

CZU: 37.016:5+004:373.6

DOI:10.36120/2587-3636.v23i1.36-51

INTER ȘI TRANSDISCIPLINARITATEA DINTRE DISCIPLINELE REALE ȘI ALE NATURII, ABORDATE ÎN CONȚINUTURILE DE INFORMATICĂ DIN SISTEMUL PREUNIVERSITAR

Angela GLOBA, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-2653-0320>

Ala GASNAȘ, doctor, conferențiar universitar

<https://orcid.org/0000-0002-7174-7027>

Sergiu CORLAT, lector universitar

<https://orcid.org/0000-0002-5471-2957>

Universitatea de Stat din Tiraspol (cu sediul la Chișinău)

Rezumat. Cercetarea interdisciplinară și transdisciplinară a apărut ca urmare a complexității lumii care ne înconjoară și ca urmare a faptului că în toate domeniile cercetării științifice, complexitatea fenomenelor studiate transcende granițele unei singure științe. În articol a fost efectuată o analiză complexă a viziunilor profesorilor de informatică în raport cu aspectele interdisciplinare dintre Informatică și Matematică,. De asemenea, au fost scoase în evidență abordările interdisciplinare dintre Informatică și Fizică, Informatică și Chimie. A fost analizată simbioza interdisciplinară dintre Informatică și Biologie și modalitățile de integrare a interdisciplinarității în procesul didactic la Informatică prin concepte din Geografie.

Cuvinte-cheie: științe reale și ale naturii, interdisciplinaritate, transdisciplinaritate, unități de conținut, informatica, sistem preuniversitar, STEAM.

INTER AND TRANSDISCIPLINARITY BETWEEN REAL AND NATURAL DISCIPLINES, APPROACHED IN THE CONTENTS OF INFORMATICS IN THE PRE-UNIVERSITY SYSTEM

Abstract. Interdisciplinary and transdisciplinary research has emerged as a result of the complexity of the world surrounding us and also, due to the fact that in all areas of scientific research, the complexity of the studied phenomena transcends the boundaries to the single science. The article performs a comprehensive analysis of in Informatics teachers' opinion related to the interdisciplinary aspects of Informatics and Mathematics. Also, were highlighted the interdisciplinary approaches between Informatics and Physics, Informatics and Chemistry. It was also described the interdisciplinary symbiosis between Informatics and Biology, as well as the methodology of integrating the interdisciplinarity in the didactical practice in Informatics through the concept of Geography.

Keywords: real and natural sciences, interdisciplinarity, transdisciplinarity, content units, informatics, pre-university system, STEAM.

Introducere

Literatura pedagogică oferă mai multe soluții metodologice moderne: pluridisciplinaritatea sau abordarea tematică, interdisciplinaritatea sau abordarea integrată, transdisciplinaritatea sau abordarea cross-curriculară.

Ca nivel al integrării conținuturilor în învățământul preuniversitar este tot mai des întâlnită tendința de organizare a conținuturilor din perspectiva integrată. Integrarea

conținuturilor presupune stabilirea unor relații strânse, care se extind pe următoarele elemente: concepte, abilități, valori făcând parte din discipline școlare diferite (figura 1).



Figura 1. Principalele niveluri ale integrării cunoștințelor

Bontaș I. definește *interdisciplinaritatea* (lat. inter - între) drept coordonarea la un nivel superior a două discipline, în cadrul cărora semnificațiile interacționează și se completează reciproc, putînd, într-un anumit context, să ajungă la un conținut comun integrat sub forma disciplinelor de graniță, cum ar fi chimia-fizică, biochimia, sociopedagogia, psihopedagogia etc. [1, p.93].

Transdisciplinaritatea privește – așa cum indică prefixul „trans” – ceea ce se află în același timp și între discipline, și înăuntrul diverselor discipline, și dincolo de orice disciplină. Finalitatea ei este înțelegerea lumii prezente, unul dintre imperativele ei fiind unitatea cunoașterii [2, p.53].

Predarea interdisciplinară a apărut ca o necesitate a depășirii granițelor artificiale între diferite domenii. Interdisciplinaritatea e considerată un proces de cooperare, unificare a disciplinelor științifice, o modalitate eficientă de asigurare a coerenței și creștere a calității activității de predare-învățare-evaluare. Avantajul interdisciplinarității constă în faptul că oferă o imagine integrată a lucrurilor care sunt, de regula, analizate separate.

Lumea de astăzi se caracterizează prin trei elemente majore în domeniul științific: dezvoltarea științelor clasice, evoluția tot mai mare în domeniul informaticii și, ca urmare, apariția unui număr mare de noi științe de frontieră sau științe interdisciplinare și transdisciplinare.

Cercetarea interdisciplinară și transdisciplinară a apărut ca urmare a complexității lumii care ne înconjoară și ca urmare a faptului că în toate domeniile cercetării științifice, complexitatea fenomenelor studiate transcende granițele unei singure științe.

O altă cauză care a determinat apariția transdisciplinarității și interdisciplinarității este că cele mai importante descoperiri în domeniul științific precum științele naturii, științele aerospațiale, biofizica și alte științe apar în interferența dintre două sau mai multe domenii științifice.

Necesitatea lecțiilor integrate vine dintr-o varietate de motive:

1. cunoașterea lumii înconjurătoare prin diversitatea și unitatea ei, dar deseori subiectele abordate în ciclul școlar vizează studierea fenomenelor individuale ale acestei unități care nu pot da o idee despre întregul fenomen, împărțindu-l în fragmente separate;
2. lecțiile integrate dezvoltă potențialul elevilor, determinându-i să cunoască activitatea realității înconjurătoare, să înțeleagă și să găsească relații cauzale, să dezvolte gândirea logică și abilitățile de comunicare;
3. forma lecțiilor integrate este non-standard, este fascinantă; varietatea modalităților de lucru în timpul lecției menține atenția elevilor la un nivel înalt, ceea ce permite de a vorbi despre eficacitatea lecțiilor; astfel de lecții nu suprasolicitează elevii, sporește interesul cognitiv, dezvoltă imaginația, atenția, gândirea, vorbirea și memoria;
4. integrarea din societatea modernă explică necesitatea integrării în educație; societatea modernă are nevoie de specialiști foarte bine pregătiți; pentru a face față acestor cerințe este necesară pregătirea specialiștilor înalt calificați începând cu școlile primare;
5. integrarea oferă o oportunitate pentru creativitatea profesorului și contribuie la dezvoltarea abilităților lui.

În societatea contemporană, rolul informaticii a devenit și devine din ce în ce mai important în toate domeniile științifice: medicină, farmacie, economie, educație, sociologie, fizică, chimie, biologie, geografie, antropologie etc.

