

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.

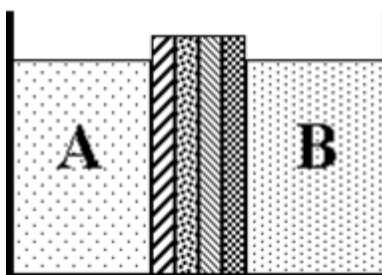


Figura 1. Modelul detonatorului chimic

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.