărată* și *realitatea percepută* – totodată, explicând fenomenul de perturbare a realității adevărate, prin simpla observare⁶, ceea ce ne arată că mintea noastră posedă capacități transcendente, găsindu-și locul în aceste spații și influențându-le dependență de informație. În consecință înțelegem că este imposibil să știm totul despre natura ultimă a lucrurilor și că gândirea umană are un rol în transformarea caracterului brut al universului. Kant plasa infiniții în realitatea adevărată, susținând că universul este o reflectare a lui Dumnezeu, doar că înțelegerea lor este constrânsă de modul uman de percepție finită.

⁴ Biblia se referă la infinit în trei locuri în text - în Cartea lui Iov , capitolul 22, versetul 5, în Psalmul 147: 5 și în cartea lui Nahum , capitolul 3, versetul 9.

⁵ În matematică, infinitul este deseori folosit ca număr (de ex. oricât de mare ar fi numărul, oricând mai putem adăuga încă unul). Infinitul este relevant în legătură cu limite matematice - Paradoxul lui Russell, numere hiperreale ș.a.

⁶ Fenomen recent demonstrat experimental de știința nouă - fizica cuantică - impactul observatorului asupra observabilei.

Kant îl citează deseori pe Nicolaus din Cusa (1401-1464), care, la fel credea în realitatea infinită, atât ca diversitate, cât și ca extindere spațială, însă Kant a dominat lumea filosofilor profesioniști, influențând atât școlile germane, cât și mari matematicieni ai secolului XIX-lea, precum K. F. Gauss⁷ – considerat rege al matematicii; B. Reimann – ce a contribuit profund în analiza complexă a teoriei numerelor și geometriei diferențiale ș. a.. În rând cu filosofi, fizicienii sunt și ei în căutarea adevărului și argumentarea infiniților, motiv pentru care au îmbrățișat cu entuziasm *teoria superstringurilor*, întru evitarea problemei infiniților ce afectau teoriile anterioare.

În semiotică „∞” este al optulea simbol, ce semnifică forța nelimitată și echilibrul cosmic, dar, dacă analizăm acest simbol prin prisma științei contemporane, îl găsim în cele mai esențiale structuri ale naturii, începând cu ADN-ul: acest vârtej creator – 8 – este și simbol al magnetismului, aflat și între cele două emisfere cerebrale, ce rezonază conștient cu conștiința, deci, este legătura dintre corpul fizic și corpul metafizic. Cu cât mai activ este creierul, cu atât mai dens și mai extins este impulsul energetic emis. Despre un oarecare „context comun” vorbește neuroanatomia încă în anii 1980 [7, p.88], inclusiv despre „iluzii ale proiecțiilor astrale”, percepute de la distanță, doar cu forța gândirii.

Benoit Mandelbrot – matematician francez-american de origine evreiască – a devenit celebru prin aplicațiile matematice în fizică, ajungând părinte al geometriei fractalice [8, p.212], ce explică Întregul în structuri fractalice. Oricum știința evoluează și ne convinge că e bine să fim flexibili în cugetările noastre. De exemplu, unii fac lege supremă din scrierile Sfintei Scripturi, dar, să recunoaștem: a crede ce e scris în Scriptură, nu înseamnă a nega ceea ce nu e scris acolo – ori lipsa referirilor Scripturii la alte planete, nu înseamnă că ele nu există. Ori, a pune la îndoială ipoteza despre suflet sau despre Dumnezeu, nu este neapărat a fi ateu [7, p.449]. Dacă Dumnezeu este infinit, înseamnă că și puterea Lui este infinită și respectiv, această infinitate se manifestă în creația Sa și, ar fi greșit să înțelegem că un potențial infinit se poate compactifica într-o activitate creatoare finită, iar în acest context apare întrebarea Spațiului și Timpului, validând și aici ideea infinitului. David Hume exemplifică o mulțime de zei cu diverse competențe, făurind universuri ca uceniciei care-și emită maestrul [1, p.200].

Chiar dacă doctrina creștină susține că „o dată a murit Hristos pentru noi; și ridicându-se din morți, el nu a mai murit”, acest argument este un exemplu timpuriu și nu anihilează obiecția privind recurența eternă. Eccleziastul scrie că „ce a fost este și acum, iar ce va fi, a fost deja” și asta indică faptul că istoria Pământului se repetă la infinit, iar copiile acestea includ și întruparea. Posibilitățile altor lumi pot fi găsite în scrierile lui Philipp Melanchthon (sec. XVI) – comentator cunoscut al teologiei lui Martin Luther.

În rând cu filosofii și teologii, problema (in)finalității spațio-temporal este cercetată și de astronomi, care au descoperit un nou fenomen în amalgamul ce determină (in)finalitatea

⁷ K. F. Gauss – a fost nu doar fizician și astronom german, dar și considerat rege al matematicii, devenind celebru pentru lucrările despre integrale multiple.

universului – deplasarea culorilor luminii slabe la explozia stelelor de la marginea universului vizibil, unde obiectele cosmice se depărtează accelerat unele față de altele, ceea ce înseamnă că, spațiul este dominat de o formă misterioasă de energie întunecată antigravitațională, care, în loc să atragă, ea respinge materia morfică.

Concludentă rămâne ideea că, ***il cunoaștem sau nu, îl înțelegem sau nu, infinitul oricum există!*** Cu atât mai mult că, mecanica cuantică ne-a adus deschiderea unei diversități enorme – dacă nu chiar infinite – de fenomene incerte, termodinamice calculate prin calcule și ecuații diferențiale [2, p.272]. Însă, dacă universul este infinit, caracterul finit al vitezei luminii, ne aduce o consecință finită a cunoașterii lui, ori după teoria fractalică a lui Mandelbrot: este necesar a ne desprinde de un fractal, pentru a-l vedea și cerceta pe celălalt, la altă scară [8, p. 214].

În lumea științifică, până nu demult, neutrinii erau candidații acestui fenomen, deoarece, ei sunt cele mai ușoare particule (aproximativ 10 miliardimi din masa atomului de hidrogen) însă, recent a fost demonstrat că, neutrinii nu pot constitui materia întunecată, pentru că aceștia persistă în extinderea (in)finită închegeți doar în număr câte trei. În acest context, e potrivit a menționa scrierea eminesciană⁸, pe care o voi cita, totodată, lăsându-vă pe unda reflecțiilor asupra *infinitului*:

Din trei în trei mișcarea lor se-adună,/ Cu toți în jos, toți împrejur de sine,/ Toți împrejurul altor fac cunună/ Și-astfel din noapte s-a-nchegat lumine,/ Căci prin mișcare s-au aprins cu toate,/ Prin neodihnă ceru-ntreg se ține./ Și cine știi când ceasul lor va bate/ Și cele trei inele s-or desface/ Din a mișcării sfântă trinitate./ Și peste toți s-o-ntinde – eterna pace...

Bibliografie

1. BARROW, J. D. *Cartea Infinitului, Scurtă introducere în nemărginit, etern și nesfârșit*. București: Ed. Humanitas, 2010.
2. CREASE, R. P.; GOLOHABER, A. S. *Momentul cuantic*. București: Litera, 2017.
3. DULCAN, D. C. *Inteligența materiei*. Cluj-Napoca: Ed. Eikon, 2009.
4. HAWKING, S. *Scurtă istorie a timpului*. București: Humanitas, 1994.
5. JANCHELEVITCH, V. *Curs de filosofie morală*. Iași: Ed. Polirom, 2011.
6. STĂNCIULESCU, T. D. *La început a fost semnul, O altă introducere în semiotică*. Iași: Ed. Performantica, 2004.
7. SAGAN, C. *Creierul lui Broca, Idei contemporane, De la Pământ la stele*. New York: Politica, 1979.
8. SÎRBU, A. *Transcendența*. Chișinău: Ed. Tipocart Print, 2021.

⁸ În afară de poezie și Publicistică, Eminescu a scris o carte mai puțin cunoscută – *Fragmentarium* – în care se încap multe fenomene ale ființării transcendente, unde Eminescu descrie fenomene subatomice operând cu termeni de „mărime infinitizimală”, „gheme de lumină”, „ființe mici în tranzițiune”, etc., deoarece, la acea vreme știința nu cunoștea particula mai mică decât *atomul* – ceea ce în traducere înseamnă *indivizibil*.

IMPLEMENTAREA EDUCAȚIEI STEAM LA LECȚIILE DE FIZICĂ: „EXPERIMENTE DE GÂNDIRE”

Margareta SOROCEAN, profesoară de fizică, grad didactic întâi

<https://orcid.org/0009-0006-0259-8079>

Ecaterina ANTOCI, profesoară de fizică, grad didactic întâi

<https://orcid.org/0009-0009-1139-1485>

Instituția Publică Liceul Teoretic „Constantin Negruzzi”

Rezumat. Experimentul este limbajul universal prin care interogăm natura pentru a-i cunoaște și a-i înțelege tainele. Experimentul reprezintă o reproducere, cu ajutorul unor aparate speciale, a fenomenului fizic în timpul lecției, în condițiile cele mai favorabile pentru studierea lui. A experimenta înseamnă a provoca intenționat anumite fenomene, în condiții determinate, pentru studierea lor și a legilor care le generează.

Cuvinte cheie: educație STEAM, interdisciplinaritate, fizică, transdisciplinaritate, matematică, știință, inginerie, filosofie.

Abstract. Experiment is the universal language through which we interrogate nature to know and understand its secrets. The experiment represents a reproduction, with the help of special devices, of the physical phenomenon during the lesson, in the most favorable conditions for studying it. To experiment is to intentionally cause certain phenomena, under certain conditions, in order to study them and the laws that generate them.

Keywords: STEAM education, interdisciplinarity, physics, transdisciplinarity, mathematics, science, engineering, philosophy.

Introducere

În orice sistem de educație, învățarea ar trebui să se construiască pe următorii piloni aflați în interacțiune directă: „a învăța să știi”, „a învăța să faci”, „a învăța să faci împreună”, „a învăța să fii” și „a învăța să te transformi pe tine însuși și să schimbi societatea”(Shaffer).

Noțiunile dobândite la disciplina fizică îi ajută să-și explice anumite fenomene din natură, să se ferească de cele dăunătoare, iar pe altele să le folosească în ajutorul lor. Transdisciplinaritatea este un concept aplicabil atât cercetării științifice, cât și procesului educațional (în sens larg). Ea reprezintă o dimensiune generală a procesului de cunoaștere, cuprinzând atât demersul științific, cât și învățarea.

În prezent există mai multe abordări și poziții metodologice referitoare la acest concept. Necesitatea unei abordări transdisciplinare a învățării școlare rezultă din compararea învățării „naturale”, globale (și, într-o oarecare măsură, ideale) cu învățarea actuală, segmentată pe discipline, situații de învățare, medii educaționale, vârste. Trebuie să observăm că învățarea în sine este un proces general uman, care se desfășoară cu aproape toate caracteristicile sale comune la majoritatea indivizilor, iar universul supus atenției de

cunoaștere și investigare este unitar.

Astfel, în mod natural, realitatea obiectivă este unitară, iar procesul de înțelegere și cunoaștere a acesteia, de asemenea unitar. În perioada de început a cunoașterii raționale exista o singură realitate investigată și un demers unic. În acel moment, realitatea se rezuma la ceea ce este vizibil direct, iar procesul de cunoaștere era predominant observațional, sursele [1] și [2].

Se poate exemplifica prin orice gânditor semnificativ din Antichitate, dar exemplul lui Aristotel este, într-un fel, mai substanțial. Aristotel avea în față o realitate unică, vizibilă sub aspecte diferite, care era formată din obiecte, corpuri, plante, animale, aer, lumină, soare, relief, ape, vreme etc. Nivelul de cunoaștere anterior momentului său nu depășea perceperea și aprecierea observațională și era limitat la un experiențial predominant individual. Procesul de cunoaștere practicat de Aristotel era, de asemenea, unitar, fiind format din activități diferite, mai mult sau mai puțin dirijate (observare, analiză, notare, exprimare și chiar experimentare). Adâncind cunoașterea, Aristotel a „inventat” științe și domenii aprofundate din această realitate: lumea vie, corpul omenesc, psihicul uman, fizica corpurilor, acustica, meteorologia, precum și metafizica, psihicul uman (de anima, „despre suflet”) și gândirea metateoretică. În perioada experiențială proprie, Aristotel nu și-a dezvoltat foarte mult sistemul de investigație prin metode instrumentale aprofundate, ci a rămas la un nivel observațional, continuat prin construcții și inferențe logice.

Este adevărat că cele mai spectaculoase dintre experimentele de gândire țin de domeniul fizicii. O teorie transdisciplinară a experimentelor de gândire nu se pot construi fără:

- crearea unui concept satisfăcător care să permită criteriile de identificare a experimentului de gândire în diverse discipline;
- o explicație generală privind funcția euristică a experimentului de gândire, care să poată fi aplicată transdisciplinar;
- o metodă generală de stabilire a valabilității [4].

Experimentul de gândire precedă și pregătește adesea experimentului fizic. Practic, un experiment de gândire face orice persoană care își imaginează o anumită situație să prevadă și consecințele care pot decurge din ea. Ca știință experimentală, fizica, a opus puțină rezistență în a adopta experimentul de gândire ca pe un experiment geniu și a-l trata în aceeași manieră în care tratează experimentele empirice. Asimilat cu experimentul empiric (cu singura deosebire că locul în care se desfășoară nu este un laborator real, ci un laborator al minții), experimentului de gândire i s-au transferat toate acele condiții ale valabilității care lucrează pentru experimentul fizic [6].

Exemple de experimente de gândire

1. Galilei produce un experiment de gândire care poate fi reprodus astfel: să ne imaginăm, că lăsăm să cadă de la înălțime, în același timp, două corpuri cu masă diferită. Între 1589 și 1592, omul de știință italian Galileo Galilei (pe atunci profesor de matematică la Universitatea din Pisa) lăsat să cadă două sfere de mase diferite din turnul înclinat din Pisa, pentru a demonstra că timpul lor de cădere este independent de masa lor, conform unei biografii a elevului lui Galileo, Vincenzo Viviani, scrisă în 1654 și publicată în 1717. Conform acestei relatări, Galileo a descoperit prin acest experiment că obiectele au căzut cu aceeași accelerație, ceea ce i-a confirmat predicția, și în același timp a infirmat teoria gravitației lui Aristotel (care afirmă că obiectele cad cu viteză proporțională cu masa lor). Majoritatea istoricilor consideră că a fost mai degrabă un experiment de gândire decât un test fizic. Galileo a adus contribuții originale în știință printr-o combinație inovatoare de experimente și matematică. A dat dovadă de o apreciere remarcabil de modernă pentru relația dintre matematică, fizică teoretică și fizică experimentală [5].

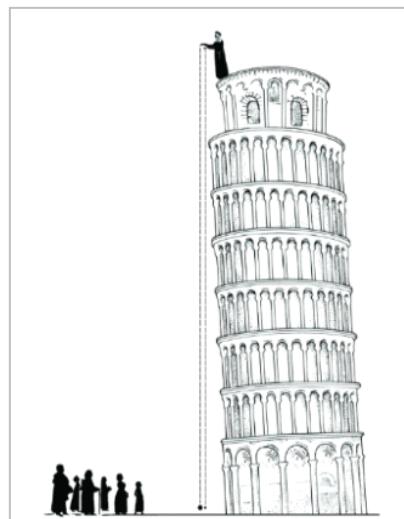
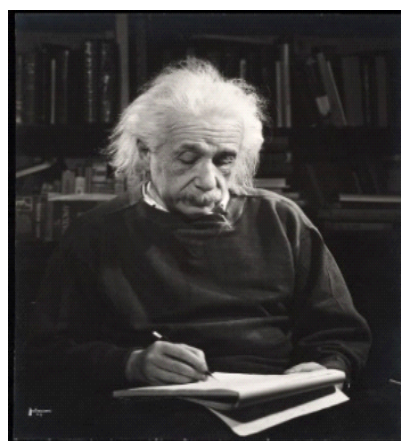


Figura 1. Turnul înclinat din Pisa, unde a avut loc experimentul

2. Albert Einstein-Metoda experimentelor teoretice era caracteristică genialului om de știință. Folosind doar o hârtie și un creion, își crease în minte imaginea Universului, în care își aplicase ideile, concluziile. Era o tehnică pe care începuse să o dezvolte încă de la o vârstă de 16 ani, în perioada în care frecventa liceul din Aarau și era un tânăr visitor care încearcă să își imagineze cum ar arăta Pământul din perspectiva unei călătorii care folosește lumina ca mijloc de transport. Singura perioadă în care Einstein a folosit laboratorul a fost cea în care a studiat la Zurich. La Institutul de Patentare din Berna nu avea decât un mic birou și hârtia și creionul necesar, iar aceasta a fost cea mai creativă și mai productivă perioadă, în care a finalizat cele mai importante ecuații și teoreme. Există un punct de vedere că, dacă Einstein ar fi avut la dispoziție un laborator, nu ar fi finalizat metoda experimentului teoretic și poate că nu ar fi enunțat niciodată Teoria sa revoluționară. Gândirea filosofică a lui Einstein a fost condusă și a contribuit la rezolvarea problemelor întâlnite în lucrarea sa fizică [5].



**Figura 2.
Albert Einstein**

3. Se presupune că masele dintr-o parte a roții (bile de tije, bile libere, ciocane, mercur etc.) pot dezechilibra roata, care se va roti, producând lucru mecanic. Echilibrul forțelor și al momentelor unei astfel de totații a fost demonstrate de Leonardo Davinci. Situația este comună tuturor roților mecanice „magice”.

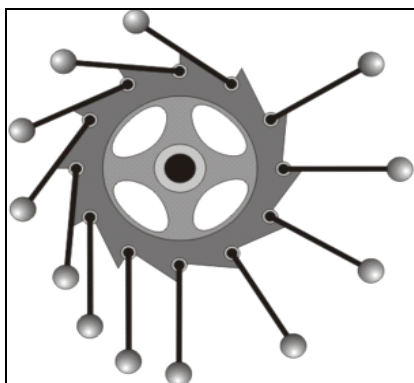


Figura 3. Roata dezechilibrată

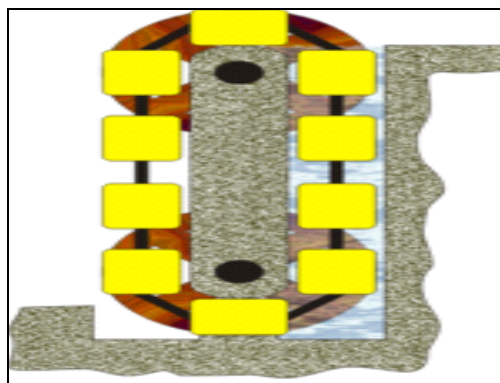


Figura 4. Perpetuum mobil

4. Simon Stevin a conceput un perpetuum mobil în care a presupus că cele patru bile de pe o pantă a planului vor trece cele două bile de pe cealaltă pantă, rezultând o mișcare continuă. Nefuncționarea dispozitivului a dus la descoperirea echilibrului forțelor pe un plan înclinat. Problema este similară la toate dispozitivele gravitaționale pe bază de lanțuri cu diferite lungimi și poziții.