Evoluția informaticii oferă altor domenii de cercetare științifică instrumente puternice pentru cercetare: sisteme de calcul de mare capacitate, capabile să gestioneze baze de date uriașe, algoritmi de calcul puternici și sofisticăți pentru analiza și extragerea datelor. În același timp, sunt construite dispozitive de măsură din ce în ce mai sofisticate, bazate pe senzori și biosenzori extrem de specializați, care încorporează pachete software dedicate pentru prelucrarea automată a datelor colectate. În această categorie intră dispozitive utilizate în studiul spațiului exterior, dispozitive pentru măsurarea parametrilor biologici în medicină, biotehnologie, cercetare marină și alte dispozitive similare utilizate în fizică, chimie etc.

Aspecte interdisciplinare dintre Informatică și Matematică

Matematica și informatica sunt două discipline simbiotice și complementare. Informatica s-a dezvoltat ca știință din matematică, adică **Informație + Matematică = Informatică**. Matematica este limbajul natural al științei, fundamentul încercării oamenilor de a înțelege lumea înconjurătoare. Cu alte cuvinte, matematica este o disciplină

axiomatic-deductivă, iar pe de altă parte, informatica este mai degrabă descriptiv-constructivă, disciplină care consolidează abilitățile de abstractizare și rezolvare a problemelor, care sunt două dintre competențele de bază ale matematicii. Informatica oferă oportunitatea de a proiecta și implementa algoritmi, de a înțelege în detaliu procesul de calcul.

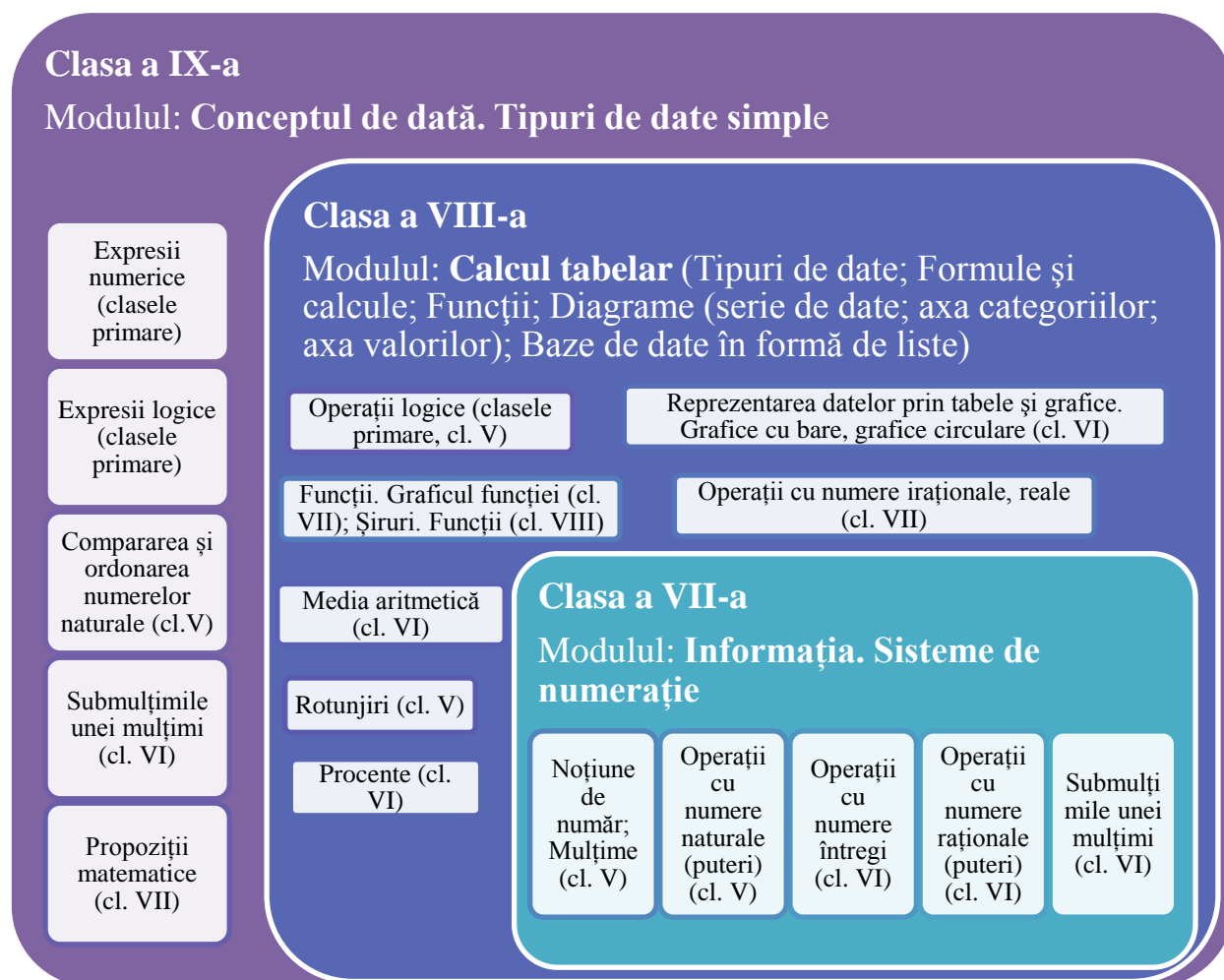


Figura 2. Evidențierea relațiilor interdisciplinare Informatică – Matematică pentru unele module din ciclul gimnazial [3, 4]

Așa cum, matematica reprezintă baza fundamentală pentru studierea calitativă a informaticii, este dificil de a indica succint care ar fi acele noțiuni care se aplică în studierea informaticii. În figura 2 sunt ilustrate câteva din relațiile interdisciplinare Informatică – Matematică pentru unele module din ciclul gimnazial. În schema prezentată s-a ținut cont doar de introducerea noțiunilor noi din informatica din gimnaziu nu și de aplicarea matematicii la rezolvarea problemelor de informatică.

Propunem în continuare câteva exemple identificate de abordare interdisciplinară dintre Informatică și Matematică:

Problema 1. Ziua de naștere. Ionel este un copil foarte curios. El știe zilele de naștere la toate rudele sale, a tuturor colegilor săi de clasă. Problema care și-a pus-o Ionel este: să

afle în ce zi a săptămânii s-au născut toți acești oameni. Ajutați-l pe Ionel să rezolve această problemă.

Algoritmul acestei probleme poate fi implementat într-un limbaj de programare studiat, parțial, în clasa a IX-a. La rezolvarea acestei probleme se vor aplica următoarele noțiuni matematice: împărțirea cu rest, câtul de la împărțire (operatorul div), restul de la împărțire (operatorul mod) (cl. IV); criterii de divizibilitate (cl. V); partea întreagă și partea fracționară a unui număr (cl. VI) etc.

Problema 2. *Tripletele lui Pitagora.* Tripletul $\{a, b, c\}$, unde a, b, c sunt numere naturale prime între ele, care satisfac ecuația $a^2 + b^2 = c^2$, se numește *triplet pitagoreic*. Să se scrie un program, care va determina toate tripletele pitagoreice $\{a, b, c\}$, unde numărul natural c este dat.

Soluționarea acestei probleme ține de implementarea următoarelor subiecte din matematica școlară: criterii de divizibilitate, număr prim, numere pare, numere impare, algoritmul lui Euclid (cl. V); teorema lui Pitagora (cl. VIII) etc.

Problema 3. *Cadourile.* Marele magnat BitMan are în unul din depozitele sale n cutii, numerotate de la 1 la n , pline cu cărți. Fiecare cutie conține x_1, x_2, \dots, x_n cărți ($x_i \neq x_j$, pentru orice i și j). El preconizează să meargă la n orfeline și să împartă cărțile în mod egal, fără rest, adică toate orfelinele să primească același număr maxim de cărți, luând cu sine doar k cutii ($1 \leq k \leq n$). Ajutați-l pe BitMan să aleagă cutiile necesare în așa fel, ca fiecare orfelinat să primească numărul maxim de cărți și determinați câte cărți va primi fiecare orfelinat.

Această problemă poate fi rezolvată aplicând tehnicile de programare (cl. XI): trierea, backtracking, programarea dinamică. Dintre noțiunile matematice aplicate sunt: divizibilitate (cl.V); mulțimi, submulțimile unei mulțimi (cl. X); principiul lui Dirichlet. Corectitudinea algoritmului poate fi demonstrată folosind inducția matematică (cl.X).

Tabelul 1 reflectă unele noțiuni din matematică aplicate la studierea modulelor *Tipuri de date structurate* (tablou, șir de caractere, articol, mulțime, fișier); Bazele aritmetice ale tehnicii de calcul; Subprograme (Informatica, cl. XI) și a modulului Calcul numeric (Informatica, cl. XII). Se poate observa că aceste module necesită cunoștințe vaste din matematică.

În concluzie, *În ce măsură se poate face informatică fără matematică?* Răspunsul corect ar fi: este dificil de a studia Informatica fără a avea cunoștințe fundamentale de matematică. *Este adevărat și viceversa?* Un răspuns în acest sens ar fi: folosirea calculatorului sporește eficiența și validarea cercetărilor matematice, iar implementarea TIC în procesul didactic la Matematică este absolut indispensabil la ziua de azi.

Căutarea soluțiilor pentru probleme de informatică, deseori acestea fiind desprinse din situații reale, fortifică corelația dintre conținuturile educaționale ale diferitor discipline și, prin urmare, crește capacitatea de adaptabilitate-flexibilitate a elevului în luarea

deciziilor-metodelor optimale de rezolvare. Efectul valorificării interdisciplinarității Informatică - Matematică este o dovadă clară a acestor concluzii.

Tabelul 1. Evidențierea relațiilor interdisciplinare Informatică – Matematică pentru unele module din ciclul liceal [5, 6]

Informatica (liceu)	Matematica
<p>Clasa a X-a Modulul: <i>Tipuri de date structurate</i> (tablou, șir de caractere, articol, mulțime, fișier)</p> <p>Modulul: <i>Bazele aritmetice ale tehnicii de calcul</i> (sisteme de numerație (poziționale, nepoziționale); translaerea numerelor dintr-un sistem de numerație în altul; aritmetica binară, octală, șaisprezecimală)</p>	<p>Matrice, Determinanți (cl XI) Mulțimi; Operații cu mulțimi; Relația de ordine; Cardinalul mulțimii (cl. X)</p> <p>Operații cu numere naturale (puteri) (cl. V) Operații cu numere întregi (cl. VI) Operații cu numere raționale (puteri) (cl. VI) Submulțimile unei mulțimi (cl. VI)</p>
<p>Clasa a XI-a Modulul: <i>Subprograme</i> (elaborarea algoritmilor recursivi; recursivitatea grafică; elemente de animație; probleme de simulare;)</p> <p>Modulul: <i>Tehnici de programare</i> (analiza algoritmilor: – estimarea necesarului de memorie; – complexitatea temporală a algoritmului; – clasificarea algoritmilor în funcție de complexitate)</p>	<p>Șiruri de numere reale, definiții recursive (cl. XI) Șiruri de numere ilustre Elemente de trigonometrie (cl. X) Transformări geometrice în plan (cl. X) și în spațiu (cl. XI) Poligoane (cl. IX) Funcția liniară Funcția pătratică Funcția putere Funcția exponențială Funcția logaritmică</p>
<p>Clasa a XII-a Modulul: <i>Calcul numeric</i> (rezolvarea pe calculator a ecuațiilor algebrice și transcendente; calculul determinanților; rezolvarea sistemelor de n ecuații liniare nu n necunoscute; calculul numeric al integralei definite)</p>	<p>Ecuatie algebrică; Ecuatie transcendentă (cl. X) Funcție, graficul funcției, continuitatea funcției, monotonia funcției, zerourile funcției (cl. X, XI) Derivata funcției; Aplicații ale derivatelor; Tangenta la graficul funcției (cl. XI) Sisteme de ecuații liniare (cl. XI) Integrala definită (cl. XII) Limita funcției (cl. XI) Matrice, Determinanți, Sisteme de ecuații liniare (cl. XI) Patrulater în plan (cl. VIII) Aria dreptunghiului (cl. V) Aria trapezului (cl. IX)</p>

Abordări interdisciplinare între Informatică și Fizică

Fizica este disciplina de studiu care a definit viziunea științifică modernă ajutându-ne să înțelegem lumea în aspectele sale fundamentale. Această știință se află la baza noilor tehnologii, inclusiv a celor informaționale și comunicaționale. Așa dar, este necesar de a

motiva elevii să studieze fizica, de a sprijini profesorii competenți, pasionați, calificați din domeniu, astfel încât țara noastră să dispună de oameni de știință competitivi nu doar în plan național dar și internațional.

În toată lumea există încrederea că prin aplicarea calitativă a fizicii se vor putea înregistra noi progrese în așa domenii ca gestionarea datelor, modelarea cu ajutorul supercalculatoarelor etc.

Realizarea unor transferuri și integrarea cunoștințelor și a metodelor de lucru specifice Fizicii în scopul aplicării lor în studierea Informaticii este astăzi la ordinea de zi. De fapt, atât Fizica cât și Chimia, Biologia funcționează pe baza Matematicii și sunt esențial interconectate cu Informatica.