Abordarea STEAM a proiectului [3]

Știință	Filosofie	Inginerie	Matematică
<ul style="list-style-type: none"> - pot fi adaptate în funcție de vârstele copiilor; - Își dezvoltă capacitatea de gândire critică și creative, analiză și conceptualizare, împreună cu abilitățile de prezentare și de lucru individual și în echipă; - își îmbogățește cunoștințele despre fenomenele fizice pe care le întâlnește în viața de zi cu zi. 	<ul style="list-style-type: none"> - reorganizează mentalitatea elevului, îl ajută să înțeleagă locul lui în natură și în societate și, prin aceasta, schimbă într-un fel sau altul realitatea; - prin teoriile filosofiei, omul își poate crea propriul concept despre lume; - elevul își realizează activitatea sa în dependență de convingerile lui despre bine și rău, datorie, idealuri, formate în baza cunoașterii naturii și societății. 	<ul style="list-style-type: none"> - este responsabil pentru utilizarea instrumentelor fizicii, chimiei și mecanicii pentru proiectarea, punerea în funcțiune, întreținerea și îmbunătățirea sistemelor cu componente mecanice; - bazarea pe cifre, calcule concrete, gândire sistematică și analitică, creativitatea; - încercarea de noi metode. 	<ul style="list-style-type: none"> - matematica este utilă și chiar vitală în înțelegerea naturii; - reprezentarea legilor mișcării prin ecuații; - ecuațiile care reprezintă legile mișcării trebuie să fie făcute într-un mod simplu; - raportul dintre matematică și fizică este exact același ca și cel dintre teorie și practică.

Concluzii

Educația STEAM este un proces structurat de integrare a științelor exacte și a artei, cu scopul de a forma viitori adulți inteligenți, ușor adaptabili societății și capabili de a pune în valoare cunoștințele acumulate pe întregul proces al educației în viitorul loc de muncă [3].

Pentru a accepta concluzia unui experiment de gândire nu este suficient să-i acceptăm premisele și să constatăm că argumentarea este corectă, trebuie să-i acceptăm și componenta teoretică. Multe dintre elementele acestui fundal sunt presupuziții de bun – simț, cum este, de pildă, în experimental mental al lui Galilei, faptul că viteza corpurilor nu depinde de culoarea acestora.

În ciuda diferențelor disciplinare și a obiectivelor teoretice diferite, experimentele de gândire din diverse discipline au aceeași structură, funcționează după același mecanism și au aceeași funcție cognitivă: ele pornesc de la o ipoteză și derivă consecințele acesteia în condiții teoretice date, iar rezultatul lor nu se raportează la modul în care funcționează natura, societatea, cultura, limbajul conceptual, mintea umană etc., ci la modul în care ar putea funcționa ele în cadrul teoretic asumat [6]. Fizica este disciplina care a definit viziunea științifică modernă. Aceasta ne ajută să înțelegem lumea în aspectele sale fundamentale.

Bibliografie

1. Curriculum național „Fizică. Astronomie”. Chișinău, 2019.
2. CIOLAN, L. Învățarea integrată. Fundamente pentru un curriculum transdisciplinar. Iași: Editura Polirom, 2008.
3. DAVIDENCO, A.; BOCANCEA, V. Proiecte STEM/STEAM la fizic. Ghid metodic. Chișinău: UPSC, 2022.
4. PERIGNAT, E.; KATZ-BUONINCONTRO, J. STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review. In: *Thinking Skills and Creativity*, 2019, nr. 31.
5. DUMITRU, D.-E. Să descoperim fizica prin experimente. București, 2008.
6. MAMULEA, M. Experimentele de gândire filosofice și științifice: despre posibilitatea unei abordări transdisciplinare. În: *Studii de istorie a filosofiei universale XXII*. București: Editura Academiei Române, 2014.

IMPORTANȚA COMPETENȚEI INVESTIGAȚIONALE ÎN EDUCAȚIA EXTRAȘCOLARĂ A ELEVILOR DOTAȚI

Jan-Ovidiu TERCU, inginer, muzeograf, drd.

<https://orcid.org/0000-0002-0715-0293>

Complexul Muzeal de Științele Naturii „Răsvan Angheluță” Galați, România,
Compartimentul Planetariu/Observator astronomic, UPSC

Rezumat. Dezvoltarea competenței investigaționale prin intermediul educației extrașcolare a elevilor dotați reprezintă o prioritate în contextul educației contemporane. Acest articol prezintă aspectele esențiale ale necesității dezvoltării competenței investigaționale în cadrul activităților extrașcolare de astronomie, evidențind rezultate semnificative, cum ar fi pregătirea pentru cariere științifice și contribuții valoroase la progresul societății prin cercetare și inovație.

Cuvinte cheie: competență investigațională, elevi dotați, activități extrașcolare, astronomie, învățare autonomă.

Abstract. The development of investigative competence through the extracurricular education of gifted students is a priority in the context of contemporary education. This article presents the essential aspects of the need for developing investigative competence within extracurricular astronomy activities, highlighting significant outcomes, such as preparation for scientific careers and valuable contributions to societal progress through research and innovation.

Keywords: investigative competence, gifted students, extracurricular activities, astronomy, autonomous learning.

Introducere

Într-o lume în continuă schimbare și dezvoltare, formarea competenței investigaționale la elevii dotați reprezintă o prioritate în educația contemporană. Astronomia, cu complexitatea și vastitatea sa, oferă un cadru propice pentru stimularea curiozității și a dorinței de explorare și învățare în rândul tinerilor. Educația extrașcolară adaugă valoare procesului de învățare, oferind un context diferit de cel al școlii, unde elevii pot explora domenii noi, își pot dezvolta pasiuni și pot învăța într-un mod mai interactiv și practic. Astfel, educația extrașcolară, în domenii ca astronomia, poate stimula și încuraja curiozitatea naturală a elevilor, îi poate ajuta să își însușească noi cunoștințe într-un mod care le-ar putea fi mai pe plac și mai aproape de interesele lor.

Metode și materiale

În cadrul acestei cercetări, am adoptat o serie de metode specifice. Acestea includ documentarea științifică, analiza, sinteza, generalizarea și observația ca metodă de cercetare pedagogică. Datele calitative necesare au fost colectate prin intermediul observației, care a fost instrumentul principal folosit în această investigație. Cercetarea a fost desfășurată în cadrul programului educațional Astroclubul „Călin Popovici”, care

reprezintă principalul program educațional oferit de Observatorul Astronomic al Complexului Muzeal de Științele Naturii "Răsvan Angheluță" din Galați. Studiul s-a desfășurat într-o perioadă cuprinsă între anii 2016 și 2022, având ca subiecți un număr de 21 de elevi cu vârste cuprinse între 11 și 18 ani, provenind din clasele VI - XII ale școlilor, liceelor și colegiilor din orașul Galați. În cadrul proiectelor de cercetare desfășurate pe parcursul activităților extrașcolare, am utilizat următorul echipament disponibil de la observatorul astronomic: un telescop Ritchey–Chrétien cu diametrul oglinzii principale $D = 0,4$ m și raportul focal $f/8$, o montură ecuatorială de tip german ASA Direct Drive DDM 85 și o cameră CCD SBIG STL-6303E echipată cu filtre fotometrice UBVRI. Aceste proiecte de cercetare realizate împreună cu elevii s-au concentrat pe domeniul astrometriei și fotometriei. Pentru achiziția și calibrarea imaginilor, am utilizat software-ul Maxim DL [1]. Pentru reducerea datelor astrometrice și fotometrice, dar și pentru analiza curbei de lumină, am folosit programe specializate precum Astrometrica [2], AstroImageJ [3], Maxim DL, Peranso [4] și Vstar [5]. Rezultatele cercetării pedagogice au fost supuse unei analize calitative pentru a obține concluzii relevante.

Cadrul teoretic privind necesitatea dezvoltării competenței investigaționale la elevii dotați

Potrivit Cadrului de referință al curriculumului național al Republicii Moldova, competența este definită ca fiind „un pachet transferabil și multifuncțional de cunoștințe, capacități, deprinderi, abilități, valori și atitudini care permite individului să-și realizeze împlinirea și dezvoltarea profesională, incluziunea socială și inserția profesională în domeniul respectiv” [6, p. 18]. Semnificația termenului de investigație este aproximativ identică cu cea a cercetării, astfel încât competența investigațională și competența de cercetare reprezintă, în esență, aceiași abilitate de a investiga și cerceta problemele din jurul nostru, de a aduna și analiza datele, de a formula concluzii și de a prezenta rezultatele cercetării în mod riguros și critic. În cadrul literaturii de specialitate, cercetătorii au analizat și prezentat o varietate de definiții și perspective referitoare la elevii dotați și caracteristicile distinctive ale acestora. În perioada 2016 - 2022, am colaborat în diverse proiecte de cercetare cu elevi talentați și performanți în cadrul programului educațional Astroclubul „Calin Popovici” [7]. În cadrul activităților extrașcolare de cercetare ale elevilor dotați s-au realizat observații astrometrice la asteroizi și comete [8] și observații fotometrice ale tranzitelor exoplanetelor [9]. Tot în cadrul acestor activități de cercetare, în urma observațiilor fotometrice, au fost descoperite 20 de stele variabile [10]. În contextul activităților extrașcolare, am utilizat metoda observației în procesul pedagogic de investigație. Această abordare metodologică mi-a permis să efectuez o evaluare atentă a manifestărilor cognitive și creative ale

elevilor. După desfășurarea cercetării pedagogice, consider că elevii dotați sunt acei elevi care manifestă abilități intelectuale și creativitate remarcabile, precum și o puternică motivație de a învăța și de a explora lumea din jurul lor, ceea ce îi distinge în mod evident față de ceilalți elevi. Din sinteza experiențelor și observațiilor mele pedagogice acumulate în timpul colaborărilor cu elevii în cadrul proiectelor de cercetare astronomică, am identificat câteva trăsături distinctive, care sunt manifestate preponderent de către elevii dotați. Este esențial să subliniez că, din perspectiva mea, aceste caracteristici constituie un cadru de referință în identificarea potențialului elevilor dotați în sfera astronomiei. Aceste caracteristici includ:

- Capacitatea de a menține atenția și concentrarea pentru o perioadă extinsă de timp asupra unui subiect specific.
- Capacitatea de a se angaja într-un proiect care necesită investigație și de a avansa independent în rezolvarea problemelor întâlnite, fără a depinde de îndrumarea unui profesor.
- Capacitatea de a lucra perseverent și de a depăși obstacolele în atingerea unui obiectiv propus, chiar în cazul unor eșecuri sau provocări întâmpinate pe parcurs.
- Capacitatea de a învăța și asimila informații cu ușurință, precum și de a învăța într-un ritm rapid.
- Capacitatea de a observa cu atenție și de a identifica detalii importante.
- Capacitatea de a fi responsabil și de a-și asuma sarcinile pentru a le rezolva cu succes.
- Capacitatea de a dobândi abilitatea de a utiliza un software nou prin metodele proprii.
- Entuziasm și curiozitate pentru a explora posibilitățile de utilizare a unui software nou.
- Pasiune și curiozitate pentru a învăța și dezvolta abilitățile necesare pentru a utiliza un software nou.
- Demonstrarea unui interes și a unei curiozități față de metodele și procesele științifice.
- Capacitatea de a aborda subiecte științifice dintr-o perspectivă creativă în timpul discuțiilor.
- Entuziasm și implicare activă în dezbaterile legate de subiectele din domeniul științific.
- Capacitatea de a interpreta date științifice cu precizie și înțelegere.
- Capacitatea de a fi pasionat, curios și perseverent în a învăța informații dificil de înțeles din domeniul astronomiei.

Stimularea curiozității și a învățării autonome reprezintă un fundament esențial în dezvoltarea competenței investigaționale la elevii dotați, deoarece aceasta poate contribui la o mai bună înțelegere și asimilare a conceptelor complexe din astronomie, precum și la formarea unui spirit analitic și critic. Astfel, elevii dotați sunt mai bine pregătiți pentru a face față provocărilor și pentru a excela în domenii științifice și academice. Curiozitatea elevilor poate fi stimulată prin prezentarea unor corpuri cerești, cum ar fi asteroizii și

cometele, stelele variabile sau exoplanetele. Prezentarea acestor subiecte într-un mod accesibil și interesant poate determina elevii să dorească să afle mai multe, să pună întrebări și să exploreze subiectul pe cont propriu. Învățarea autonomă le permite elevilor să exploreze și să învețe la propriul ritm, să identifice și să rezolve probleme, să formuleze ipoteze și să găsească răspunsuri prin cercetare și explorare independentă. Această abordare promovează dezvoltarea gândirii critice și a abilităților de rezolvare a problemelor, facilitând asimilarea și integrarea cunoștințelor. În cadrul activităților extrașcolare de astronomie, stimularea curiozității și a învățării autonome poate fi realizată prin proiecte de cercetare, observații astronomice și discuții interactive. Prin aceste metode, elevii sunt încurajați să observe, să analizeze și să tragă concluzii proprii, să dezvolte și să testeze teorii, promovând astfel o înțelegere profundă și o apreciere pentru astronomie. Dezvoltarea curiozității și a învățării autonome are beneficii de lungă durată, pregătind elevii pentru studii superioare și cariere în domenii științifice și tehnologice. Aceste competențe le oferă elevilor abilitățile necesare pentru a fi inovatori și lideri în domeniile lor, contribuind la avansarea științei și tehnologiei. Abilitățile de analiză și sinteză sunt de o importanță fundamentală în formarea competenței investigaționale a elevilor dotați. Analiza implică examinarea detaliată a elementelor unui fenomen, în timp ce sinteza se referă la combinarea acestor elemente pentru a construi o înțelegere holistică. În contextul astronomiei, dezvoltarea abilităților de analiză și sinteză poate fi realizată prin examinarea și interpretarea datelor astronomice, compararea teoriilor existente și construirea de noi modele explicative. Activitățile practice, cum ar fi reducerea de date științifice sau analiza curbelor de lumină la stele variabile, oferă oportunități valoroase pentru dezvoltarea acestor competențe. Pentru a analiza și sintetiza eficient informațiile în astronomie, elevii trebuie să integreze cunoștințe din diverse discipline, inclusiv matematică, fizică și informatică. Abordarea interdisciplinară favorizează o înțelegere mai profundă și mai nuanțată a fenomenelor astronomice, consolidând capacitatea elevilor de a face legături între diferite domenii de cunoaștere și de a aborda problemele din multiple perspective. Observațiile astronomice și proiectele de cercetare oferă oportunități concrete pentru elevii dotați să aplice cunoștințele teoretice, să testeze ipotezele și să evalueze rezultatele, contribuind la formarea unui spirit investigativ și analitic. Abilitățile de analiză și sinteză contribuie la formarea unui mod de gândire structurat și la dezvoltarea capacității de a rezolva probleme complexe. Aceste competențe sunt esențiale nu doar în carierele științifice, ci și în viața de zi cu zi, unde capacitatea de a evalua informațiile și de a lua decizii corecte este crucială. Pe termen lung, aceste abilități contribuie la dezvoltarea autonomiei intelectuale și la formarea unor indivizi capabili să învețe pe tot parcursul vieții și să contribuie la progresul societății.

Rezultate și discuții

În cadrul activităților extrașcolare de astronomie, s-au evidențiat următoarele rezultate semnificative în dezvoltarea competenței investigaționale la elevii dotați:

- Pe parcursul desfășurării cercetării, au fost efectuate observații astrometrice asupra asteroizilor și cometelor și observații fotometrice ale tranzitelor exoplanetelor. În acest proces, elevii au fost expuși la abordări științifice reale, oferindu-le o experiență practică în domeniul astronomiei observaționale. În urma observațiilor fotometrice, elevii, împreună cu mine, au descoperit 20 de stele variabile, subliniind capacitatea lor investigațională și potențialul de a contribui în mod semnificativ la domeniul astronomiei.
- Prin observațiile astronomice și descoperirile efectuate, acești elevi nu numai că au contribuit la domeniul științific, dar și-au dezvoltat și competența investigațională, pregătindu-se pentru cariere de succes în domeniile științifice și tehnologice. Aceștia au acum abilitățile necesare pentru a excela în carierele lor științifice, contribuind la avansarea cunoașterii umane. De asemenea, aceste rezultate subliniază importanța oferirii de oportunități adecvate pentru dezvoltarea competențelor elevilor dotați în afara contextului școlar tradițional.
- Participarea la proiecte de cercetare și observații astronomice a crescut semnificativ curiozitatea elevilor dotați. Aceștia s-au arătat mai motivați să exploreze lumea din jurul lor și să înțeleagă fenomenele astronomice. Stimularea curiozității a fost un factor esențial în dezvoltarea competenței investigaționale.
- Activitățile practice din astronomie au oferit oportunități unice pentru elevi de a dezvolta abilități de analiză și sinteză. Ei au învățat să interpreteze date astronomice și să facă conexiuni între diferite concepte științifice. Aceasta le-a consolidat capacitatea de a gândi critic și de a aborda probleme complexe.
- Educația extrașcolară în astronomie a încurajat învățarea autonomă la elevi. Aceștia au devenit capabili să identifice întrebări de cercetare, să formuleze ipoteze și să exploreze subiectele pe cont propriu. Dezvoltarea spiritului investigativ i-a pregătit pentru a se angaja independent în rezolvarea problemelor și în cercetarea științifică.
- Studiul astronomiei a promovat o abordare interdisciplinară, în care elevii au trebuit să integreze cunoștințe din diverse domenii, cum ar fi matematica, fizica și informatica. Această perspectivă holistică le-a oferit o înțelegere mai profundă a fenomenelor astronomice și a contribuit la dezvoltarea abilităților de rezolvare a problemelor din mai multe perspective.
- Abilitățile de analiză, sinteză și rezolvare a problemelor dezvoltate în astronomie au avut un impact pozitiv asupra modului de gândire al elevilor. Aceștia au devenit capabili să evalueze informațiile cu precizie și să ia decizii informate, atât în domeniul științific, cât și în viața de zi cu zi.

- Elevii dotați la care s-a format competența investigațională sunt capabili să aducă contribuții semnificative la progresul societății. Capacitatea lor de a investiga și aprofunda cunoașterea în domeniile lor de interes poate duce la inovații și descoperiri importante.