De asemenea au fost identificate relațiile interdisciplinare dintre Informatică și Fizică [4, 6, 7, 8]:

1. Diversele aplicații ale laserului (Optica, cl. X) includ cititoare de coduri de bare, unități optice pentru discuri compacte ce permit citirea și înregistrarea informațiilor digitale, fibre optice (pentru comunicații în rețeaua Internet etc.), imprimante laser etc.;
2. Studiul modului: *Structura calculatorului și rețelele de calculatoare* (Generațiile de calculatoare, cl. X) implică așa noțiuni din fizică cum ar fi: Aparate electrice; Tub electronic, diodă, tranzistor, condensator; Mișcare mecanică; Energie mecanică; Curent electric; Circuit electric; Impuls electric; Tensiune electrică; Intensitatea curentului electric etc.
3. Curriculumul pentru disciplina opțională Robotica [9] este practic imposibil de a fi realizat fără aplicarea cunoștințelor din Fizică. Astfel, sunt necesare următoarele prerechizite din Fizică pentru asamblarea și programarea Roboților:
 - a) clasa a VII-a: Mișcarea și repausul, Forța, Lucrul, puterea și energia mecanică (Pârghia; Condiția de echilibru a pârghiei; Scripetele; Planul înclinat; Regula de aur a mecanicii);
 - b) clasa a VIII-a: Oscilații și unde mecanice;
 - c) clasa a IX-a: Optică geometrică;
 - d) clasa a X-a: Cinematica (Relativitatea mișcării mecanice; Mișcarea rectilinie uniform; Legea mișcării rectilinii uniforme; Cinematica mișcării relative; Mișcarea uniform variată; Legea mișcării uniform variate; Mișcarea corpurilor pe verticală; Mișcarea curbilinie; Mișcarea circulară uniform; Mișcarea corpurilor pe traiectorii parabolice); Dinamica (Interacțiuni; Legile dinamicii; Forța de greutate; Greutatea corpurilor; Forța elastică; Forța de frecare); Lucrul și energia mecanică; Impulsul mecanic; Elemente de statică (Momentul forței; Echilibrul unui corp; Centrul de greutate; Echilibrul în câmpul gravitațional); Oscilații și unde mecanice;

- e) clasa a XI-a: Electrostatica, Electrocinetica etc.
4. În cadrul predării temei *Structura calculatorului și Rețele de calculatoare* (cl. VII, cl. X) profesorii de informatică atrag atenția elevilor asupra faptului că dispozitive electronice ce conțin componente pe bază de siliciu (de exemplu, procesorul) sunt construite prin utilizarea electricității și a magnetismului. În același context, realizarea acestor dispozitive electronice au la bază și noțiuni din modulul Optica, și anume, procesul de trecere a luminii prin fibrele de sticlă. Teoria relativității aplicată în construirea dronelor permite de a descrie modul prin care gravitația deformează spațiul și timpul în cadrul receptoarelor GPS etc. Tot la această temă, se va vorbi despre calculatorul viitorului – calculatorul cuantic. Fenomenele cuantice stau la baza electronicii moderne, bazată pe tranzistori în siliciu ce funcționează ținând cont de legile mecanicii cuantice, iar în viitorul apropiat ar putea conduce la construirea unui nou tip de calculator: calculatorul cuantic, mult mai rapid decât cel actual (cel puțin pentru anumite tipuri de calcule). În teoria cuantică au loc o serie de fenomene mai greu de înțeles, care au la bază așa-zisa suprapunere de stări. La etapa actuală se știe că unui singur bit de informație se poate atribui două valori (două stări): 0 (lipsa impulsului electric) sau 1 (prezența impulsului electric). Modul în care sunt organizate circuitele interne într-un procesor și felul în care se gestionează fluxul de informație face un procesor atât de util pentru calcul. Calculatoarele cuantice funcționează pe baza mecanicii cuantice. În acest sistem de calcul, logica binară 1/0 de asemenea funcționează, doar că elementele fundamentale cu care suntem obișnuiți să lucrăm nu mai sunt biții cu valorile pure 1/0, dar qubiții care pot lua atât valorile 1/0, ci și „suprapuneri” de 1 și 0. Cu alte cuvinte, se consideră că qubiții pot fi 1 și 0 în același timp. Acest fapt poate fi comparat cu un întrerupător care poate să fie și închis și deschis în același timp. Dacă acest fenomen l-am proiecta în Optică, atunci se poate spune că calculatoarele digitale ne permit să privim lumea în doar două culori, iar cu ajutorul calculatoarelor cuantice vom putea distinge în tonuri și nuanțe de culori. Astfel, deciziile vor putea fi luate mai simplu. O altă problemă importantă, care trebuie rezolvată pentru crearea calitativă a calculatoarelor cuantice este răcirea procesorului și a altor componente ale sale. Ideal ar fi temperatura 0° K. Deci, va trebui să se țină cont de Termodinamică pentru a construi un calculator cuantic.

De asemenea, pentru explicarea noțiunilor informatice sunt necesare și următoarele prerechizite din Fizică: Fenomene electrice, Fenomene electromagnetice, Fizica moleculară, Electromagnetism, Oscilații și unde electromagnetice, Elemente de fizică a atomului etc.

Conceptul interdisciplinarității la Informatică prin prisma Chimiei

Făcând parte din domeniul științelor reale și ale naturii, chimia se concentrează asupra speciilor materiale, unitare și bine definite, numite substanțe. Chimia este știința care se

ocupă cu studiul atomilor și combinațiilor acestora, molecule, ioni și cristale. Atomii sunt structuri complexe formate din particule elementare.

Din analiza curriculumului la Informatică, putem afirma că, studierea Informaticii necesită cunoașterea unui șir larg de noțiuni din Chimie. Astfel, lista de **prerechizite** ar fi: elemente chimice, compuși chimici, moleculă, masa moleculară, atom, sistem periodic, substanță, clasificarea substanțelor, legături chimice, reacții chimice, metale, nemetale, semimetal, oxizi, acizi, săruri, baze, oxidare, conductibilitate termică, litografie etc.

Venim cu câteva exemple care demonstrează legăturile interdisciplinare stabilite dintre Informatică și Chimie [4, 6, 10, 11]:

1. În figura 3 sunt reflectate câteva module din curriculumul gimnazial la Informatică. Ideea care stă la baza acestei scheme este operația de includere, adică cunoștințele din chimie aplicate pentru studierea modului *Structura și funcționarea calculatorului* (cl.VII) sunt aplicate pentru asimilarea de noi cunoștințe la modulul *Calcul tabelar* (cl.VIII), iar toate împreună – în procesul didactic la modulul *Conceptul de dată, Definirea tipurilor de date* (cl.IX).