Concluzii

Educația extrașcolară, în special în domeniul astronomiei, joacă un rol esențial în dezvoltarea competenței investigaționale a elevilor dotați. Aceasta contribuie la stimularea curiozității, la dezvoltarea abilităților de analiză și sinteză, la promovarea învățării autonome și la dezvoltarea unui spirit investigativ. Beneficiile pe termen lung ale dezvoltării competenței investigaționale includ pregătirea pentru studii superioare și cariere în domeniul științific, formarea unei gândiri structurate și a abilităților de rezolvare a problemelor, precum și contribuții semnificative la progresul societății. Astfel, educația extrașcolară în astronomie reprezintă o investiție valoroasă în viitorul elevilor dotați și în avansarea cunoașterii umane în domeniul astronomiei. Astfel de activități extrașcolare de astronomie oferă tuturor elevilor, în special celor dotați, o platformă unde pot manifesta și dezvolta trăsăturile lor distinctive, contribuind în același timp la avansarea cunoașterii în domeniul științific. Învățarea autonomă și stimularea curiozității se dovedesc a fi elemente cheie în dezvoltarea gândirii critice, a abilităților de rezolvare a problemelor și a asimilării conceptelor complexe. Încurajarea și oferirea resurselor necesare elevilor dotați în domeniul astronomiei pot contribui semnificativ la formarea viitoarelor generații de cercetători, astronomi și oameni de știință.

Bibliografie

1. MAXIM, DL. Diffraction Limited. [software]. 2023 [citat 15.08.2023]. Disponibil: <https://diffractionlimited.com/product/maxim-dl/>
2. ASTROMETRICA. RAAB, H. [software]. 2015 [citat 15.08.2023]. Disponibil: <http://www.astrometrica.at/>
3. COLLINS, K. A. et al. Astroimagej: Image Processing and Photometric Extraction for Ultra-Precise Astronomical Light Curves. În: *The Astronomical Journal*, 2017, Vol. 153, nr. 2, p. 77. DOI: 10.3847/1538-3881/153/2/77. Disponibil: <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-3881/153/2/77/pdf>
4. PAUNZEN, E.; VANMUNSTER, T. Peranso - Light Curve and Period Analysis Software. În: *Astronomische Nachrichten*, 2016, Vol. 337, pp. 239-246. DOI: <https://doi.org/10.1002/asna.201512254>. Disponibil: <https://arxiv.org/pdf/1602.05329.pdf>
5. VSTAR. AAVSO. [software]. Disponibil: <https://www.aavso.org/vstar> [citat 15.08.2023].

6. GUȚU, V. et al. 2017. Cadrul de referință al curriculumului național. Coordonatori: POGOLȘA, L.; CRUDU, V. Experti internaționali: FARTUȘNIC, C.; FUNERIU, D. F. Chișinău: Lyceum (F.E.-P. “Tipografia Centrală”). 104 p. ISBN 978-9975-3157-7-7 [citat 5.10.2023]. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/cadrul_de_referinta_final_rom_tipar.pdf
7. TERCU, J.O.; NEAGU G.C. Observarea fotometrică a stelelor variabile de tip Delta Scuti. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale „Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM)”* dedicată aniversării a 70 de ani de la nașterea profesorului universitar Anatol Gremalschi, Chișinău, UST, Republica Moldova, 29 – 30 octombrie 2021, Volumul II, pp. 89-92. ISBN 978-9975-76-358-5 [citat 5.10.2023]. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/89-92_36.pdf
8. TERCU, J.O. Observarea asteroizilor și a cometelor cu camera CCD. În: *Materialele conferinței științifice a studenților*. Chișinău: UST, Republica Moldova, 13-14 mai 2020, ediția a LXIX-a, pp. 197-201. ISBN 978-9975-76-309-7 [citat 5.10.2023]. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/197-201_7.pdf
9. VARIABLE STAR AND EXOPLANET SECTION OF CZECH ASTRONOMICAL SOCIETY. Transit observations (TRESKA database) [online]. Disponibil: <http://var2.astro.cz/EN/tresca/transit-detail.php?id=1649711661&lang=en> [citat 20.02.2023].
10. American Association of Variable Star Observers (AAVSO). The International Variable Star Index (VSX) Disponibil: <https://www.aavso.org/vsx/> [citat 5.10.2023].

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**

STUDIUL EFECTELOR TERMICE DE DIZOLVARE ȘI NEUTRALIZARE: APLICABILITATEA PENTRU PREDAREA ȘI STUDIAREA CHIMIEI

Iulia BAERLE, profesoară de chimie, grad didactic superior

<https://orcid.org/0009-0009-1460-0932>

Adrian BAERLE, elevul clasei a XII-a

<https://orcid.org/0009-0006-4918-9803>

Instituția Publică „Liceul Teoretic Principesa Natalia Dadiani”

Rezumat. A fost confirmată posibilitatea utilizării și veridicitatea datelor, obținute cu senzorul autonom de temperatura „PASCO wireless” și softul „SPARKvue”. Curbele termocinetice explică fenomenele din soluțiile apoase, care sunt importante pentru organismele vii și pentru existența ecosistemelor: hidratare, formare și distrugere a legăturilor de hidrogen, diluare etc. Metoda de asemenea este foarte utilă și ilustrativă pentru demonstrarea veridicității legii Hess. Metoda este aplicabilă în scopuri didactice și de cercetare.

Cuvinte cheie: curbe termocinetice, entalpia molară de formare, legea Hess, senzor autonom de temperatura.

Abstract. The possibility of use and the veracity of the data, obtained with the wireless temperature sensor and the related software, were confirmed. Thermo-kinetic curves explain the phenomena in aqueous solutions, which are important for living organisms and for the existence of ecosystems: hydration, formation and destruction of hydrogen bonds, dilution, etc. The method is very useful and illustrative for demonstrating the veracity of Hess's Law. The method is applicable for teaching and researches in chemistry, biology and physics.

Key words: Hess's law, molar enthalpy of formation, thermo-kinetic curves, wireless temperature sensor.

Introducere

În lucrările precedente au fost aduse argumentele pentru necesitatea utilizării graficelor și calculelor termodinamice în predarea și studierea chimiei, aceste metode având un potențial curricular și trans-disciplinar puternic [1, 2]. Cunoașterea noțiunilor fundamentale ale termodinamicii asigură utilizarea corectă a noțiunilor de sistem, proces, echilibru etc, explică cauzele și direcția proceselor chimice, etc. Studiarea efectelor termice ale proceselor „pur” chimice este importantă pentru înțelegerea mecanismelor proceselor din natură. Orice proces chimic, care are loc în organismele vii, în ecosisteme sau pe scară industrială, respectă exact aceleași legi termodinamice, că și procesul chimic similar, realizat *in vitro* [3]. Totodată, s-a demonstrat, că un sistem termochimic este o parte a organismelor vii, dar hotarele sistemului termochimic și a organismului viu se intersectează, dar nu coincid [4]. Fiecare ecuație termochimică constă din partea atomică și partea energetică. În contextul evenimentelor și schimbărilor globale, cunoașterea efectelor energetice ale proceselor chimice și a consecințelor lor devine din ce în ce mai importantă. Toate cele menționate ne-au motivat să realizăm acest studiu.

Scopul lucrării constă în verificarea aplicabilității didactice a metodei de înregistrare și analiză a curbelor termocinetice pentru predarea și studierea chimiei și disciplinelor conexe.

Metode și materiale aplicate

Calitatea și nomenclatura reactivilor. În studiu au fost utilizate reactivi de calitate „puriss” (> 98,5%) și „purum p.a.” (> 99%): clorura de potasiu (KCl), clorura de calciu anhidră (CaCl₂), hidroxid de sodiu microgranulat (NaOH), hidroxid de potasiu în forma de perle (KOH), uree granule (NH₂-CO-NH₂), bicarbonat de sodiu (NaHCO₃), sulfat de cupru pentahidratat (CuSO₄·5H₂O), acid clorhidric concentrat (HCl 38%).

Măsurarea variației temperaturii în procesele de dizolvare. A fost utilizat senzorul autonom „PASCO wireless temperature”, conectat la softul „PASCO SPARKvue”. Analizei au fost supuse probe a câte 0,02 mol de substanțe analizate, cântărite cu precizie Δm = ± 0,01 g. Probele cântărite au fost dizolvate în volume de 100 mL apă distilată în pahar Berzelius de 150 mL. A fost urmărită variația temperaturii probei pe parcursul dizolvării. Drept criterii de finisare a procesului au fost folosite dizolvarea completă și stabilirea indicațiilor constante ale senzorului.

Măsurarea variației temperaturii în reacțiile de neutralizare. Variațiile de temperatură în cadrul proceselor de sedimentare și neutralizare au fost măsurate prin scufundarea senzorului, echilibrarea temperaturii, amestecarea rapidă a cantităților echimolare (0,1 mol de substanțe reactante) în pahar Berzelius cu volum de 400 mL.

Determinarea efectelor termice și entalpiei proceselor. După înregistrarea graficilor t = f(τ), din ele au fost determinate valorile ΔT, K, care sunt egale numeric cu Δt, °C. Cantitatea de căldură degajată a fost calculată prin formulă [5]:

$$Q = \Delta T \cdot (m + m_a) \cdot C_p$$

unde Q – cantitatea de căldură degajată (+) ori absorbită (-), J;

ΔT – variația temperaturii, K;

m – masa probei de substanță, g;

m_a – masa apei distilate, în care a fost dizolvată probă, g;

C_p – capacitatea termică a apei și a soluțiilor diluate, 4,186 J · g⁻¹ · K⁻¹;

Entalpiile de dizolvare au fost calculate folosind formula [5]:

$$\Delta H_{\text{exp}} = - Q / \nu$$

unde ΔH_{exp} – entalpia molară experimentală de dizolvare, J · mol⁻¹;

Q – cantitatea de căldură degajată (+) ori absorbită (-), J;

ν – cantitatea de substanță, mol;

Eroarea relativă a determinării, ε, %, a fost apreciată după relație:

$$\varepsilon = \frac{|\Delta H_{\text{teor}} - \Delta H_{\text{exp}}|}{\Delta H_{\text{teor}}} \cdot 100\%$$

unde ΔH_{teor} este valoarea teoretică a entalpiei procesului, determinată direct din surse bibliografice sau calculată folosind legea Hess

Rezultate obținute

Clorură de potasiu reprezintă o substanță aproape non-higroscopică, care se utilizează ca substanța-standard pentru calibrarea calorimetrelor. Pe curbă termocinetică experimentală se observă un fragment, care corespunde cu suprarăcirea locală, cauzată de formarea soluției concentrate de KCl la fundul vasului. Efectul „dispare” la omogenizarea soluției, dar temperatura finală reală, care corespunde stării dizolvate de KCl, se determină din analiza liniilor de trend a graficului (Figura 1).

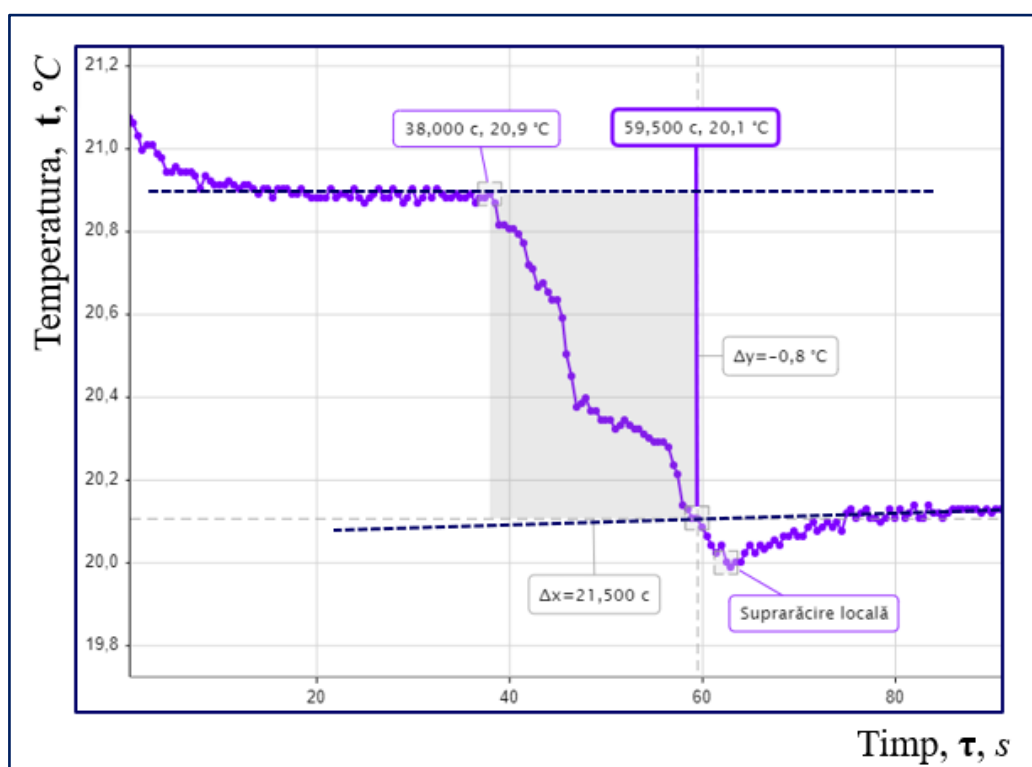


Figura 1. Cinetica dizolvării 0,02 moli KCl în 100 g de apă, $t = f(\tau)$

Din analiza Figurii 1 au fost obținute următoarele valori: $Q_{\text{exp.}} = -339,87 J$; $\Delta H_{\text{exp}} = +16994 J \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta H_{\text{teor}} = +17220 J \cdot \text{mol}^{-1}$. Valoarea ϵ , egală cu 1,4 %, este foarte mică, și demonstrează, că experimentul, efectuat în condiții de laborator școlar, poate să ofere informații științifice plauzibile.

La dizolvarea clorurii de calciu anhidre, CaCl_2 , spre deosebire de cazul precedent, se manifestă un efect exotermic puternic (Figura 2). Acesta poate fi explicat prin formarea ionilor de Ca^{2+} în starea hidratată. După scoaterea temporară a senzorului din sistemul studiat, și întoarcerea lui, indicațiile temperaturii își revin la trendul corect liniar.

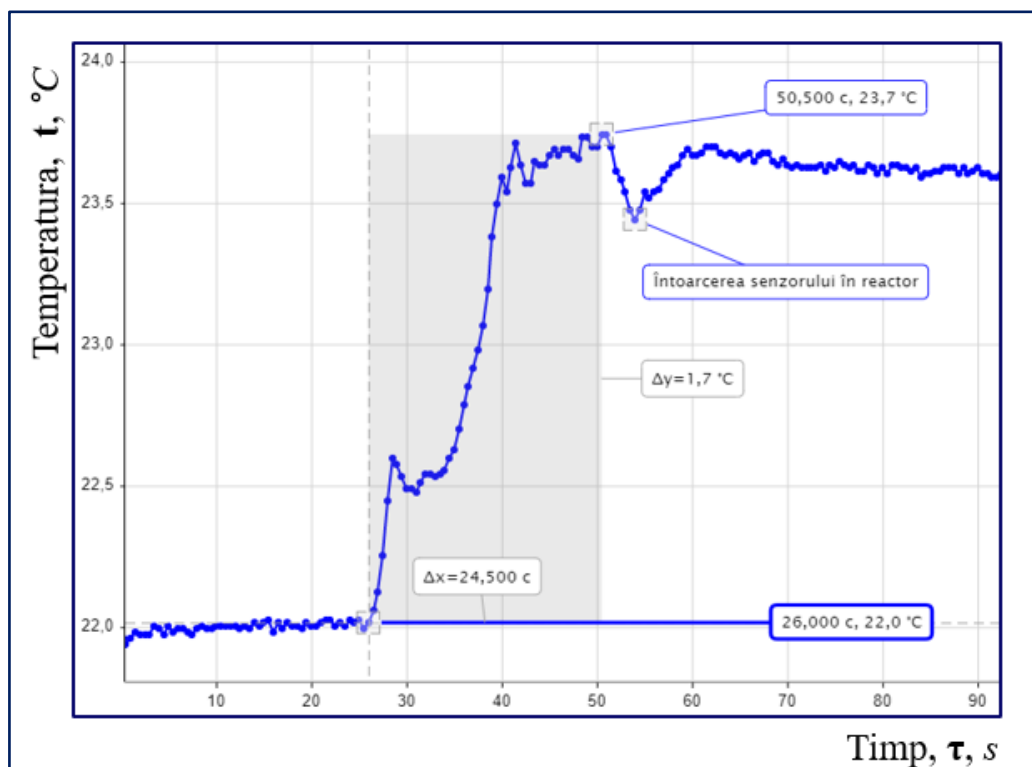


Figura 2. Cinetica dizolvării 0,02 *moli* CaCl_2 în 100 g de apă, $t = f(\tau)$

Figurile 1 și 2 demonstrează, că pentru prelucrarea corectă a datelor sunt necesare nu doar datele directe de schimbare a temperaturii, dar și liniile suplimentare ale trendului, care reflectă cinetica variației temperaturii sistemului până și după procesul studiat.

În cadrul unui experiment demonstrativ sau de cercetare poate să fie realizată o serie de procese consecutive (Figura 3). Astfel, din cristalohidratul solid $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a fost obținută soluție de sulfat de cupru: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. Procesul se caracterizează prin efectul endotermic slab. Prin adăugarea cantității echivalente a NaOH , din această soluție a fost sedimentat hidroxidul de cupru, cu efectul exotermic puternic: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$. Apoi sedimentul a fost dizolvat în cantitatea echivalentă de acid clorhidric.

Analiza Figurii 3.A demonstrează, că neutralizarea NaOH cu HCl are loc repede într-o singură etapă. În cazul, prezentat în Figura 3.B, de la punctul de jos $\{\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}\}$ până la punctul de sus $\{\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^-\}$ de fapt au loc două etape de neutralizare. Cantitățile sumare de căldură Q , degajată în cazurile **A** și **B**, sunt egale respectiv cu 9544 J și 10444 J. Valorile $\Delta H_{\text{exp}}(\mathbf{A})$ și $\Delta H_{\text{exp}}(\mathbf{B})$ sunt egale cu -47720 J și -52220 J, în timp ce valoarea teoretică este de -57000 J. Abaterile de la valoarea teoretică, $\varepsilon(\mathbf{A})$ și $\varepsilon(\mathbf{B})$, sunt egale cu 17 % și 8,4 %. Exemplu demonstrează elocvent veridicitatea legii Hess, fiind pentru elevi o dovada convingătoare și frumoasă a respectării Principiului I al Termodinamicii.