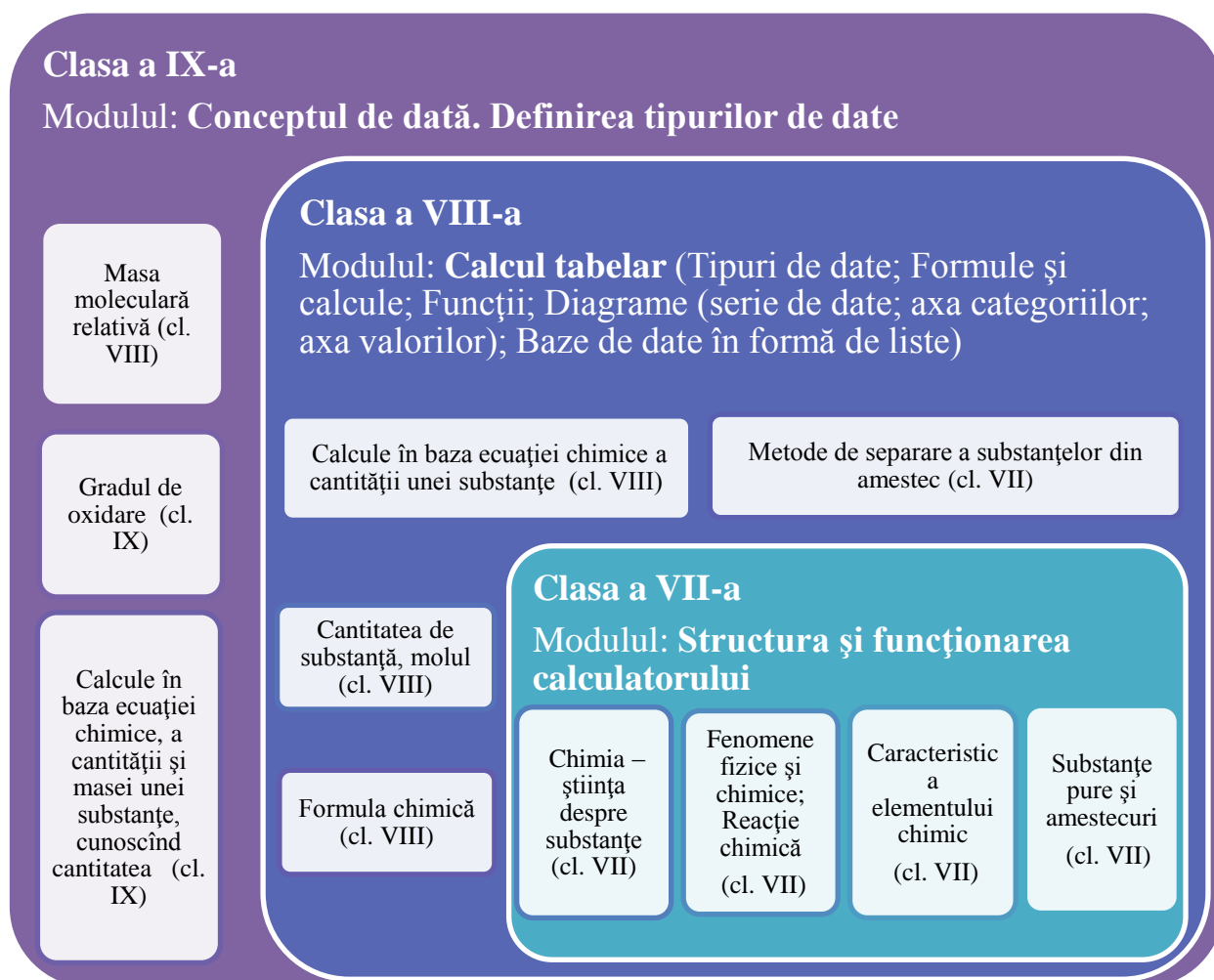


Figura 3. Ilustrarea relațiilor interdisciplinare Informatică – Chimie pentru unele module din ciclul gimnazial

2. În cadrul studierii temei *Schema funcțională a calculatorului* (Procesorul, cl. X) cadrul didactic poate apela la cunoștințele din domeniul chimiei al elevilor. Astfel, se știe că, procesorul sau unitatea centrală de procesare (UCP) este partea de hard a unui sistem informatic, care execută instrucțiunile unui program scris pe calculator și realizează operații aritmetice și logice, precum și operațiile de intrare-ieșire. Termenul este utilizat în industria calculatoarelor încă din anii 60 ai secolului trecut. Forma, designul și implementarea UCP-urilor de-a lungul anilor s-au schimbat, dar funcția de bază a rămas la fel. Procesoarele individuale sunt obținute prin operațiunea de litografie a unei plachete de siliciu. Litografia este un proces de mai multe faze în care trăsăturile necesare sunt imprimate pe placheta de siliciu folosind un șablon. Pentru a obține aceste plachete de siliciu și a crea elemente extrem de mici, care sunt utilizate pentru calcule instantanee, este necesar de a folosi anumite materii prime. Și această materie primă este banalul *nisip*. Din acest material este fabricat siliciu. *Nisipul* sub influența temperaturilor ridicate este amestecat cu *carbonul* pur. Drept consecință a acestor reacții rezultă siliciul, puritatea căruia este de 98%, dar care nu este încă suficientă pentru folosirea imediată în crearea microcipurilor. Pentru a fi transformat într-un „creier electronic”, trebuie tratat cu *clor* pentru a pierde din impuritățile încă persistente. Pentru a crea cel mai pur siliciu, compoziția se plasează la temperaturi înalte sub influența gazului inert *argon*. Argonul nu permite oxidarea compoziției, înlocuind perfect oxigenul. Și nici nu afectează deloc siliciul. Astfel, nisipul se încălzește până la temperatura de 1420 de grade Celsius. Sub influența unui încălzitor de *grafit*, siliciul începe să se topească. Cristalizarea se începe atunci când compoziția lichidului se răcește treptat, cu formarea unei anumite rețele moleculare. „Creșterea” unui astfel de cristal durează aproximativ 24-26 ore. De remarcat că structura sa este absolut omogenă. Pentru verificarea purificației sunt folosite o varietate de studii chimice. Dacă totul este în regulă, cristalul este procesat fizic, fiind tăiate plachete cu grosimi extrem de mici.
3. Este cunoscut că *Teoria grafurilor* [12] este pe larg aplicată în studiul structurilor moleculare ce constituie o ramură interdisciplinară dintre Chimie și Informatică, numită *Topologie moleculară* [13, 14]. Caracterizarea topologică a structurii substanțelor permite ordonarea acestora după criteriile de similaritate și simetrie. Un graf molecular este un model al unui sistem chimic, utilizat pentru caracterizarea interacțiunii componentelor sale: atomi, legături, grupuri de atomi sau molecule. Formula structurală a unei substanțe chimice poate fi reprezentată ca graf molecular, vârfurile lui fiind atomii, iar laturile corespunzând legăturilor covalente. Pentru a efectua calcule legate de distanțele dintre atomi cât și pentru reprezentarea matematică/computațională a unei structuri moleculare, topologia unei substanțe, se folosește matricea de adiacență.

4. În procesul didactic la tema Rețele de calculatoare (Informatica, cl.X), care pot fi de tip liniar, stea, inel, arbore etc., acestea sunt comparate cu legăturile chimice dintre atomi (figura 4).

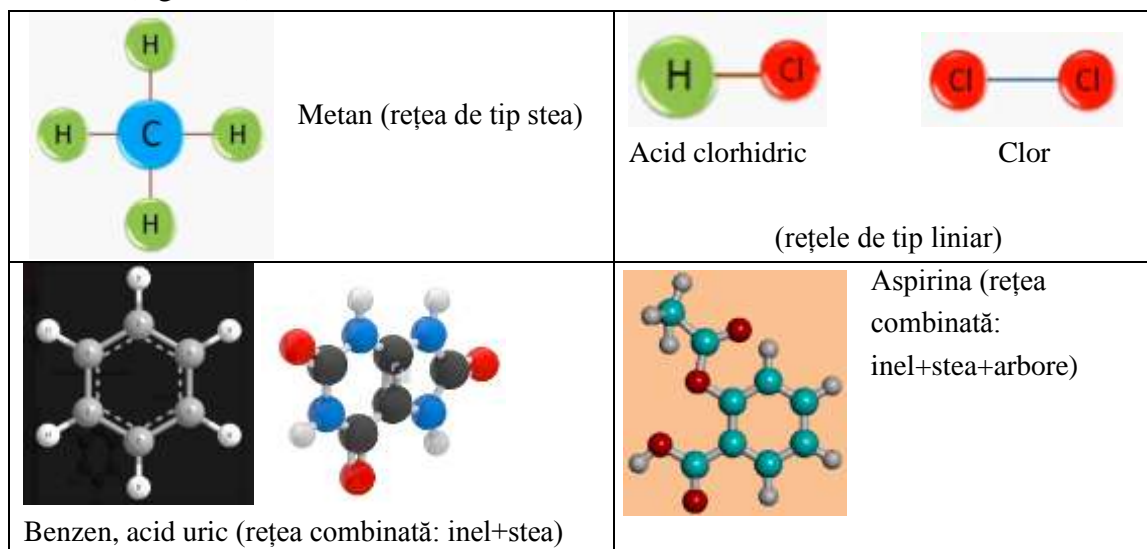


Figura 4. Interdisciplinaritatea Informatică – Chimie.

Rețele de calculatoare vis-à-vis Legături chimice

Simbioza interdisciplinară dintre Informatică și Biologie

Abordarea informatică a biologiei nu se rezumă doar la o simplă utilizare a instrumentelor oferite de tehnologiile informaționale, ci la integrarea gândirii algoritmice și a algoritmilor de calcul, la proiectarea experimentelor, la generarea, integrarea și analiza datelor, la modelare.

Informatica oferă nu numai instrumente și modele de cercetare biologică, dar și abstractizări intelectuale pentru a descrie fenomenele biologice.

Simbioza Informatică – Biologie a fost scoasă în evidență prin următoarele exemple propuse [4, 6, 15, 16]:

1. *Inteligența artificială* este orientată spre crearea unor dispozitive electronice care ar imita mintea umană, mai exact gândirea umană, felul de a lua decizii, și ar asigura așa activități ca învățarea și rezolvarea problemelor. *Rețelele neurale artificiale* (RNA) sunt o ramură a inteligenței artificiale, și constituie un obiect, relativ nou, de cercetare pentru știința Neuroinformatică. Rețelele neurale artificiale sunt bazate pe legăturile neuronale ale creierului uman, biologic, și care încearcă să descrie și să realizeze modalitatea de a învăța. Componentele RNA sunt neuronii artificiali creați similar cu cei cunoscuți din biologie. RNA sunt rețele de elemente simple dur interconectate prin care se propagă informația digitală. Robotica este parte componentă a Inteligenței artificiale orientate pe înlocuirea unor activități sau procese ale oamenilor sau a altor vietăți. La etapa actuală există o multitudine de soft-uri interconectate cu diverse dispozitive sofisticate, care permit studierea florei și faunei la cel mai înalt nivel. Actualmente, Inteligența artificială pătrunde în industria

- sănătății ca asistent al medicilor; în secțiile de Terapie intensivă – în calitate de dozator exact al medicamentelor administrate în funcție de necesitățile pacientului, studio RMN, Retinoscopia, USG 3D, Doppler fetal, Lentilele bionice etc.
2. Studiarea operațiilor cu *șiruri de caractere* din cadrul modulului *Tipuri de date structurate* (cl. X) implică și operații de căutare a unui subșir într-un șir de caractere. Această problemă este cunoscută și sub denumirea de Pattern matching fiind și o problemă NP – completă cu aplicații spectaculoase în Biologie. Aplicația Basic Local Alingment Search Tool (BLAST) permite identificarea similarității între diferite secvențe biologice. BLAST compară secvențe de proteine sau nucleotide cu un șir de secvențe stocate într-o bază de date calculând gradul de similaritate a acestora. Celulele sistemului imunitar funcționează în procesul de recunoaștere a virușilor în baza algoritmilor de căutare pe șiruri de caractere.
 3. *Arborii binari* sunt studiați în cadrul modulului *Structuri dinamice de date* în clasa a XI-a. Însă, instruirea de performanță la Informatică implică o instruire completă la capitolul Grafuri [12]. Aplicațiile arborilor în biologia computațională este esențială deoarece permite reprezentarea macromoleculor (ARN, AND, proteinele) folosind entități din biologie pentru etichetarea nodurilor (figura 5).

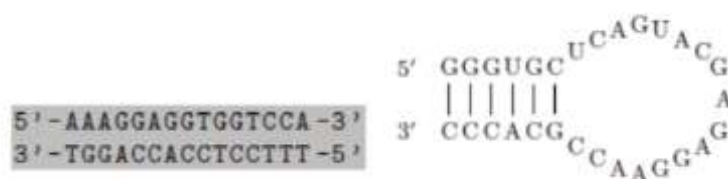


Figura 5. Biologie computațională. Moduri de reprezentare a moleculelor

Acești arbori cu sau fără rădăcină se numesc arbori filogenetici. În calitate de exemple pot servi reprezentarea secvențelor ADN, ARN (figura 6).