Figurile 2 și 3 descriu procesele, în care un aport important are procesul de hidratare, iar acesta la rândul său este strâns legat cu regrupările legăturilor de hidrogen. Ponderea legăturilor de hidrogen scade dramatic în mediul bazic, și crește la micșorarea pH al mediului [6], ce se reflectă asupra stării biomoleculelor, inclusiv a celulozei [7]. Astfel, măsurarea efectelor termice ale proceselor chimice reprezintă un instrument de cunoaștere a chimiei și a disciplinelor conexe, în special biologiei.

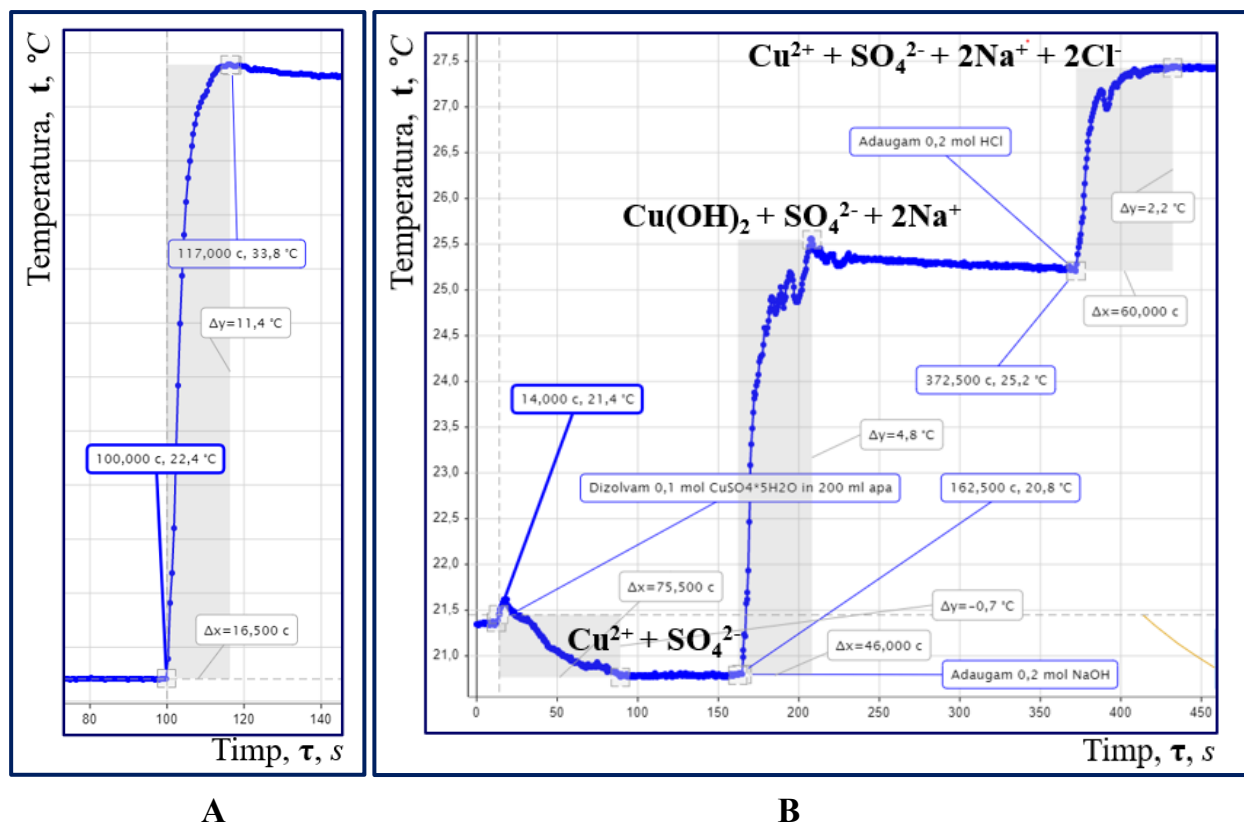


Figura 3. Curbele termocinetice ale proceselor de neutralizare: A – neutralizarea 100 mL soluție NaOH 2M cu 100 mL soluție HCl 2M; B – neutralizarea în două trepte, prin formarea 0,1 moli Cu(OH)₂, urmată de dizolvarea lui în 0,2 moli HCl

Concluzii

Curbele termocinetice obținute reflectă adecvat valorile efectelor termice ale proceselor chimice. Abaterile de la valorile teoretice se datorează capacității termice ai instalației de măsurare și realizării experiențelor în sisteme concentrate. Se recomandă utilizarea experiențelor demonstrative și cercetărilor individuale în sisteme cu concentrații nu mai mult de 0,01 mol/L, utilizarea unui calorimetru, confecționat din materiale ușoare (PP, ori LDPE) Senzorul autonom de temperatura „PASCO Wireless” reprezintă un instrument eficient pentru studierea proprietăților soluțiilor, disociației electrolitice, echilibrului, vitezei, dar și ajută profesorului în formarea la elevi a modului științific argumentat de gândire. Înregistrarea curbelor termocinetice poate fi folosită pentru

demonstrarea, interpretarea și valorificarea diferitor procese biologice, ecologice și industriale (formarea legăturii de hidrogen, fenomene de hidratare, efectele de seră etc). Se cere reintroducerea în curriculum a noțiunilor de entalpie și entropie, astfel ca elevii să facă față provocărilor și trendurilor secolului XXI.

Bibliografie

1. BAERLE, I.; BAERLE, A. Utilizarea graficelor pentru rezolvarea problemelor de calcul la chimie. În: *Materialele Conferinței Științifice Republicane „Chimia secolului XXI”*, Bălți, 2016, p. 13-18. ISBN 978-9975-3145-1-0.
2. BAERLE, A.; BAERLE, I. The Methodological Aspects of Teaching Thermodynamics: From Civic Education to New Understanding of Carbon Footprint. În: *The 6-th Int. Conf. Ecol. and Env. Chem.*, 2017, Chișinău. Book of Abstracts, pp. 206. ISBN 978-9975-51-810-9.
3. HENRY, M. *Thermodynamics of Life*. Substantia, 2021, 5(1), pp. 43-71.
4. BAERLE, A. *Prolongarea funcționalității compușilor biologic activi în compozițiile alimentare*. Chișinău, Tehnica-UTM, 2023. 177 p.
5. ATKINS, P.; PAULA, J. *Physical Chemistry. 8-th Edition*. Oxford University Press, 2006. 1053 p.
6. ANKU, G.; MIHIR, S.; KHORSED, A. et al. Role of water structure in alkaline water electrolysis. În: *iScience*, 2022, Volume 25 (8), 104835.
7. WOHLERT, M.; BENSELFELT, T.; WÅGBERG, L. et al. Cellulose and the role of hydrogen bonds: not in charge of everything. În: *Cellulose*, 2022 (29), pp. 1–23.

DESIGNUL EDUCAȚIONAL AL PROIECTELOR STE(A)M**Nadejda CAZACIOC**, drd., asistent universitar, profesor de Chimie<https://orcid.org/0000-0002-1086-633X>

UPSC, LT Ștefan cel Mare și Sfânt Căușeni Taraclia

Ileana Simona ȘEREMET, profesor de Geografie<https://orcid.org/0000-0002-5809-5909>

LT Mihai Eminescu Căușeni

Rezumat. Perfecționarea din perspectiva noilor educații prin strategii didactice inovative oferă perspective științifice și metodologice de ordin procedural prin care învățarea devine aprofundată, extinsă și interdisciplinară. Constatat este faptul că procedurile didactice euristice pe bază unor dezbateri și activități demonstrative intensifică înnoirea permanentă a concepției didactice. Reformele din sistemul educațional se bazează pe perfecționare continuă a demersului pedagogic, pentru a oferi servicii pedagogice de calitate, instruire ale personalului, formare continuă a cadrelor, implicații științifice în sfera științelor educației, sporirea eficienței proceselor de învățare și îmbunătățirea designului educațional în baza tehnologiei didactice. Educația tinde să se deschidă problematicii lumii și să evolueze către învățarea continuă și care să meargă mână în mână cu reforma societății în general. Din aceste perspective educația STEAM, devine puntea de legătură prin care problemele și provocările lumii contemporane pot fi dimensional și interdependent conectate la noile tehnici și tehnologii de ordin global imperativ.

Cuvinte cheie: educație, design educațional, educație STE(A)M.

Abstract. The improvement from the perspective of new educations through innovative didactic strategies offers scientific and methodological perspectives of a procedural order through which learning becomes in-depth, extensive and interdisciplinary. It has been established that heuristic didactic procedures based on debates and demonstrative activities intensify the permanent renewal of the didactic concept. Reforms in the education system are based on the continuous improvement of the pedagogical approach, to provide quality pedagogical services, staff training, ongoing staff training, scientific implications in the educational sciences, increasing the efficiency of learning processes, and improving educational design. based on didactic technology. Education opens up to the problems of the world and evolves towards continuous learning that goes hand in hand with the reform of society in general. From these perspectives, STEAM education becomes the bridge through which the problems and challenges of the contemporary world can be connected dimensionally and interdependently to the new techniques and technologies of imperative global order.

Keywords: education, educational design, STE(A)M education.

Introducere

La nivel global, societatea a devenit din ce în ce mai dependentă de tehnologie, condițiile dinamice și competitive necesită gânditori divergenți, cu cunoaștere atât adaptabilă, cât și unică, precum și cu capacitatea de a dezvolta o multitudine de concepte și observații amănunțite privind lărgirea și ridicarea conceptelor existente. Metodologia de predare contemporană este influențată de evoluția cunoștințelor științifice, a noilor

tehnologii, a tendințelor în societate și în piața de muncă [6]. A devenit crucial să se incorporeze piloni creativi în educația STE(A)M, intitulăți „Arte”, pentru a îmbogăți acest domeniu cu componente inovatoare. Educația STEAM este un imperativ al timpului pe care îl trăim, puntea de legătură dintre conținuturile curriculare și realitatea trăită de elev. Interdisciplinaritatea reprezintă acele „cărămizi” din care este zidită această punte [2]. Deschiderea școlilor spre problematicile lumii contemporane tinde să evolueze către o învățare continuă din punct de vedere a nevoilor și resurselor fiecărei colectivități. Învățarea trebuie să se transforme într-o realitate socio-pedagogică cu condiția că educația școlară să devină o fază inițială a formării continue orientată ferm spre resursele societății contemporane. Rolul școlii în contextul educației permanente, devine tot mai complexă și responsabilă în ceea ce privește ameliorarea și îmbunătățirea calității vieții [1]. Noile abordări din sistemul de învățământ din perspectiva calității necesită un bransament normativ al activităților prin care să se asigure principiul libertății în educație. Sistemul educațional trebuie să se axeze pe valorizarea prin produse care să demonstreze capacitatea educabililor de a aplica în practică cele studiate [3].

Conceptul educațional STE(A)M este adesea asociat cu modele de învățare constructiviste, cum ar fi învățarea bazată pe proiecte, învățarea bazată pe probleme și învățarea prin investigare. Formarea competențelor prin intermediul abordărilor didactice conexe conceptului educațional STE(A)M antrenează la educabili abilitățile secolului 21, cum ar fi rezolvarea problemelor, gândirea creativă, dezvoltarea abilităților de gândire computațională a elevilor, abilităților de proces științific și gândirea critică.

Procesul de învățare se concentrează în jurul a ceea ce fac elevii ca indivizi care se angajează în construirea cunoștințelor, în timp ce procesul de predare este dirijat de către profesori ca facilitatori ai învățării [4]. Ambele procese au loc concomitent și se integrează într-un tot întreg pe parcursul întregului act de predare-învățare-evaluare.

În vederea eficientizării învățării, Curriculum-ul este conceput ca document și instrument normativ, prin care învățarea să se realizeze într-un mod integralist, sistematic și standardizat, asupra parcursului educațional la disciplinele de studiu. Curriculum-ul disciplinar este proiectat astfel încât să corespundă așteptărilor societății actuale, prin care se monitorizează constant rezultatele scontate ale învățării. Curriculum disciplinar se axează pe referințe teoretice și conceptuale, pe acele demersuri inovative de ordin teleologic, fiind ierarhizat conform competențelor cheie, transversale, transdisciplinare, generale și specifice.

Derivatele curriculare de ordin metodologic pune accentul pe interacțiunea elevului cu teorii, legi, principii, concepte și noi paradigme [7]. Structurarea activităților curriculare se axează pe proiectarea, organizarea, desfășurarea și evaluarea sistematică a activităților.

Metode și materiale

Designul educațional al activităților didactice este conceput conform planului de învățământ, curriculumu-lui, manualului școlar și orarului școlar. Designul lecției reprezintă acea secvență a învățării ce cuprinde valențele interstrategice a componentelor curriculare Figura 1.

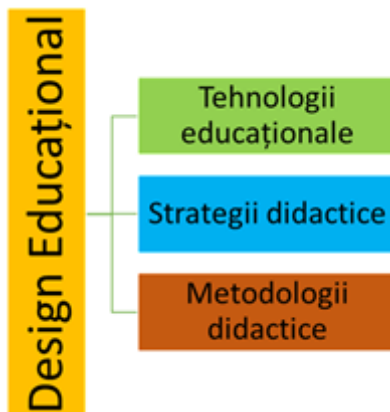


Figura 1. Structura Designului Educațional axat pe Concepte Procedurale

Educația integrată STEAM vine cu o schimbare la nivel de paradigme pedagogice pentru a încorpora tehnicile de rezolvare a problemelor din lumea reală sau bazate pe transferul realității în curriculumul școlar. În cadrul conceptual al educației STEAM colaborarea reprezintă punctul forte care permite cadrelor didactice să identifice „nodurile interdisciplinare” și să structureze corespunzător monodisciplinarității laturile cercetării multidisciplinare din cadrul proiectului. Prin intermediul proiectelor STE(A)M, elevii își pot construi propria viziune valorificându-și competențele personale prin activități motivaționale de învățare [9].

Instruirea din perspectiva conceptului educațional STE(A)M prin proiecte se referă la înțelegerea sistemică și structuralistă a învățării centrate pe elev și formării de competențe. Învățarea se realizează în comun, dar procesul în sine se caracterizează prin [8]:

- ✓ crearea unui mediu de învățare complex;
- ✓ selectarea unor conținuturi variate ale învățării;
- ✓ stabilirea unor sarcini autentice de învățare;
- ✓ bazat pe interacțiunea socială;
- ✓ axat pe responsabilitate personală.

Designul educațional axat pe abordările STEAM se concentrează pe conținuturile *difuze* ale învățării și distribuirea lor în activități practice [5]:

1. principii senzorial-logice;
2. conexiuni dintre teorie și practică;
3. activarea cunoștințelor;

4. sistematizarea conținuturilor;
5. accesibilitatea cunoștințelor conform particularităților de vârstă;
6. individualizarea învățării;
7. aplicarea cunoștințelor.

Aceste principii trebuie să se concentreze prin motivație înaltă, modernitate, integrativitate, pluri- și interdisciplinaritate, globalitate, implicarea disciplinelor prioritare: biologie, chimie, fizică, geografie, matematică, informatică, educație tehnologică etc. Schema logică sau cadrul logic al unui proiect STEAM trebuie să reflecte demersul didactic, respectând modelele didactice recomandate în curricula școlară. profesorul are libertatea de a alege cele mai potrivite modele, conceptualizând designul didactic din perspectiva proiectelor STE(A)M Figura 2.

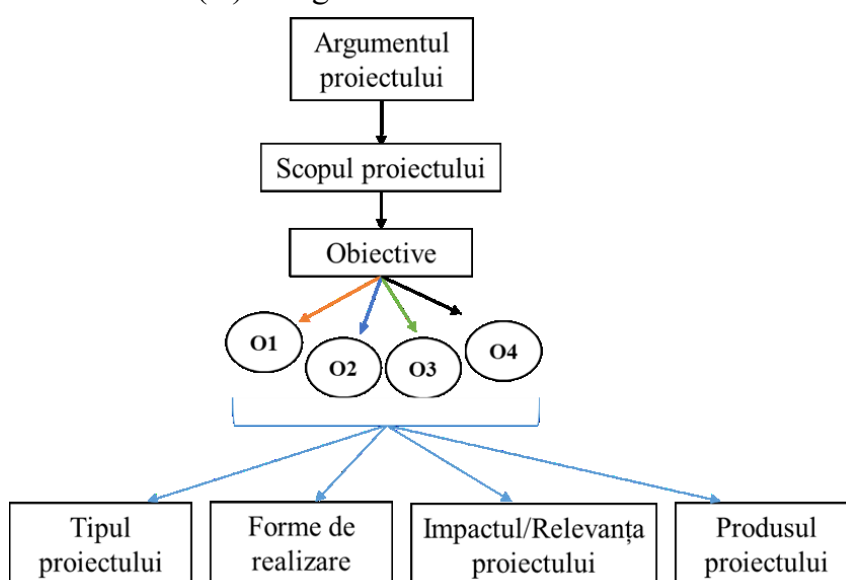


Figura 2. Schema logică a unui Proiect STE(A)M

Rezultate și discuții

În lucrarea de față propunem o problemă a lumii contemporane, care are ca imperativ promovarea educației în baza proiectelor de cercetare STE(A)M, respectând cadrul logic de elaborare și design educațional.

- *Proiect STEAM clasa XI-a „Resursele alimentare – problematica contemporaneității”*

Argumentul proiectului: În prezent există o problemă fundamentală a lumii contemporane la nivel mondial și anume asigurarea cu resurse de hrană suficiente pentru întreaga populație a planetei. În ultimul deceniu se înregistrează o discrepanță în privința consumului produselor agroalimentare. Din punct de vedere al resurselor agroclimatice există un deficit de produse alimentare datorită fluctuațiilor condițiilor naturale.

Problema cercetării: Fondul funciar al Terrei poate asigura cu resurse agroclimatice o populație de 2-3 ori mai mare decât ce-a actuală? Ce parte din statele lumii înregistrează o creștere a produselor agroalimentare? Cum poate fi diminuată problema hranei în lume?

Scopul proiectului: Rezidă în formarea competențelor și practicilor agricole ale elevilor, precum și îmbogățirea cunoștințelor privind metodele de cercetare a produselor agroalimentare la investigarea diverselor fenomene climatice, în vederea soluționării deficiențelor cu resurse de hrană la nivel mondial.

Obiectivele proiectului: La finele proiectului, elevul va fi capabil:

1. să analizeze sistemul economic general privind producția cerealiară la nivel regional, global;
2. să realizeze hărți tematice, resurse agroclimatice, tipuri de plantații;
3. să descrie caracteristica agriculturii intensive și mecanizate asupra calității produselor alimentare;
4. să utilizeze cunoștințele fizice, chimice, biologice și geografice, antreprenoriale privind soluționarea erozională a terenurilor agricole;
5. să aprecieze aportul tinerilor la creșterea calitativă și cantitativă a produselor agricole, terenurilor degradate prezentând propriilor soluții și cercetări.

Tipul proiectului: proiect de cercetare STEAM

Forma de realizare: în grup

Impactul / Relevanța proiectului: Proiectul „Resursele alimentare – problematica contemporaneității”, urmărește dezvoltarea următoarelor abilități:

- 1) valorificarea cunoștințelor teoretice și practice ale elevilor;
- 2) transferul cunoștințelor din domeniul istoric, geografic, biologic, chimic, fizic, matematic, informatic și antreprenorial în activități de cercetare, rezolvare și soluționare de probleme;
- 3) participare responsabilă, conștientă în activități experimentale, în vederea rezolvării unei situații-problemă la nivel mondial;
- 4) formarea unui comportament grijuliu față de resursele naturale;
- 5) demonstrarea propriilor soluții la îmbunătățirea produselor agroalimentare și diminuarea degradării terenurilor agricole.

Tabelul 1. Caracterul interdisciplinar al problemei cercetate

Legăturile interdisciplinare	Subiecte de cercetat
Istorie	Analizați din punct de vedere cronologic sistemul economic: agricol (la nivel mondial) în anumite perioade: anii -500 și -1000 ani, sec XVI, al XIX-lea, XX-lea, până în prezent. Realizarea unui document cronologic DOC1. Analizați statistic populația și anumite producții cerealiere (grâu, porumb, ovăz) spre

	exemplu anii 1980-2014, pentru statele slab dezvoltate (Moldova, Ucraina) și statele puternic dezvoltate (China, India) prin realizarea unui Tabel – DOC2
Geografie	Elaborați o hartă completă privind potențialul resurselor agricole, evidențiind statele cu un potențial agricol ridicat și statele cu potențial agricol limitat pentru următoarele resurse agroclimatice: plantații, pomicultura, cereale, creșterea animalelor, păstorit, pășunat excesiv. (FIG)
Chimie	Precizați caracteristicile produselor agroclimatice din perspectiva chimizării corespunzătoare la utilizarea substanțelor chimice și estimarea poluării solului – creșterea concentrației de săruri din sol. Realizarea unei hărți indicator de utilizare a celor mai frecvente substanțe chimice estimate- DOC3
Biologie	Realizați o listă a tipurilor de plantații inclusiv caracteristicile lor și modul de valorificare până în prezent- DOC4
Pedosfera	Specificați mediul (învelișul de sol) pe care se dezvoltă plantele și tipul de vegetație spontană de unde acestea își extrag substanțele nutritive.
Matematică	Calculați suprafața potențial cultivabilă (fondul funciar) desfășurată conform situației: Suprafața agricolă * coeficient (numărul de culturi agricole practicabile = 1,2,3... etc). Calculați suprafața actuală a solurilor utilizate agricol, exprimate în %, [ex: 32 mil.km ² = 1/3 (11%)]
Informatică	Utilizați aplicația infografică Piktochart prin care să editați interactiv hărți și elemente grafice ale statelor cu potențial agricol ridicat și potențial agricol limitat.
Educație antreprenorială	Estimați țările ce dețin o agricultură comercială și producție ridicată în proporție cu creșterea populației și posibilităților proprii (nivelul prețurilor). Propuneți un plan de acțiuni care să permită: - dezvoltarea infrastructurii agricole, -realizarea de investiții, - extinderea irigațiilor (în special în zonele de stepă, sau a zonelor, țărilor în curs de deșertificare- aridizare), - climatizarea terenurilor și aclimatizarea culturilor agricole, - ameliorarea eroziunii accelerate prin plantarea soiurilor cultivabile. Propuneți soluții și posibilități de utilizare a terenurilor în agricultură privind următoarele dimensiuni: - creșterea productivității terenurilor actuale; - dezvoltarea practicilor agricole care să permită creșterea calitativă și cantitativă a produselor agricole; - conservarea resurselor de sol; - practicarea agriculturii mecanizate și chimizării corespunzătoare; - irigarea terenurilor semiaride cu fertilitate redusă.

Acțiunile realizate în cadrul proiectului

Etapa inițială a proiectului a constat în analiza situațională a problematicii resurselor de hrană la nivel regional, mondial, analizând consumul alimentar per familie. Elevii vor investiga cronologic producțiile agricole și alimentare locale estimând la nivel global, pentru a înțelege consumul rațional de produse alimentare și impactul țărilor slab dezvoltate în producția și consumul de produse.

O altă etapă importantă a produsului a constat în analiza geografică a resurselor agricole, subliniind statele cu potențial ridicat și cele limitate în cultivarea diverselor culturii agricole. Elevii vor analiza și tipologiile de sol, cultivarea culturilor agricole conform substanțelor nutritive din sol, precum și terenurile agricole afectate de eroziune.

Următoarea etapă a proiectului vizează caracteristica chimică a produselor cu destinație agricolă și efectul lor asupra creșterea nivelului de săruri din sol, aplicarea nerațională a substanțelor chimice și efectele asupra organismului și analiza calității produselor. Elevii vor analiza și etichete ale produselor alimentare, din diverse state și vor analiza cantitatea de E-uri și modul în care acestea afectează produsele și ulterior sănătatea consumatorilor.

Analiza statistică a suprafețelor cultivate, va permite elevilor să își formeze conexiuni logico-matematice, privind coeficientul, numărul de culturi agricole practicabile la nivel regional și global. Prin implicațiile informatice și abilitățile digitale, elevii au realizat o serie de editări grafice, secvențiale, design grafic, pentru a demonstra mai ușor problemele de ordin global privind resursele alimentare.

Activități relevante au fost și discuțiile cu diverși antreprenori, agricultori de la care elevii au obținut informații despre semănarea culturilor agricole, ce trebuie să cunoască un tânăr agricultor, de ce cunoștințe are nevoie și care sunt pașii privind creșterea producției agricole, producerea de alimente bio, diminuarea substanțelor chimice, lupta împotriva bolilor și dăunătorilor, măsuri întreprinse împotriva secetelor, renovarea terenurilor agricole până la dezvoltarea unei afaceri de succes.

Concluzii

Prin astfel de proiecte de cercetare se creează noi posibilități de a înțelege procesele și fenomenele geografice, pun în evidență complexitatea lumii contemporane și schimbările acestora, legătura și conexiunile dintre diferiți factori geografici, și posibilitatea de a demonstra rolul elevilor în propunerea de soluții relevante la situații actuale. Structura și modul de abordare al proiectelor de cercetare STE(A)M demonstrează implicarea directă a elevilor în problemele observate direct, le permite să își formeze noi comportamente, imagini clare asupra lumii contemporane. Proiectele STE(A)M bazate pe cercetare, investigare și acțiune, formează în primul rând competențe, aptitudini și atitudini necesare astăzi.

Studiul a fost realizat cu suportul financiar al proiectului din cadrul Programului de Stat (ANCD) 20.80009.5007.28. Elaborarea noilor materiale multifuncționale și a tehnologiilor eficiente pentru agricultură, medicină, tehnică și sistemul educațional în baza complexilor metalelor „s” și „d” cu liganzi polidentati.

Bibliografie

1. ARHIP, A.; PAPUC, L. *Noile educații – imperative ale lumii contemporane*. Chișinău: CEP Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, 1996. 144 p. ISBN 5779003572.
2. CAZACIOC, N.; ȘEREMET, I.-S.; COROPCEANU, E. Abordări conceptuale STE(A)M axate pe probleme interdisciplinare. In: *Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă: Chimie*, Ed. 9, 19-20 martie 2022, Chișinău. Chișinău: Tipografia Universității de Stat din Tiraspol, 2022, Ediția 9, Vol.2, pp. 168-175. ISBN 978-9975-76-391-2 (PDF).
3. CAZACIOC, N.; COROPCEANU, E. Educația STE(A)M – o nouă paradigmă a învățării. In: *Cultura cercetării pedagogice: provocări și tendințe contemporane*, Ed. 1, 5-6 iunie 2021, Chișinău. Chișinău: Tipografia Universității de Stat din Tiraspol, 2021, Ediția 1, Vol.3, pp. 22-33. ISBN 978-9975-76-348-6.
4. COJOCARU, V. *Calitatea în educație. Managementul calității*. Chișinău: Tipografia Centrală, 2007. 268 p.
5. COLUCCI-GRAY, L. The STEM, STEAM, STEAME debate: What does each term mean and what theoretical frameworks underpin their development?. *Debates in Science Education*. 2nd ed. Dillon J., Watts M. London: Routledge, 2023. pp. 13-26.
6. COROPCEANU, E.; CODREANU, S. *Formation of the chemistry research competence in the interdisciplinary university context*. Craiova: Sitech, 2022. 232 p. ISBN 978-606-11-8277-0.
7. Curriculum disciplinar la geografie. Ghid de implementare clasele a V-a – a XII-a. Chișinău, 2019. ISBN 978-9975-3437-0-1.
8. LUPIÓN-COBOS, T. et all. STEAM Interventions with Inquiry and Contextualization Strategies. Training for the transfer. In: *Esera*, Cappadocia, 2023.
9. PLACINTA, D.; COROPCEANU, E. Proiectele STE(A)M – fundament al învățării active la biologie. In: *Acta et commentationes (Științe ale Educației)*, 2020, nr. 2(20), pp. 13-23. ISSN 1857-0623. DOI: 10.36120/2587-3636.v20i2.13-23.

ABORDĂRI INTER- ȘI TRANSDISCIPLINARE ÎN PREDAREA BIOLOGIEI**Bogdan-Anton FEȚANU**, profesor de biologie<https://orcid.org/0009-0002-6671-3591>

Liceul Teoretic „Marin Preda” București

Rezumat. Articolul cuprinde aspecte benefice ale folosirii predării inter și transdisciplinare, pentru a putea fi mai aproape de nevoile omului contemporan. Am argumentat cu exemple concrete modalitatea de aplicare a acestor metode la lecțiile de biologie. În același timp sunt descrise lecții în care poate fi aplicat proiectul STEAM la disciplina biologie.

Cuvinte-cheie: interdisciplinaritate, transdisciplinaritate, competențe, lucrare practică, STEAM.

Abstract. The article includes beneficial aspects of the use of inter and transdisciplinary teaching, in order to be closer to the needs of contemporary man. I have argued with concrete examples how to apply these methods to biology lessons. At the same time, lessons are described in which the STEAM project can be applied to the discipline of biology.

Keywords: interdisciplinarity, transdisciplinarity, skills, practical work, STEAM.

Disciplina biologie este prevăzută în planul-cadru de învățământ, la aria curriculară Matematică și științe ale naturii. Programa de biologie vizează, în primul rând, formarea competențelor cheie specifice disciplinei (competențe matematice și competențe de bază în științe și tehnologii), dar contribuie și la formarea altor competențe cheie cum ar fi: comunicarea în limba maternă, a învăța să înveți, competența în utilizarea noilor tehnologii informaționale și de comunicație, competența socială și civică, inițiativă și antreprenariat, sensibilizare culturală și exprimare artistică.

Competențele, valorile și atitudinile de care au nevoie elevii noștri pentru reușita personală și socială nu pot fi formate în întregime prin intermediul disciplinelor școlare clasice.

Este evident faptul că organizarea învățării pe criteriul disciplinelor formale clasice este insuficientă într-o lume caracterizată de o explozie informațională și de o dezvoltare puternică a tehnologiilor. O învățare dincolo de discipline, parcurgerea unui curriculum integrat poate fi mai aproape de nevoile omului contemporan.

Cu toate acestea, în mare parte școala contemporană se focalizează pe predare. Din păcate se procedează așa din cauza lipsurilor cronice de resurse materiale și umane.

Profesorul care predă o disciplină, mai ales dacă această disciplină are caracter științific, trebuie să fie conștient în primul rând că domeniul pe care-l predă este într-o continuă evoluție și, datorită acestei evoluții unele cunoștințe devin perimate și altele le iau locul. În acest caz, profesorul însuși trebuie să fie capabil să fie deschis spre experiențe noi și să caute să se informeze continuu despre noutățile apărute în domeniul

pe care-l predă elevilor și despre modalitățile prin care poate ajunge mai ușor la sufletul copiilor.

Transdisciplinaritatea ridică probleme mai serioase decât predarea clasică axată pe monodisciplinaritate. Particula „trans” se referă la depășirea unor granițe considerate până la un punct de netrecut. Ca de fiecare dată când se trece o graniță apare ideea de aventură, de explorare a unui domeniu nou care ne este nefamiliar, ca să nu spunem aproape necunoscut. La trecerea graniței poate apărea în mod normal și un disconfort, chiar un sentiment de nesiguranță. Fără granițele bine știute de noi, lucrurile nu mai par atât de ușor de controlat și riscăm să ne rătăcim dacă nu ne găsim destul de repede repere sigure.

De aceea, profesorul care se aventurează într-un proces de predare cu caracter inter și transdisciplinar trebuie să fie foarte bine pregătit pentru a putea avea rezultatele scontate.

Dacă putem concluziona că transdisciplinaritatea nu este un scop în sine și că aceasta trebuie pusă în slujba beneficiarului ei, elevul, devine necesar să definim bine obiectivele acestui tip de predare și să insistăm asupra beneficiilor pe care le poate aduce.

Omul în general și copilul în special arată o curiozitate care nu este egalată de nici o altă ființă. A fi curios poate fi deseori și un act de curaj deoarece cunoașterea noului nu este totdeauna lipsită de pericol. De aceea transdisciplinaritatea poate fi definită ca o tatonare a unor zone noi demne de cunoscut. Dar în explorare se pornește întotdeauna din teritoriul cunoscut, de aceea profesorul care dorește să-și ghideze elevii spre teritorii noi, ce țin de alte discipline trebuie să-și cunoască foarte bine propria disciplină.

Psihologii dezvoltării atrag atenția că, până să ajungă la vârsta majoratului, copiii sunt mai deschiși spre achiziția din domenii diferite, creând legături inedite între informații. Îndeosebi judecata prin analogie funcționează din plin la copii, Cercetările dovedesc că rezolvarea problemelor, mai ales a celor complexe prin utilizarea analogiilor este strâns legată de o bună funcționare a capacității cognitive.

Astfel de argumente aduse de cercetările psihologilor susțin cel mai bine eforturile pedagogilor de a-și justifica și pregăti activitățile transdisciplinare.

În procesul educațional, acel profesor care nu predă decât simple informații și acele informații sunt doar acelea care se încadrează strict în disciplina în care este specializat, este înconjurat de limite care închid și riscă să transmită această nefericită închidere și elevilor săi. În schimb, acel profesor capabil să utilizeze analogiile, metaforele și informațiile din domenii conexe și nu numai, deși își are centrul de greutate în domeniul său, este înconjurat de limite care deschid și poate fi o foarte bună călăuză pentru elevii săi.

Un profesor care predă interdisciplinar își va păstra în primul rând vie curiozitatea și va avea spiritual tânăr.

O abordare intra-, inter-, transdisciplinară în lecțiile de biologie este necesară, prin natura domeniului de cunoaștere. Se concretizează în limbajele, metodele și mijloacele abordate de cadrul didactic. Această abordare pluridisciplinară se poate realiza fie în cadrul orelor propriu-zise din planul-cadru, curriculum comun, fie în cadrul unor opționale integrate.

În ceea ce privește biologia, voi prezenta anumite direcții prin care un profesor de biologie poate îmbina o anumită lecție într-un mod foarte creativ cu un alt profesor, cu un alt conținut, de la altă disciplină.

Cum bine știm, biologia se află în aria curriculară „Matematică și științe”, deci vom porni mai întâi abordarea pe verticală în cadrul aceleiași arii curriculare. Un opțional de științe ar putea cuprinde lecții în care să se coreleze biologia cu matematica, fizica sau chimia.

De pildă, pentru a dezvolta competența „Rezolvarea unor situații problemă din lumea vie pe baza gândirii logice și a creativității” se poate calcula volumele respiratorii, determinarea anumitor constituenți din sânge etc., folosind formule matematice.

Biologia și chimia sunt foarte strâns legate, rezultând o știință nouă, și anume biochimia. Multe conținuturi la biologie nu pot fi predate fără a face trimitere la chimie: compoziția chimică a celulei, a sângelui, urinei, solului, formulele chimice ale hormonilor, determinarea anumitor compuși organici: proteine, glucide, lipide, acizi nucleici.

Cu fizica, de asemenea se poate realiza interdisciplinaritate/ transdisciplinaritate, rezultând o „nouă” disciplină: biofizica, cu implicații chiar medicale. Prin interacțiunea biologie-fizică se pot studia anumite aspecte precum: termoliza, termogeneza, influența gravitației asupra plantelor, noțiuni de aerodinamică sau hidrodinamică, sistemul de pârghii în cazul articulațiilor, funcționarea sistemului mușchi-oase-articulații, noțiuni de optică, noțiuni de acustică.

Cu celelalte discipline, vom dezvolta o abordare interdisciplinară externă. De pildă cu geografia, biologia se intersectează în ramura numită ecologie și protecție a mediului (studiul factorilor geografici, geologici, mecanici care influențează dezvoltarea ecosistemelor), influența climatului, a poziției geografice, a substratului asupra răspândirii organismelor și fenomenele de adaptare ale acestora (de exemplu transformarea frunzelor de cactus sub formă de țepi ca o adaptare la secetă).

La orele de istorie se pot studia anumiți biologi remarcabili precum George Emil Palade, Grigore T. Popa, Victor Babeș, Emil Racoviță, Nicolae Paulescu, Marie Curie, Ivan Petrovici Pavlov, Gregor Mendel, Louis Pasteur, descoperirile și cercetările lor, implicațiile lor în domeniul științelor exacte și progresul adus medicinei și farmaciei.

Se poate îmbogăți și vocabularul unei limbi de circulație internațională cu cuvinte ce denumesc structuri, organe, părți ale organismului, fenomene biologice. Toate

noutățile din domeniul științific sunt prezentate în engleză sau într-o limbă de circulație internațională. Denumirile științifice ale organismelor sunt în latină sau sunt cuvinte latinizate.

Prin corelarea lecțiilor de educație socială cu biologia putem înțelege necesitatea păstrării mediului curat, pentru că problemele de mediu, dezastrele ecologice pe care le observăm în jurul nostru ne influențează viața

Aspectele etice privind clonarea terapeutică sau reproductivă, transfuziile de sânge sau transplantul de organe pot fi discutate, argumentate atât la orele de biologie, cât și la cele de religie sau filosofie.