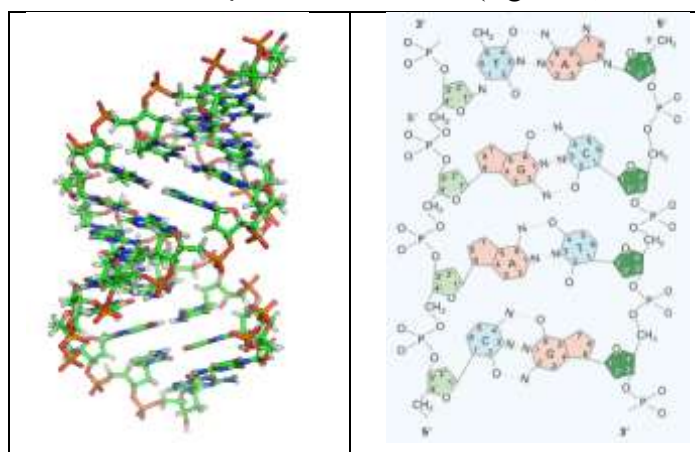


Figura 6. Arbore filogenetic. Structura ADN

Operația de Pattern matching este efectuată și pe arbori [17, 18].

Astfel, unul din cele mai bune și mai cunoscute exemple de gândire informatică în biologie este Bioinformatica. Bioinformatica este un domeniu interdisciplinar care încorporează informatica în cercetarea din domeniul biologiei. Ea dezvoltă și aplică

instrumente de calcul și abordări algoritmice pentru gestionarea și procesarea seturilor mari de date biologice. Bioinformatica se concentrează pe crearea de instrumente software pentru stocarea, gestionarea, interpretarea și analiza datelor la nivelul genomului, precum și integrarea informațiilor din secvențele de ADN.

Există numeroase alte subiecte pe care le-am fi putut descrie aici. Desigur, este imposibil să coordonezi totul, dar este cu siguranță un pas în direcția corectă pentru a implementa un număr selectat de exemple. Dacă reușim să coordonăm și să legăm disciplinele între ele printr-o abordare spirală, toți subiecții vor beneficia foarte mult, iar subiectele abordate vor deveni o călătorie interesantă de descoperire.

Integrarea interdisciplinarității în procesul didactic la Informatică prin concepte din Geografie

În acest compartiment vom încerca să elucidăm relația stabilită între Informatică și Geografie [4, 6, 19, 20], cu demonstrații de transfer a cunoștințele dintr-o disciplină la altă disciplină. Trebuie de remarcat că aceste două discipline sunt a priori foarte îndepărtate din punct de vedere al referințelor cognitive, Informatica fiind apropiată de Matematică și Inginerie iar Geografia aparținând domeniului științelor naturale.

Colaborarea dintre Informatică și Geografie este acum multiplă și polivalentă. În paralel cu concepte derivate din tehnologia informației, impregnate cu gândirea geografică au fost înregistrate rezultate de reintegrare a problemelor geografice în problemele informaticienilor. Din integrare interdisciplinară au rezultat imaginile satelit, apoi sistemele de informații geografice (GIS) și, în final, proliferarea geolocalizării.

1. În clasa a XI-a, în cadrul modului *Tehnici de programare* se studiază tehnica *Greedy*. Una din problemele clasice analizate la această temă este *Problema colorării hărților*. Formularea acestei probleme este foarte simplă și nu necesită mari cunoștințe într-un careva domeniu: Sunt date n țări precizându-se relațiile de vecinătate. Se cere să se determine o posibilitate de colorare a hărții, astfel încât să nu existe țări vecine colorate la fel. Istoria acestei problem spune că: „În 1852 un geograf din Edinburgh l-a informat pe prietenul său, student la matematică, că folosește cel mult patru culori pentru o hartă împărțită în regiuni, fără ca două regiuni vecine să aibă aceeași culoare. Este vorba despre hărți plane, cu regiuni închise, iar “vecine” sunt regiunile cu o linie de frontieră comună; două regiuni care se întâlnesc într-un număr finit de puncte nu sunt considerate vecine). Tânărului matematician Francis Guthrie, i-au plăcut cele aflate și a cerut informații mai ample, însă geograful l-a încredințat că acest procedeu e foarte răspândit și aplicat pretutindeni din cauza economiei care-l prezintă. Răspunsul nu l-a mulțumit pe Guthrie; el și-a propus să demonstreze acest fapt dar nu a reușit...” Teorema celor 4 culori a fost demonstrată în 1976 de americanii K. Appel și W. Haken cu ajutorul calculatorului, iar finalizarea acestei demonstrații a avut loc în anul 1989. Cu regret nu se cunosc algoritmi

polinomiali care să poată colora o hartă prin utilizarea a numai 4 culori (figura 7). Totuși, colorarea hărților este o problemă reală din domeniul Geografiei. Presupunând un număr mare de țări, suntem obligați să folosim o metodă euristică, în care să obținem o colorare admisibilă, chiar dacă nu se utilizează un număr minim de culori. În realitate, se aplică un algoritm elementar de colorare a hărților, adică fiecare țară este colorată într-o culoare diferită de toate celelalte țări. Pentru reprezentarea proximităților/vecinătăților în GIS se folosesc matricele de adiacență [21].