Informatica este nelipsită și din acest domeniu al biologiei. S-au putut dezvolta diverse platforme educaționale, crea resurse educaționale deschise digitale, putem urmări diverse structuri anatomice, procese fiziologice cu ajutorul unor softuri, programe de vizualizare 3D (circulația sângelui, sistemul muscular, osos, disecții virtuale, analize histologice), se pot crea teste și jocuri interactive la calculator etc. Practic informatica s-a integrat prin „Instruirea asistată de calculator” ca o metodă modernă de predare.

Așadar refacerea atitudinii sănătoase față de educația științifică și tehnică constituie un pas obligatoriu pentru declanșarea unui progres economic real al societății noastre.

Primul pas, cel mai simplu, mai ușor de realizat și de implementat este introducerea conceptului de educație STEM capabil să formeze oameni adaptați la o societate, dezvoltată tehnologic, științific și economic.

Elevii care sunt angrenați în activități concrete cu suport tehnic și experimental participă cu maximă determinare la formarea deprinderilor necesare viitorului om de știință, inginer, tehnician.

STEM reprezintă cadrul concret educațional optim vârstei în care tinerii își manifestă și satisfac curiozitățile, își perfecționează aptitudinile legate de utilizarea instrumentelor și aparatelor, folosește ingeniozitatea și își consolidează creativitatea.

Din nefericire, în România nu există la nivel preuniversitar (conform cunoștințelor mele) educație STEM/STEAM instituționalizată, nu există proceduri, programe, ghiduri metodologice sau pilotare.

Totuși, există profesori, care prin natura disciplinei predate, promovează conceptele STEM. O temă experimentală dată elevilor pentru acasă poate presupune elemente de proiectare specifică domeniului ingineresc, de tehnologie a materialelor și execuție tehnică.

Cele mai evidente manifestări STEM se petrec acolo unde se organizează activități tehnice și științifice extrașcolare, cluburi de robotică, opționale integrate sau când sunt organizate proiecte pentru diferite concursuri. Sunt puțini, profesori care fac acest lucru, mai ales având în vedere că aceste activități nu sunt remunerate iar în principal fondurile

pentru aceste activități sunt asigurate din sponsorizări ori contribuția profesorilor și elevilor/părinților.

Și în cadrul lecțiilor de biologie poate fi aplicat conceptul STEM. De exemplu la capitolul sistemul locomotor la om (tipuri de oase, rolurile oaselor, scheletul, tipuri de articulații după mobilitate, principalele grupe de mușchi, proprietățile mușchilor, relația mușchi - oase - articulații în realizarea mișcării), elevilor le este solicitat să realizeze o machetă a segmentelor corpului uman ce evidențiază rolul de pârghii al oaselor. Pentru acest proiect elevii aplică și competențele dobândite în cadrul lecțiilor de fizică, precum și de tehnologie a materialelor și execuție tehnică cât se poate de potrivită scopurilor.



Figura 1. Lucrare practică realizată de elevi după conceptul STEM

La capitolul organe de simț la om – ochiul (alcătuire și funcții) elevii sunt solicitați să realizeze o macheta a ochiului pentru a observa modul de formare al imaginilor pe retina, și modul cum se produc/corectează defectele de vedere. La acest proiect elevii folosesc cunoștințe de biologie, fizică optică, matematică.

Odată cu realizarea acestor proiecte practice se consolidează mult mai bine cunoștințele teoretice dobândite la fiecare disciplină

Concluzii

Așadar, organizarea predării doar pe monodisciplinaritate devine neperformantă. Trebuie să pledăm pentru lecții de inter-, intra-, transdisciplinaritate pentru ca elevii să aibă o viziune mai largă, într-o lume dinamică și complexă, caracterizată de explozie informațională și de dezvoltare a tehnologiei.

Lipsa de dotare a laboratoarelor școlare, coroborată cu lipsa de interes pentru activitățile practice a profesorilor, în special la științe, a condus la situații neverosimile: dispariția interesului pentru științe deoarece mare parte din lecții sunt pur teoretice, elevii neavând posibilitatea să aplice practic competențele dobândite, cu atât mai mult cu cât în România educația STEAM nu este implementată instituțional.

Bibliografie

1. *Programa școlară pentru disciplina BIOLOGIE clasele a V-a – a VIII-a*. Anexa nr. 2 la ordinul ministrului educației naționale nr. 3393 / 28.02.2017.
2. GREMALSCHI, A. *Ghid metodic pentru implementarea metodelor de instruire asistată de calculator*. Chișinău, 2021. Disponibil online: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/md/GHID-RO_pedagogic.pdf
3. PIAGET, J. *Psihologia inteligenței*. București: Editura Științifică, 1965.
4. *Abordări interdisciplinare și transdisciplinare ale curriculumului național*: simpozion: Câmpulung Moldovenesc, 25-26 noiembrie 2012. Editura George Tofan, 2012. ISBN 978-606-625-071-9.
5. BASARAB, N. *Transdisciplinaritatea*. Iasi: Editura Polirom, 1999.
6. *Fizică. Manual pentru clasa a VI-a*. Autori: Cristian Presură (coordonator), Daniela Berchez, Károly Bogdan, Petronela Angela Ioja, Aneta Mihalcsik. Editura Corint, 2019.
7. STANCIU, A. *Pledoarie pentru interdisciplinaritate: Biologie și... altceva*, În: „Revista Profesorului” București 2020 ISSN 2602-0068.

EVALUAREA FORMATIVĂ A REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII PRIN APLICAREA HĂRȚII CONCEPTUALE

Daniela FIODORCIUC, drd., profesoară de geografie

<https://orcid.org/0009-0006-8186-4944>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Colegiul „Mihai Eminescu” din Soroca

Rezumat. În existența noastră zilnică este prezentă evaluarea. Toate acțiunile, activitățile, opiniile, competențele pe care le demonstrăm sau le demonstrează alții sunt evaluate. Astfel, putem menționa că evaluarea este o activitate evidentă și necesară. În procesul educațional procesul de evaluare este vital. Aplicând metode interactive de evaluare, procesul educațional se animează și devine mai atractiv pentru elevi.

Cuvinte-cheie: evaluare, evaluare formativă, harta conceptuală, geografie.

Abstract. Evaluation is present in our daily existence. All actions, activities, opinions, skills that we demonstrate or others demonstrate are evaluated. Thus, we can mention that evaluation is an obvious and necessary activity. In the educational process the evaluation process is vital. By using interactive assessment methods, the educational process is animated and becomes more attractive for students.

Keywords: assessment, formative assessment, conceptual map, geography.

Evaluarea presupune realizarea unor acțiuni complexe și reprezintă după B. Bloom „formularea, într-un scop determinat, a unor judecăți asupra valorii anumitor idei, lucrări, situații, metode, materiale etc.” [apud 6, pag.11].

Voiculescu E. precizează că „termenul de evaluare desemnează ansamblul metodelor și procedeele didactice prin care se verifică, se apreciază și se notează nivelul de pregătire a elevilor, în raport cu obiectivele educaționale, cu criteriile și standardele de calitate ale procesului de învățământ” [7, pag.28].

Referindu-se la procesul educațional, R Glasser menționează că procesul de evaluare include patru componente: „obiective - situații de plecare – proceduri – rezultate” [apud.6, pag.17]. Deci, evaluarea poate fi realizată prin diverse proceduri, metode, tehnici educaționale și anume: pentru măsurarea evaluării se folosesc „teste educaționale”, pentru aprecierea evaluării sunt elaborate „criterii sau enunțuri descriptive”, iar pentru emiterea de judecăți se pot utiliza „interviul, tehnica Delphi, tehnica Remiss, tehnica grupului de referință (focus grup)” [3, volumul I, pag.10-12].

Evaluarea formativă este evaluarea realizată pe tot parcursul procesului educațional, după secvențe mici. Ea contribuie la stimularea elevilor pentru învățare, permite încadrarea tuturor elevilor în timpul lecțiilor, permite evaluarea imediată și aplicarea procedurilor de corectare sau completare, dacă sunt necesare. Deci, evaluarea formativă este un mijloc

eficient de ameliorare și prevenire a lacunelor în învățare, iar B.Bloom, J.B.Carroll ș.a o consider „principiu fundamental al unei activități didactice” [apud, 5, pag.307].

Cu privire la evaluarea formativă, I. Jinga și E.Istrate afirmă că „este un barometru pentru profesor și pentru elevi, deoarece le indică, pe tot parcursul instruirii, unde se situează rezultatele parțiale față de cele finale” [2, pag.390].

Iar în *Regulamentul privind evaluarea și notarea rezultatelor învățării, promovarea și absolvirea în învățământul primar și secundar*, capitolul 1, p. 2 se stipulează că „evaluarea formativă se realizează pe parcursul procesului didactic, vizează stabilirea relației dintre rezultatele învățării și cerințele programei de instruire, are ca scop ameliorarea procesului de instruire în vederea îmbunătățirii rezultatelor învățării”. Deci, putem afirma, că evaluarea formativă în cadrul lecțiilor este necesară și importantă pentru obținerea unor rezultate de calitate.

Evaluarea rezultatelor școlare se poate realiza prin mai multe metode. Conform Curriculum-ului național la geografie pentru clasele a X-XII-a, în anul 2020, capitolul V, „metodele de evaluare se referă la modalitățile prin care se evaluează procesul de învățare și rezultatele celui care învață”. După I. T. Radu metodele de evaluare pot fi clasificate după următoarele criterii: [6, pag.169-188].

Tabelul 1. Metode și procedee de evaluare didactică

<i>Criteriaul de clasificare</i>	<i>Metode de evaluare</i>	<i>Procedee de evaluare</i>
În funcție de circumstanțele în care se realizează evaluarea	În situații specifice de examinare	Chestionarea elevilor, aplicarea unor probe, examenul
	În afara situațiilor specifice de examinare	Observarea curentă, fișe de lucru, lucrări de creație
	În acțiuni extrașcolare	Concursuri, olimpiade
	Prin consultarea altor cadre didactice, a părinților	Conversația orală, chestionare
După natura probei	Verificări orale	Conversația de verificare, interviul, repovestirea, verificarea pe baza unui suport vizual (power point), cu acordarea unui timp de pregătire (examen oral), citirea unor dialoguri incomplete)
	Verificări scrise	Extemporale, lucrări de control, teze semestriale
	Verificări practice	Lucrări practice, de laborator, aplicații de teren
În funcție de dimensiunea secvenței de instruire	Probe inițiale Probe curente Probe de bilanț	Test inițial Extemporalul Teză semestrială
În funcție de factorii/ persoanele care evaluează	Evaluarea internă	
	Evaluarea externă	

Aplicând diverse metode și procedee de evaluare profesorul apreciază nivelul de pregătire și de cunoaștere a elevilor, calitatea competențelor acumulate de aceștia. În acest context, putem afirma că diversitatea metodelor și procedeele de evaluare utilizate de profesori în cadrul lecțiilor de geografie condiționează:

- atitudinea elevilor față de evaluarea școlară și față de disciplină (geografie);
- stilul de pregătire a elevilor la disciplina geografie;
- calitatea actului evaluativ la geografie;
- interesul elevilor față de disciplina geografie;
- corectarea lacunelor în cunoștințele elevilor, în urma aplicării feedback-ului.

La lecțiile de geografie profesorii folosesc atât metode tradiționale de evaluare, cât și metode alternative (complementare), interactive de evaluare.

Harta conceptuală, numită și harta de idei, harta mentală sau harta cognitivă este un organizator grafic și o metodă care se aplică și se realizează la etapa de evaluare în cadrul procesului didactic. Dulamă M. E. precizează că „pentru ca un astfel de organizator grafic să fie o hartă cognitivă, ar trebui să conțină elemente grupate logic, nu aleator” [1, p. 333].

Harta conceptuală este o metodă modernă de evaluare a învățării și reprezintă „un ansamblu de informații sau de concepte structurate în mod grafic, neliniar, logic, ierarhic sau semantic în jurul unui concept cheie sau termen cheie” [1, pag.333]. Pentru realizarea unei hărți conceptuale elevii analizează și sintetizează cunoștințele rezultate în urma învățării, le sistematizează, le clasifică și le reprezintă logic sub formă grafică. Astfel elevii organizează și grupează schematic informațiile învățate despre un concept sau un termen concret. Harta conceptuală poate conține cuvinte, figuri geometrice, culori, simboluri, etc. În centrul schemei se plasează conceptul cheie care are legătură cu ceilalți termeni prezentați în hartă. Termenii pot fi evidențiați prin cercuri, pătrate, dreptunghiuri sau alte figuri geometrice, care se unesc prin săgeți, astfel formând imagini structurate ierarhic și logic. Forma și structura hărților conceptuale poate fi diferită, în funcție de creativitatea elevului și cerințele profesorului. Dulamă M. E. menționează că „ea poate fi reprezentată într-un stil științific, un stil artistic, un stil amuzant etc.” [1, pag.333].

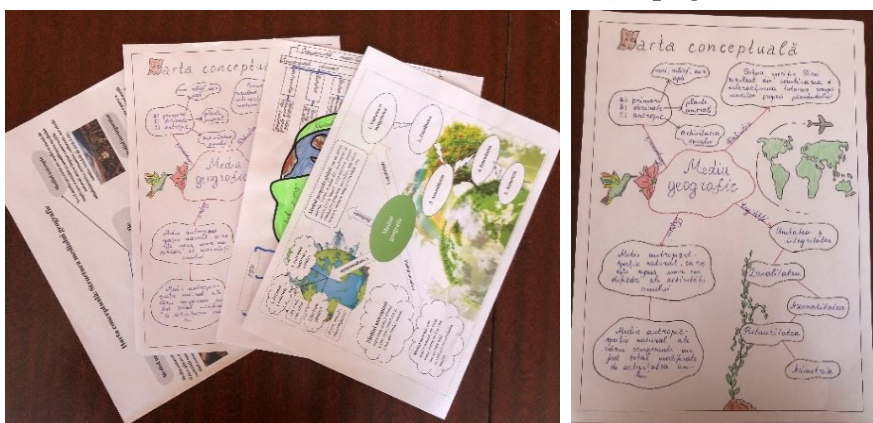


Figura 1. Harta conceptuală

Scopul hărților conceptuale constă în facilitarea înțelegerii și asimilării informațiilor noi de către elevi, dezvoltând totodată gândirea logică și imaginația.

Pentru crearea hărților conceptuale trebuie să se țină cont de:

- Identificarea corectă a conceptelor și termenilor cheie în baza cărora urmează să se dezvolte harta conceptuală.
- Un element important al hărților conceptuale sunt relațiile ce stau la baza creării lor, care pot fi relații de subordonare (clasificare), relații „parte-componentă” sau relații de cauză-efect. Hărți conceptuale de tip clasificare pot fi elaborate la geografie la diverse teme, de exemplu: *Componentele mediului geografic*, *Dinamica scoarței terestre*, *Compoziția petrografică* (figura 2) Prin săgeți se prezintă tipul și direcția relațiilor dintre termenii incluși în hartă.

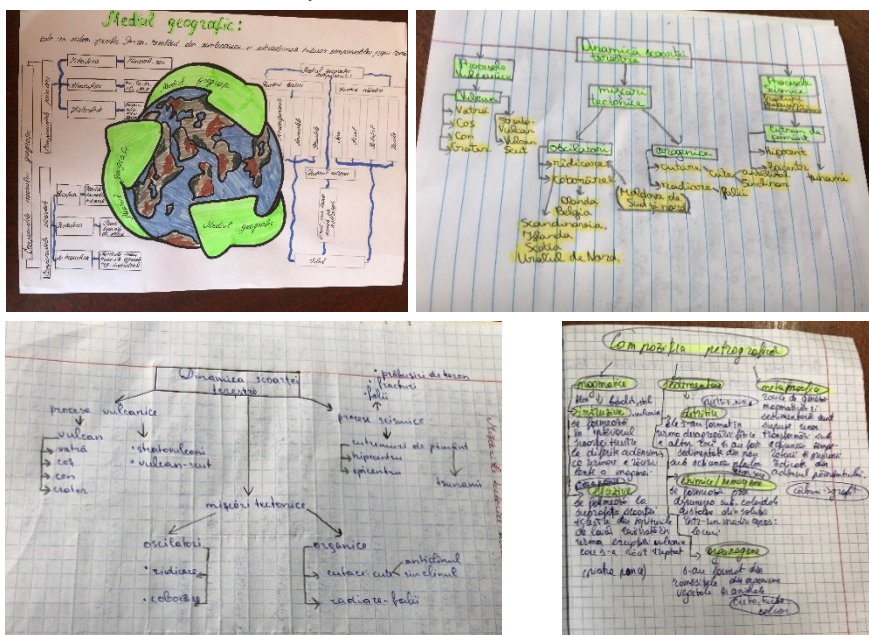


Figura 2. Harta conceptuală de tip clasificare

- Reprezentarea logică în spațiu a conceptelor este importantă deoarece, astfel sunt evidențiate relațiile dintre termenii utilizați și importanța lor.
- Detaliile utilizate sub formă de imagini, desene, culori dau viață hărților conceptuale și le fac mai interesante.

Aplicând harta conceptuală evaluarea devine dinamică și interactivă. Crearea unei hărți conceptuale contribuie la înțelegerea mai bine a temei studiate anterior și la dezvoltarea memoriei, imaginației și a creativității. Pentru crearea hărții conceptuale elevii pot utiliza imagini, simboluri, figuri, tabele care corespund temei abordate. La final, harta conceptuală necesită revizuită pentru ca informațiile utilizate și relațiile dintre ele să fie reprezentate corect și logic (Figura 3).

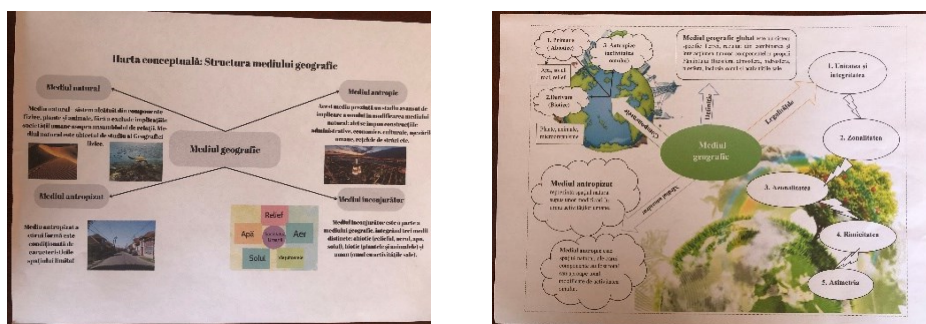


Figura 3. Harta conceptuală

În concluzie, menționăm că, tot arsenalul de metode și tehnici de evaluare trebuie să fie utilizate optim de către profesori în cadrul lecțiilor. Evaluarea trebuie să devină formativă, fapt pentru care este important de diversificat metodele și procedeele de evaluare utilizate de către profesori. Ca rezultat, evaluarea formativă va contribui la creșterea interesului față de disciplina predată și a motivației pentru învățare la elevi. Deci, harta conceptuală este o metodă esențială pentru organizarea logică a informațiilor și contribuie la completarea, îmbogățirea, diversificarea și dinamizarea procesul didactic.

Bibliografie

1. DULAMĂ, M. E. *Metodologii didactice activizante*. Cluj Napoca: Clusium, 2008. 398 p. ISBN 978-972-555-552-8.
2. JINGA, I.; ISTRATI, E. *Manual de pedagogie*. București: ALL, 2006. 567 p. ISBN 973-571-632-1.
3. LISIEVICI, P. *Tehnici de evaluare educațională. Volumul I*. București: Titu Maiorescu, 2001. 126 p. ISBN 973-98628-0-2.
4. LISIEVICI, P. *Tehnici de evaluare educațională. Volumul II*. București: Titu Maiorescu, 2001. 149 p. ISBN 973-99098-1-7.
5. OPRESCU, N. *Pedagogie*. București: Fundației „România de mâine”, 1996. p. 299-321. ISBN 973-9202-54-3/
6. RADU, T. I. *Evaluarea în procesul didactic*. București: Didactică și Pedagogică, 2008. 288 p. ISBN 978-973-30-2354-8.
7. VOICULESCU, E. *Factorii subiectivi ai evaluării școlare. Cunoaștere și control*. București: ARAMIS, 2001. 194 p. ISBN 973-8066-68-2.
8. VOLONTIR, N., BOIAN, I., LUNGU, A. *Geografie*. Chișinău: Litera, 2020. 192 p. ISBN 978-9975-74-941-1.
9. *Curriculum național la geografie, clasele X-XII*, Chișinău, 2020. ISBN 978-9975-3437-1-8.
10. *Regulamentul privind evaluarea și notarea rezultatelor învățării, promovarea și absolvirea în învățământul primar și secundar*, Ordinul MECC nr.70 din 30.01.2020.

**INTER- ȘI TRANSDISCIPLINARITATE SAU ÎNVĂȚAREA STEAM
ÎN CADRUL PROIECTULUI EDUCAȚIONAL DE CERCETARE MUZEALĂ
„(RE)CUNOAȘTE-ȚI ȚARA”**

Ana PALII, profesoară de istorie și educație pentru societate

<https://orcid.org/0009-0004-7241-8411>

gimnaziul Hîrtop, gimnaziul „Mihai Eminescu”, Ghindești, raionul Florești

Rezumat. „(Re)Cunoaște-ți Țara” proiect educațional de cercetare muzeală-metodă active-participativă, produs al imaginației elevilor care presupune transferul de cunoștințe, deprinderi, capacități, facilitând abordările interdisciplinare și consolidare abilităților sociale. Colaborarea și parteneriatele elevilor și a cadrelor didactice din mai multe școli este unul din obiectivele de implementare. Scopul proiectului: dezvoltarea competențelor pentru o cultură democratică prin cunoașterea ținutului natal, cercetare muzeală a personalităților, documentelor, vestigiilor din localitate și din țară. Istoria unui popor este asemenea unei fântâni cu apă pură, din care generație după generație se alimentează din faptele ei și dă naștere unei vieți spirituale și materiale a tinerei generații. Prin acest conglomerat continuă neîntrerupt viața urmașilor spre noi idealuri de realizat. Istoria trecutului și perceperea prezentului pot clipsa învățăminte pentru felul cum să se comporte în viață generațiile și ce fapte să împlinească spre a păstra și îmbogăți ceea ce au realizat înaintașii. În vederea realizării acestor majore valori am inițiat un proiect educațional de cercetare muzeală intitulat “(RE)Cunoaște-ți Țara” cu scopul dezvoltării competențelor pentru o cultură democratică prin cunoașterea ținutului natal, cercetare muzeală a personalităților, documentelor, vestigiilor din localitatea natală și din țară. În limba franceză: (RE) rechercher -a cerceta, (RE) réussir -a reuși, (RE) recollecter -a colecta, (RE) répondre -a relata, (RE) rendre -a realiza- acțiuni ce inspiră cercetare și gândire independentă, căci elevii trebuie să simtă libertatea de a gândi, de a lua decizii pentru ei înșiși.

Cuvinte-cheie: proiect educațional de cercetare, interdisciplinaritatea, transdisciplinaritatea.

Abstract. “(Re)Know your Country” educational museum research project - active-participatory method, product of students' imagination that involves the transfer of knowledge, skills, abilities, facilitating interdisciplinary approaches and strengthening social skills. The collaboration and partnerships of parents and teachers from several schools is one of the implementation objectives. The purpose of the project: the development of skills for a democratic culture through knowledge of the native land, museum research of personalities, documents, vestiges from the locality and the country. The history of a people is like a well of pure water, from which generation after generation feeds on its deeds and gives birth to a spiritual and material life of the younger generation. Through this conglomerate, the life of the followers continues uninterrupted towards new ideals to achieve. The history of the past and the perception of the present can provide lessons for how the generations should behave in life and what deeds to accomplish in order to preserve and enrich what the ancestors have achieved. In order to achieve these major values, we initiated an educational museum research project entitled “(RE)Know Your Country” with the aim of developing skills for a democratic culture through knowledge of the native land, museum research of personalities, documents, vestiges from the native town and from the country. In French: (RE) rechercher -to research, (RE) réussir -to succeed, (RE) recollecter -to collect, (RE) répondre -to relate, (RE) rendre -to realize- actions that inspire research and thought independent, because students must feel the freedom to think, to make decisions for themselves.

Key-words: educational research project, interdisciplinarity, transdisciplinarity.

“Educația este pâinea sufletului.”

Giuseppe Mazzini

Giuseppe Mazzini a văzut educația ca fiind unul dintre cele mai importante instrumente pentru schimbarea socială și politică. El a susținut că educația trebuie să fie axată pe dezvoltarea morală și interculturală a individului.

Proiect educațional de cercetare. Educația trebuie dezvoltată, în mare măsură în cadrul proiectelor educaționale, în afara orelor de curs, atunci când copilul primește posibilitate de a însuși științele în timpul cercetărilor și investigațiilor bazate pe interes individual [1, p.77]. Proiectele educaționale de cercetare au o importanță deosebită în dezvoltarea tinerei generații, oferă oportunități esențiale pentru investigare, învățare, creștere și formare personală și profesională. Iată câteva motive cheie pentru care proiectele educaționale de cercetare sunt importante:

1. **Învățare și cunoaștere.** Proiectele educaționale permit tinerilor să-și dezvolte cunoștințe și abilități într-un mod practic și interactiv. Acestea implică activități practice, proiecte de cercetare, colaborare în echipă și explorare independentă, ceea ce îi ajută pe elevi să înțeleagă și să aplice cunoștințele într-un context real.
2. **Dezvoltarea abilităților.** Dezvoltă abilitățile la copii prin activități de cercetare și explorare. Acestea pot include activități de cercetare științifică cum ar fi experimente și observații [2, p.11].

Trecutul unui popor alimentează din faptele lui viața spirituală și materială a urmașilor, îndreptându-le viața spre noi idealuri de realizat. Cercetarea și investigarea potolește curiozitatea spontană a copiilor, manifestată într-o activitate intelectuală de cunoaștere, recunoaștere. Produsele cercetărilor pot trage învățăminte pentru felul cum să se poarte în viață tână generație și ce fapte să împlinescă spre a păstra și îmbogăți ceea ce au făurit înaintașii. Proiectul educațional de cercetare muzeală a fost intitulat “(RE)Cunoaște-ți Țara” ce urmează scopul de a dezvolta competențe pentru o cultură democratică prin cunoașterea ținutului natal, cercetare muzeală a personalităților, documentelor, vestigiilor din localitatea natală și din țară. Copiii pot desfășura o varietate de activități de cercetare în cadrul acestui proiect educațional cum ar fi experimentele științifice, analiza, investigarea și studiul de caz. Copiii pot alege un subiect de interes, cum ar fi istoria, chimia, biologia, geografia sau fizica și pot concepe să efectueze propriile experimente pentru a înțelege mai bine principiile științifice implicate.

Interdisciplinaritatea, transdisciplinaritatea și cercetarea STEM. Interdisciplinaritatea sau învățarea multi-disciplinară STEM au tendințele și necesitățile de a descinde granițele artificiale între diferite domenii [5]. Argumentul actualului proiect pledează pentru o cercetare interdisciplinară ce constă în oferirea unor imagini integrate a monumentelor, personalităților din localitățile gimnaziilor implicate în proiect, din țară și din lume, care sunt analizate separat și integrat. Aceasta presupune integrarea anumitor

conținuturi în cadrul diferitor discipline sau arii curriculare. Abordarea interdisciplinară este o abordare grandioasă, care unește un spectru larg de activități, transferul unor noțiuni, cuvinte noi de la o disciplină la alta. Multidisciplinaritatea-abordările inter- și transdisciplinare au în vedere articularea sau chiar fuziunea unor obiective educaționale și conținuturi disciplinare în structuri didactice integrate (limbă, literatură, istorie , geografie, biologie , chimie, fizică și matematică etc.) care se poate realiza prin: combinarea unor obiecte de studiu; stabilirea relațiilor între concepte, fenomene și procese din domenii diferite; corelarea temelor supuse cercetării cu situațiile din viața cotidiană; crearea unor unități tematice corelate cu conținutul curricular ; centrarea pe activități integrate de tipul proiectelor; gruparea elevilor pe cercuri de interes [2, p.17]. Un mijloc didactic important ce abordează multidisciplinaritatea cu dezvoltarea cognitivă și afectivă a copilului ce-i oferă acestuia oportunitatea de a observa, de a cerceta, de a cunoaște în mod direct o mare varietate de fenomene și procese istorice din mediul natural și construcții arhitecturale este excursia. În cadrul cercetărilor ne-am propus cu elevii și am realizat mai multe excursii: Orheiul-Vechi, Mănăstirea Curchi, Mănăstirea Rudi, Mănăstirea Cosăuți, Cetatea Soroca, “Peștera Răposaiilor”, din satul Rudi, Punctul Geodezic “Arcul Struve”. Una dintre aceste excursii de cercetare a fost organizată la Cetatea Soroca, o poză în **Fig.1** ,ne reamintește această călătorie.



Figura1. Cetatea Soroca, echipele de exploratori (elevi) din Gimnaziile Hîrtop și Coșernița, 6 octombrie 2022

În cadrul acestor activități de cercetare multidisciplinară au stimulat dezvoltarea spiritului de analiză, formarea unor deprinderi de orientare pe teren, examinarea unor peisaje, alcătuirea unor scheme și desene; să formeze deprinderi utilizare a instrumentelor practice cercetării terenului (busola); formarea abilităților de a face diferite înscrisuri pe parcursul excursiei; formarea deprinderilor de colectare, ambalare și transportare a materialului acumulat în excursie; deprinderi de a stoca în poze imagini cu conținut informativ din punct de vedere geografic, istoric; realizând o legătură dintre teorie

acumulată la ore și competențele formate. După fiecare excursie au diseminat colegilor din instituțiile gimnaziale rezultatele cercetărilor în bucle informativă și filmulețe tematice postate pe rețelele de socializare cu părinții și comunitățile locale.

O activitate „Workshop de cercetare muzeală STE(I)AM a Bășcuțelor din Țîra” s-a petrecut pe 27 mai 2023 în satul Țîra la Festivalul „La Bășcuțele din Țîra” [3]. În Fig.2 demonstrează colectivele eterogene ale participanților.



Figura 2. Activitatea „Workshop de cercetare muzeală STE(I)AM a Bășcuțelor din Țîra”, Muzeul din satul Țîra, raionul Florești. 27 mai 2023

Evenimentul a fost planificat și realizat în cadrul proiectului educațional de cercetare muzeală „(RE)CUNOAȘTE-ȚI Țara” a cărui coordonator sunt. Au concurat șase gimnazii din raionul Florești: Gimnaziul Hîrtop și Gimnaziul „Mihai Eminescu” - gazdele acestui proiect și Gimnaziul Coșernița, Gimnaziul Cernița, Gimnaziul Temeleuți, Gimnaziul „Vasile Alecsandri” din or. Mărculești. Echipele din cele șase gimnazii s-au întrunit pentru a extrage domeniile de cercetare a locuințelor cioplite în stâncă (vechi așezări construite de localnici și care mai sunt locuibile, păstrând o istorie și o arhitectură irepetabilă în Republica Moldova. Domeniile de investigare STEIAM: știință, tehnologie, inginerie, istorie, arhitectură, matematică [5]. Le-au urât succesul copiilor oaspeții din România: primarul comunei Săcălășeni, județul Maramureș, Emilian-Gheorghe Pop, Munte Negru: avocatul Leonid Mitrica, primarul comunei Ghindești Gheorghe Falcă, primarul orașului Ghindești Mihai Bulat, primarul satului Taraclia, raionul Căușeni Cucereavii Vladimir și Brumă Maria, profesoară, locuitoare a satului Țîra. După extragerea domeniilor de investigare fiecare echipă a demonstrat conform regulamentului portul popular și o melodie populară. Spectacolul din cadrul festivalului a stimulat echipele de elevi și profesorii însoțitori să viziteze locuințele numite de bășinași bășcuțe, au intervievat localnicii, s-au înarmat cu fotografii și secvențe video pentru a aduna cât mai multă informație, realizând în acest fel obiectivele activității. Un fragment al acestei cercetări este prezentat în fig. 3, elevii vizitând una din cele mai impunătoare construcții din piatră din satul Țîra.

Activitatea workshop este prima activitate de cercetare, colectare și investigare STEIAM ce a completat obiectivele de dezvoltare a competențelor de cercetare

interdisciplinară, de cultivare a valorilor naționale prin demonstrația de port popular, de dezvoltare a coeziunii de grup. Evenimentul declarativ- „Tournament de prezentare și evaluare a produselor” v-a avea loc în luna octombrie anul curent (2023), ce v-a urmări alte obiective de aplicare a diverselor instrumente digitale și dezvoltare abilităților de stocare și prezentare a produselor.



Figura 3. Echipele de exploratori din Gimnaziul Coșernița și Cernița în procesul de cercetare a bășcuțelor din piatră. 27 mai 2023

Actualitatea și importanța studierii inter- și transdisciplinare. Savanții și cercetătorii în domeniul educației au ajuns la concluzia, că noul tip de educație se bazează pe patru competente fundamentale, competențe de tip transdisciplinar: a învăța să cunoști, a învăța să făurești; a învăța să conviețuiești împreună cu ceilalți; a învăța să fii o parte comună cu mediul înconjurător. Așadar, este necesară o educație care să acorde o mai mare importanță elevului. Este necesară o învățare mai aproape de nevoile copilului contemporan. Realizăm acest lucru în cadrul proiectului, implicând copiii în activități de cercetare și analiză pentru a le stimula interesul de a descoperi trecutul poporului român și a scoate în evidență adevărul ce a construit permanent idealul unității naționale, un ideal pentru care s-au luptat de-a lungul timpului strămoșii noștri.

Bibliografie

1. MEC. Repere Metodologice privind organizarea procesului educațional la disciplina școlară Istoria românilor și universală. 2022-2023.
2. ANDREI, A. Managementul proiectelor educaționale. În: Junior Scientific Researcher, Journal, 2017. Număr Special 1. https://www.jsrpublishing.com/userfiles/files/archive_pages/71/12._MANAGEMENTUL.pdf, [citată la: 25.05.2023].
3. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=6213898832057960&set=pcb.6213697625411414> [citată la: 20.05.2023].
4. PROȚIUC, S. Rolul proiectelor educaționale în dezvoltarea instituției de învățământ profesional ethnic. În: Univers Pedagogic, 2018. NR. 1. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/76-84.pdf, [citată la: 21.05.2023].
5. <https://ro.wikipedia.org/wiki/STEM>

EXPLORAREA INTERDISCIPLINARĂ - O STRATEGIE BAZATĂ PE INVESTIGAȚIE APLICATĂ LA ORELE DE GEOGRAFIE

Aliona VOLUȚA, profesoară de geografie, grad didactic unu

<https://orcid.org/0009-0008-7364-6802>

Instituția Publică Liceul Teoretic „Constantin Negruzzi”, Chișinău

Rezumat. În lucrare se descrie metoda investigației, ca o metodă de explorare interdisciplinară la geografie. Autorul prezintă câteva modele de activități din experiența proprie, bazate pe astfel de metode, desfășurate în activitatea instructiv-educativă la lecțiile de geografie.

Cuvinte cheie: geografie, metode de învățare prin cercetare, investigație, explorarea interdisciplinară.

Abstract. The paper describes the investigation method, as a method of interdisciplinary exploration in geography. The author presents some models of activities from his own experience, based on such methods, carried out in the instructional-educational activity in geography lessons.

Keywords: geography, learning methods through research, investigation, interdisciplinary exploration.

„Ceea ce avem de învățat să învățăm făcând”
/Aristotel/

Metodologia modernă a învățării geografiei se axează pe munca independentă a elevului. Deci elevul devine un subiect al formării propriei sale personalități. În spiritul acestei concepții este necesară activizarea gândirii elevilor prin metode și procedee euristice, care să le trezească curiozitatea științifică și interesul pentru studiu.

În formarea competenței specifice disciplinei pentru ciclul gimnazial: aplicarea unor elemente din matematică, științe, tehnologie în studierea mediilor locale, regionale și globale, în rezolvarea unor probleme și situații din cotidian, consider că o importanță deosebită o au metodele de explorare a realității (metode de învățare prin cercetare), care Maria Eliza Dulamă le numește și metodologii bazate pe investigație.

Aș vrea să mă opresc anume asupra uneia din aceste strategii și anume explorarea interdisciplinară [1], pe care o implementez în cadrul orelor de geografie.

Investigația este o cercetare minuțioasă, sistematică, cu scopul de a descoperi ceva. Ea presupune mai multe aspecte: solicitarea elevilor de a rezolva o problemă teoretică sau practică, pentru care ei să întreprindă o investigație într-un anumit timp; definirea unei sarcini de lucru cu instrucțiuni precise și înțelegerea ei de către elevi; alegerea metodologiei adecvate; identificarea informațiilor necesare, colectarea și organizarea datelor; formularea și testarea unor ipoteze; revizuirea planului de acțiune în funcție de necesități; argumentarea opțiunii pentru o soluție sau alta, rezolvarea sarcinii de lucru; prezentarea rezultatelor într-o formă cât mai interesantă [6].

În funcție de modul de definire al sarcinii de lucru, investigațiile pot fi *complete* (se parcurg toate etapele), *incomplete/dirijate* (focalizate pe anumite obiective) și *nedirijate* (elevii își construiesc propriile cunoștințe) [6].