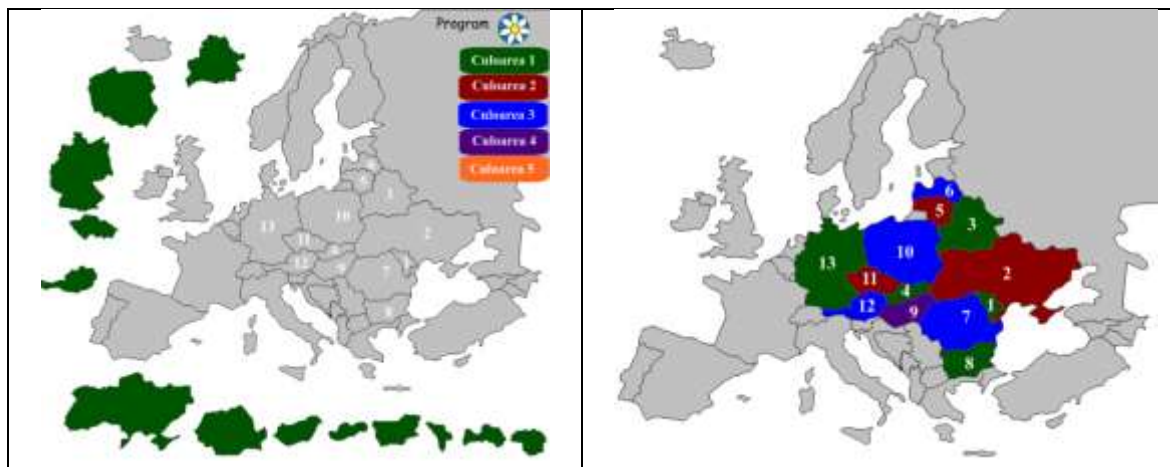


Figura 7. Problema colorării hărților pentru $n=13$

2. Modulul *Calcul numeric* se studiază la disciplina Informatica în clasa a XII-a. Elevilor se propune următoarea problemă cu tentă geografică: „Ștefan, un tânăr pasionat de călătorii a traversat globul pământesc în lung și în lat. În ultima sa călătorie din luna aceasta el și-a notat longitudinea și latitudinea pentru fiecare punct de pe glob în care a staționat, adică a făcut popas. El a staționat în n puncte diferite care descriu o funcție. Fiind foarte abil și competent el a reușit să obțină formula analitică a acestei funcții (se aplică interpolarea, care nu este parte a curriculumului școlar). Globul este împărțit de -180° până la 180° latitudine și de la -90° la 90° longitudine. Se știe că ecuatorul este latitudinea 0° . Să se determine longitudinile în care Ștefan a traversat ecuatorul cu exactitatea $0,01$. Se știe că distanța dintre aceste longitudini de pe ecuator este mult mai mare ca $0,01$.” Problema formulată în limbaj matematic este: Se cunoaște funcția $y=f(x)$. Aflați punctele de intersecție ale acestei funcții cu axa \vec{Ox} . Așa cum, despre tipul funcției nu se spune nimic, se va admite cazul când vom avea de soluționat o ecuație algebrică cu gradul mai mare decât 4 sau este o ecuație transcendentă. Prin urmare, se va aplica calculul numeric al rădăcinilor unei ecuații. Sunt mai multe metode numerice de rezolvare a ecuațiilor: metoda dihotomiei, metoda coardelor, metoda tangentelor, care se studiază în ciclul liceal. Înainte de a preciza rădăcinile ecuației, este necesar de a localiza aceste rădăcini cu exactitatea $\varepsilon=0,01$.

Geografia ca și Informatica poate aborda diferite subiecte integratoare și interdisciplinare. În confirmarea celor spuse, este deschiderea în cadrul Universității de Stat din Tiraspol (cu sediul la Chișinău) a specialității ”Geografie și Informatică”, specialitate ce în sens larg oferă avantaje viitorului profesor să-și formeze și dezvolte competențe atât în domeniul Informaticii cât și în domeniul Geografiei. Această specialitate își desfășoară activitatea de mai mulți ani, ceea ce demonstrează o interdisciplinaritate de succes.

Concluzii

1. În mod ideal, disciplinele din domeniul real și al naturii ar trebui predate în maniera orientată spre probleme, iar elevii să fie antrenați în rezolvarea de teste și evaluări, în implementarea și optimizarea propriilor strategii de soluționare a problemelor. Una din posibilitățile de a atinge acest obiectiv este crearea unui curriculum interdisciplinar care ar cuprinde noțiuni despre diferite subiecte transdisciplinare ceea ce ar intensifica studiul acestora.
2. Formularea problemelor în limbajul natural, adică evidențierea legăturii cu lumea reală contribuie esențial la evidențierea relațiilor interdisciplinare dintre disciplinele reale și ale naturii studiate.
3. Folosirea noțiunilor din alte discipline doar în formularea problemelor, pentru care se cere elaborarea unui program, contribuie la fortificarea memorării și aplicării cunoștințelor anterioare în practică.
4. Crearea de programe de studii în cadrul învățământului universitar prin interconectarea mai multor discipline școlare, ar fi o soluție în formarea calitativă a viitorilor profesori școlari. Deși, la etapa actuală sunt astfel de programe de duble specialități: Matematică și Informatică, Matematică și Fizică, Biologie și Chimie, Fizică și Informatică, Geografie și Informatică etc., această situație nu acoperă întreagă arie de discipline. Mai mult, conceptul STEAM este implementat episodic, punctual din cauza lipsei de resurse de orice gen. Competența digitală, obligatorie pentru profesorii de azi, este prezentă, cu părere de rău, nu la toți profesorii școlari din sistemul educațional din Republica Moldova. Faptul că, competența de programare este parte componentă a competenței digitale nici nu se pune în calcul. Programele de studii oferite de universitățile din țară nu țin cont de acest fapt incluzând în programele de studii doar unități de curs pentru formarea și dezvoltarea abilităților de utilizare TIC, fără includerea studierii programării de fapt.

Articol 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, cifra 20.80009.0807.20.

Bibliografie

1. Bontaș I. *Tratat de pedagogie*. Editura All, București, 2007.
2. Nicolescu B. *Transdisciplinaritatea: Manifest*, Traducere din limba franceză de Horia Mihail Vasilescu, Editura Junimea, Iași, 2007, 53 p.
3. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Informatica. Curriculum școlar pentru învățământul gimnazial (clasele VII-IX)* Chișinău, 2010.
4. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Matematică. Curriculum pentru clasele a 10-a–a 12-a*, 2010.
5. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Matematica. Curriculum pentru învățământul gimnazial (clasele a V-a – a IX-a)* Chișinău, 2010
6. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Informatică. Curriculum pentru clasele a 10-a–a 12-a*, 2010.
7. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Fizică. Curriculum pentru învățământul gimnazial (clasele VI – IX)* Chișinău, 2010.
8. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Fizică. Astronomie. Curriculum pentru învățământul liceal (clasele X – XII)* Chișinău, 2010.
9. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Curriculumul pentru disciplina opțională Robotica* Chișinău, 2015.
10. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Chimia. Curriculum pentru învățământul gimnazial clasele a VII-a - a IX-a* Chișinău, 2010.
11. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Chimia. Curriculum pentru învățământul liceal clasele a X-a - a XII-a* Chișinău, 2010.
12. Corlat S., Gremalschi A. *Grafuri: Metodologia predării în cadrul instruirii de performanță la disciplinele Matematică & Informatică*. Ch.: UST, 2014, 158 p.
13. Diudea M. V., Gutman I., Jäntschi L. *Molecular Topology*. NOVA, New York, 2002.
14. Diudea M. V., Florescu M. S., Khadikar P. V. *Molecular Topology and Its Applications*. EFICON, Bucharest, 2006.
15. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Biologia. Curriculum pentru învățământul gimnazial (clasele VI - IX)* Chișinău, 2010.
16. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Biologia. Curriculum pentru învățământul liceal (clasele X - XII)* Chișinău, 2010.
17. Valiente G. *Combinatorial Pattern Matching Algorithms in Computational Biology Using Perl and R*. Chapman and Hall/CRC Computational Biology Series, 2009, 368 p.
18. Andonie R., et all. *Algoritmi și Structuri de Date pentru Imagistică și Bioinformatică*. Brașov: Editura Universității Transilvania, 2013. 316 p.
19. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Geografia. Curriculum pentru învățământul gimnazial (clasele V - IX)* Chișinău, 2010.
20. Ministerul Educației al Republicii Moldova. *Geografia. Curriculum pentru învățământul liceal (clasele X - XII)* Chișinău, 2010.
21. Dârdală M., Furtună T.-F., Reveiu A. *Soluție software de reprezentare a proximităților în GIS folosind matrice de adiacență*. În: *Revista Română de Interacțiune Om-Calculator* 6 (1) 2013, p. 79-96.