Gradul de libertate al elevilor în investigație depinde de nevoile, de interesele și de experiențele anterioare ale elevilor. Demersul didactic poate fi adaptat în funcție de elevi (clasă, vârstă, nivel de cunoaștere), profesorul oferindu-le mai multe informații și sprijin sau lăsându-le libertate în realizarea investigației.

Sarcinile de lucru propuse elevilor în realizarea unei investigații pot fi diferite ca grad de complexitate a cunoștințelor și competențelor solicitate. Investigația poate fi situată la niveluri diferite de complexitate, în funcție de vârstă, de cunoștințele și de competențele elevilor. Înainte de a propune sarcina de lucru/ problema de investigat profesorul va răspunde la următoarele întrebări:

- Ce cunoștințe vor aplica elevii?
- Ce deprinderi/abilități își vor exersa?
- La ce nivel de înțelegere se va plasa demersul?
- Care vor fi rezultatele învățării?
- Cum vor fi evaluate rezultatele?

Explorarea interdisciplinară ca strategie de investigare permite abordarea într-o manieră schematică a unui subiect din mai multe unghiuri de vedere sau pe mai multe planuri, cu scopul aprofundării înțelegerii. Analizele pot fi realizate din diverse perspective: geografică, istorică, biologică, ecologică, logică, economică, psihologică, sociologică etc., în funcție de natura subiectului. Există două proceduri: elevii care abordează subiectul dintr-un anumit unghi de vedere formează un singur grup; se formează grupuri în care fiecare elev abordează subiectul din altă perspectivă. În primul caz elevii cooperează pentru selectarea informațiilor, iar în al doilea elevii lucrează mai întâi în mod individual în grupuri. În primul caz elevii prezintă frontal rezultatul, iar în al doilea îl prezintă doar în cadrul subgrupului.

În continuare voi indica câteva exemple cum aplic în practică această metodă la oră:
Subiectul „Cultura plantelor” clasa a XI-a.

✓ *Comunicarea sarcinii de lucru:* Formați grupuri de câte patru elevi. Fiecare grup va studia timp de cinci minute cultura ananasului dintr-o altă perspectivă:

- grupul nr. 1- a biologiei,
- grupul nr. 2- a geografiei,
- grupul nr. 3- a istoriei,
- grupul nr. 4 -a medicinei.

Utilizați textul următor și cel din manual. Fiecare grup va desemna un reprezentant pentru a sintetiza pe tablă ideile principale.

✓ *Activitate în grupuri:* Elevii din fiecare grup discută pe baza textului, extrag informațiile esențiale, le scriu pe tablă.

✓ *Activitate frontală:* Un reprezentant din fiecare grup prezintă succint ananasul din perspectiva domeniului atribuit. Informațiile pot fi prezentate sub forma unui poster. Elevii adresează întrebări fiecărui grup sau profesorului.

Ananasul

Cristofor Columb este cel care a descoperit ananasul pe insula Guadelupa, în anul 1493. Fructul a ajuns în Europa abia în 1650. John Kidwell a introdus cultura de ananas din Hawaii și astfel s-a început cultivarea acesteia la scara mare.

Ananasul este o planta erbacee perena care ajunge până la 1-1,5 m înălțime, ce produce până la 200 de flori, care se unesc și formează fructul numit ananas. Fructele au în medie 30 de cm lungime dar pot fi și mai mari.

Deși este originar din America de Sud, astăzi producția cea mai mare de ananas vine din Asia de sud-est. Cea mai mare producție se obține în Tailanda, Mexic, Brazilia, Filipine, China, India, Malaysia etc.

Bromelina – o enzimă conținută în ananas – ajută la digerarea proteinelor, contribuind astfel la îmbunătățirea digestiei. Această enzimă este, de asemenea, folosită în industria alimentară pentru frăgezirea cărnii.

Bromelina mai poate fi de ajutor și în alinarea durerilor cauzate de artrită, datorită efectului de reducere a inflamațiilor pe care îl induce.

Acest tip de investigație este foarte binevenită la așa subiecte, unde este același algoritm de caracterizare a fiecărei culturi agricole, dar abordarea temei prin utilizarea acestei strategii face orele să fie mai interactive plus este o abordare interdisciplinară, iar elevilor le place și se implică cu entuziasm în acest tip de investigație.

La subiectul „Zonele naturale” care se studiază în clasele a VI-a și a VII-a la toate continentele se poate de aplicat acest tip de investigație, analizând fiecare zonă naturală din punct de vedere a mai multor discipline: geografiei, biologiei, ecologiei etc.

Se împarte clasa în grupe a câte 6 elevi și în fiecare grupă elevii fac o analiză a unei zone naturale. Astfel elevii singuri trebuie să identifice informația ce ține de fiecare disciplină citind și analizând fragmentul de text. Apoi își împart singuri sarcinile câte doi elevi la o disciplină sau dacă nu le reușește se implică profesorul. De exemplu geografii identifică poziția pe hartă a zonelor naturale, cauzele formării acestora, tipul de sol, climă, iar în paralel biologii identifică adaptările plantelor și animalelor la condițiile de mediu, ecologii vor aprecia influența antropică asupra zonelor naturale și consecințele acesteia și vor propune măsuri de ameliorare a situației.

Aici poate fi binevenită și elaborarea unui poster de fiecare grup unde elevii reprezintă rezultatele investigației realizate din punctul de vedere a diferitor discipline. Din practică am observat că elevii înțeleg mai ușor și sunt motivați și curioși pentru a face o investigație a informației noi.

Un alt subiect la care aplic explorarea interdisciplinară este „Radiția solară. Tipurile de radiație solară. Repartiția geografică a radiației solare. Bilanțul radiativ” studiat în clasa a X-a.

Comunicarea sarcinii de lucru: Studiați fragmentul de text propus din manual timp de șapte minute și identificați abordarea acestuia din perspectiva diferitor discipline în baza

completării tabelului de mai jos. Această activitate poate fi desfășurată individual de fiecare elev, dar e mai dificil și i-a mai mult timp, în perechi unde identifică informația pentru toate disciplinele sau în grup a câte patru sau șase persoane, unde fiecare grupă abordează o disciplină.

<i>Disciplina</i>	<i>Geografie</i>	<i>Fizică</i>	<i>Matematică</i>
<i>Activitatea elevilor</i>	Elevii vor identifica tipurile de radiație solară și caracteristicile acestora.	Elevii vor nota tipurile de radiație solară prin litere, vor descoperi formule, vor explica procesele fizice.	Elevii vor calcula de exemplu albedo pentru diferite suprafețe în baza rezolvării unor exerciții.

În concluzie pot menționa că elevul este determinat să reflecteze, să analizeze, să interogheze, să efectueze interacțiuni între conținuturile examinate pentru fiecare disciplină didactică și, astfel, cunoștințele dobândite sunt asimilate având ca rezultat elaborarea unor idei și concepte inovatoare. Explorarea interdisciplinară nu înseamnă doar tratarea de tip simultan sau succesiv a unui fenomen din perspectiva unor științe diferite, ci o abordare integrală a acestuia. O temă unică le permite elevilor să vadă legăturile dintre diversele materii și dă posibilitatea profesorului să restructureze programa școlară în jurul unor subiecte, probleme sau chestiuni esențiale, pe care elevii le găsesc stimulative.

O astfel de abordare interdisciplinară a unităților de conținut din programa școlară de geografie are numeroase rezultate eficiente, cu o capacitate mărită de combinare atât a conținutului științific, cât și a aptitudinilor pe care aceasta le creează.

Geografia, atât ca disciplină cât și ca domeniu de cercetare, este interdisciplinară, presupune corelații cu alte domenii îndeosebi conexe. Ea studiază geosferele atât ca unități (litosfera, atmosfera, hidrosfera, biosfera, pedosfera, sociosfera), cât și interacțiunea lor la nivel planetar, regional și local [2].

Bibliografie

1. Curriculum pentru învățământul gimnazial, Chișinău, 2010.
2. Curriculum pentru învățământul liceal, Chișinău, 2010.
3. DULAMĂ, M.E.; ROȘCOVAN, S. *Didactica Geografiei*. Ch.: Bons Offices, 2007.
4. Ghid de implementare a curriculumului modernizat pentru treapta gimnazială de învățământ. Chișinău, 2011.
5. CODREANU, I.; ROȘCOVAN, S.; AXÎNTI, S. *Ghid de implementare a curriculumului modernizat pentru treapta liceală*. Chișinău: Cartier, 2010.
6. DULAMĂ, M.E. *Metodologii didactice activizante: teorie și practică*. Cluj-Napoca: Clusium, 2008.

ИЗ ОПЫТА СОЗДАНИЯ СИМУЛЯЦИОННОЙ АПТЕКИ В ПОДГОТОВКЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА

Елена ПАВЛЮК, преподаватель химии

<https://orcid.org/0009-0002-4221-9599>

Светлана РОТАРЬ, преподаватель химии

ГОУ СПО «Медицинский колледж им. Л.А.Тарасевича», г. Бендеры

Аннотация. В статье описан опыт создания симуляционной аптеки для обучения студентов медицинского колледжа. Приведен набор примерных заданий. .

Ключевые слова: симуляционная аптека, фармация, профессиональные компетенции будущих фармацевтов

Rezumat. Articolul descrie experiența creării unei farmacii de simulare pentru formarea studenților de la facultatea de medicină. Este oferit un set de exemple de sarcini.

Cuvinte cheie: farmacie de simulare, farmacie, competențe profesionale ale viitorilor farmaciști.

Abstract. The article describes the experience of creating a simulation pharmacy for training medical college students. A set of sample tasks is provided.

Keywords: simulation pharmacy, pharmacy, professional competencies of future pharmacists.

Введение

Образовательное учебное заведение призвано формировать личность студента, адаптировать его к социальной и профессиональной среде. Если представить профессиональную деятельность как систему отношений, то мы можем выделить следующие составляющие компоненты этой системы: студент-преподаватель-междисциплинарный курс (МДК) - профессиональная направленность. И тогда мы можем рассмотреть эту систему отношений через несколько модификаций. Если учебные занятия выстраиваются по схеме студент – МДК – преподаватель, а внеаудиторная деятельность студент – профессиональная направленность – преподаватель, то учебные практики могут быть рассмотрены как совокупность взаимодействия в ситуации общения как через МДК и профессиональную направленность, так и через профессиональную направленность и МДК.

Важным звеном в профессиональной подготовке по специальности фармацевтического профиля является учебная практика. Практическое обучение – неотъемлемая составная часть образовательного процесса в медицинском колледже. Целью учебной практики является комплексное освоение студентами основных видов профессиональной деятельности по специальности, формирование общих и профессиональных компетенций, а также приобретение необходимых

умений и первоначального практического опыта. Учебная практика призвана обеспечить качественную подготовку будущего специалиста-фармацевта к самостоятельному и творческому выполнению профессиональных функций в реальном производственном процессе, позволяет включить студента в профессиональную деятельность, т.е. на занятиях по учебной практике студент ставит собственные цели, анализирует ситуацию, принимает решения (через различные формы: игровой практикум, тренинг по общению, деловая игра, ситуационная задача и т.д.).

Применяемые методы и материалы

С целью повышения качества проведения практических занятий, учебной практики по специальности 3.33.02.01 Фармация на базе ГОУ СПО «Медицинский колледж им. Л.А.Тарасевича» в г. Бендеры создан учебный (симуляционный) фармацевтический пункт. Площадь помещения составляет 14 квадратных метров и обеспечивает возможность выполнения основных функции и задач: а) зону обслуживания населения; б) зону рабочих мест, в том числе, для приемки, распаковки и хранения реализуемой продукции; зону хранения специальной одежды и уборочного инвентаря; в) санитарно-бытовую зону, которая может быть общей.

В помещение размещены шкафы для лекарственных средств, витрины, уголок потребителя, имеется кассовый аппарат, вертушка с рекламными буклетами (рис. 1).



Рисунок 1. Учебный (симуляционный) фармацевтический пункт

Создание учебного фармацевтического пункта является одним из направлений в создании практико-ориентированного образования, направленного на формирование профессиональных компетенций. Учебный фармацевтический пункт организован как единое образовательное пространство. Преимущества создания учебного фармацевтического пункта: в учебной деятельности создается ситуация, с которой студенты встретятся в реальной профессиональной деятельности, учебный процесс активизируется через эмоциональный настрой студентов, которые осознают смысл своей деятельности, делятся опытом, обмениваются мнениями и, таким образом, вырабатывают решения, усваивают способы поведения, которые помогут приобрести практический опыт профессиональной деятельности.

Использование симуляционного фармацевтического пункта в учебном процессе позволяет выделить следующие задачи:

- проверка, закрепление, углубление полученных теоретических знаний;
- приобретение новых знаний о профессиональном процессе, о субъектах профессиональной деятельности, о собственных профессиональных способностях;
- формирование умений и навыков применять свои знания в ситуациях принятия решений;
- формирование навыков коллективного взаимодействия;
- формирование профессионального стиля мышления и деятельности.

Исходя из задач определяются следующие функции симуляционного обучения:

- экстенсивная, т.е. накопление и приобретение новых знаний;
- корректирующая, т.е. изменение позиции студента из объекта учебной деятельности в субъект собственной профессиональной деятельности;
- проблематизация, как выявление и классификация затруднений;
- прогнозирования, т.е. формирование идеальных представлений о будущей деятельности со снятыми затруднениями;
- сценирования, задавание системы ролей и взаимодействий на основе собственных ценностей ориентаций;
- саморазвития, совершенствование личностной картины мира, обогащение личностной эмоциональной памяти.

При проведении практических занятий, занятий по учебной практике важно, чтобы формы организации позволяли разворачивать образовательную ситуацию, которая включает стимуляцию активности студента, человеческое отношение, помощь, т. е. личностно-нравственный аспект деятельности, и различные

образовательные тексты, как интеллектуальный аспект этой же деятельности. Именно на этой основе происходит становление, развертывание и самоорганизация студента, формирование профессиональных компетенций.

Для формирования профессиональных компетенций используется такая образовательная технология как моделирование профессиональной деятельности. Данная технология основывается на принципах проблемности и мотивации. Если студентам ставится учебная проблема, возникающая из профессиональной деятельности фармацевтов, то в процессе решения поставленной проблемы развиваются инициативность, самостоятельность, критичность.

Моделированию профессиональной деятельности и как следствие, формированию конкурентноспособных фармацевтических работников среднего звена способствует выполнение студентами практико-ориентированных заданий.

В рамках профессионального модуля ПМ.01 «Реализация лекарственных средств и товаров аптечного ассортимента», возможны задания, приведенные ниже.

***Задача № 1.** В аптеку обратилась посетительница с просьбой порекомендовать ей средство от боли в горле. Проведите фармацевтическую консультацию и отпустите необходимый препарат.*

***Задача № 2.** Больному, страдающему бессонницей, назначен препарат фенobarбитал. После приема препарата в течение 3 недель больной обратился к врачу с жалобой на ослабление снотворного эффекта и, по мнению больного, на низкое качество препарата, купленного им неделю назад в аптеке. Проконсультируйте больного. Объясните причину развития привыкания к фенobarбиталу.*

***Задача № 3.** К фармацевту аптеки обратился посетитель – пожилой человек. Он страдает бессонницей, и врач ему выписал димедрол. Проведите фармацевтическую консультацию по следующим вопросам:*

- 1. Механизм действия димедрола.*
- 2. Возможные осложнения.*
- 3. Какое лекарственное растительное сырье можно использовать в данном случае.*

***Задача № 4.** В Вашем аптечном пункте имеются следующие лекарственные средства: ацетилсалициловая кислота, парацетамол, диклофенак натрия.*

Задания:

- 1. Определите фармакологическую принадлежность (раздел, класс, группа), формы выпуска и пути введения этих лекарственных средств.*
- 2. Назовите другие лекарственные средства из этой фармакологической группы для исключения возможности их одновременного приема с указанными средствами и повышения риска развития побочных эффектов.*
- 3. Расскажите о механизмах обезболивающего, жаропонижающего, противовоспалительного и антиагрегантного действия Ацетилсалициловой кислоты.*
- 4. Проинструктируйте пациента о возможных побочных эффектах Ацетилсалициловой кислоты и порекомендуйте ему препараты для улучшения ее переносимости.*
- 5. Выпишите рецепт на любой из имеющихся препаратов.*

Задача № 5. Больной в аптеке попросил объяснить ему разницу между препаратами терафлю и фервекс. Проведите сравнительную характеристику препаратов. (на практических занятиях-составление таблицы, во время учебной практики- проведение фармацевтической консультации)

Задача № 6. Вы фармацевт аптеки готовых лекарственных средств. К Вам обратился посетитель аптеки с просьбой порекомендовать растительный препарат успокаивающего действия.

Полученные результаты

Сформированная искусственная образовательная среда позволяет создать комплекс моделей поведения и условий для имитации реальной действительности, позволяющий организовать обучение алгоритмам и технологиям деятельности в различных ситуациях.

Таким образом, практические занятия, учебная практика, проводимые в условиях симуляционного фармацевтического пункта, рассматриваются как коллективная форма освоения знаний, профессиональных компетенций. Можно сделать выводы, что при именно таком подходе у студентов значительно повышается мотивация к обучению, закрепляются теоретические знания, формируется понимание необходимости постоянно их совершенствовать, возникает более устойчивый интерес к профессии, сочетание процесса теоретического обучения с практикой и потребности в специалистах на рынке труда позволят выпускникам колледжа успешно трудоустроиваться по полученной специальности.

Библиография

1. КАРИМОВА, А. А.; АНДРИАНОВА, Г. Н. Научно-методические подходы к применению симуляционных и проектно-ориентированных технологий обучения провизоров в ординатуре по специальности «Управление и экономика фармации» В: *Вестник Уральского государственного медицинского университета*, 2019, № 2. с. 13–16.
2. КИНШТ, Д. Н.; ЗАХАРОВА, Н. Б. Симуляционные технологии в обучении фармакотерапии неотложных состояний (на примере острого коронарного синдрома) В: *Педагогический профессионализм в современном медицинском образовании*. Новосибирск, 2020. с. 55–64.
3. ДРОЗДОВА, И. Л.; ЗУБКОВА, И. В.; УДАЛОВА, С. Н.; БАСАРЕВА, О. И. Роль учебной аптеки в практико-ориентированном обучении студентов при реализации ФГОС ВО. В: *Инновационные технологии в образовательном процессе*. Курск, 2017. с. 81–85.
4. СОБОЛЕВА, М. С. Опыт внедрения дисциплины «Фармацевтическое консультирование» в процесс обучения будущих работников аптечных организаций. В: *Ремедиум. Журнал о российском рынке лекарств и медицинской техники*. 2018, № 4. с. 14–17.