

CZU: 37.016.046:004

DOI: 10.36120/2587-3636.v24i2.7-20

GÂNDIREA COMPUTAȚIONALĂ CA SCOP AL INSTRUIRII LA INFORMATICĂ

Valeriu CABAC, dr., prof. univ.

<https://orcid.org/0000-0002-2125-2974>

Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

Rezumat. Scopurile instruirii la informatică în școală au evoluat pe parcursul anilor: de la alfabetizarea informatică la formarea culturii informaționale și a competențelor TIC. În ultimii ani în didactica informaticii a devenit populară noțiunea de gândire computațională, considerată drept un mod de gândire specific informaticii. Gândirea computațională nu se identifică cu gândirea algoritmică, cultura informațională și tinde să ocupe poziția unui scop important al instruirii la informatică.

Cuvinte cheie: informatica școlară, gândire algoritmică, cultură informațională, gândire computațională.

COMPUTATIONAL THINKING AS A PURPOSE OF COMPUTER TRAINING

Abstract. The objectives of computer science instruction in schools have evolved over the years: from computer literacy to information culture and ICT skills training. In recent years, the notion of computational thinking has become popular in computer science teaching, as a way of thinking specific to computer science. Computational thinking is not identified with algorithmic thinking, information culture and tends to occupy the position of an important goal of computer science education.

Keywords: school informatics, algorithmic thinking, information culture, computational thinking.

De ce informatica trebuie învățată în școală? Răspunsul la această întrebare nu este univoc. În raportul OCDE (Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică) „Învață să te schimbi: Tehnologia informației și a comunicațiilor în școli” [1], elaborat în anul 2001, se sublinia că motivele, care trebuie să conducă în mod imperativ la introducerea studierii informaticii și TIC în școală, pot fi încadrate în trei domenii: economic, social și educațional.

- (a) motivele *economice*: marea majoritate a profesiilor folosesc astăzi instrumente informatice. Abilitatea în manipularea și utilizarea rațională a acestor instrumente este un factor important al capacității de angajare;
- (b) motivele *sociale*: abilitatea de a practica TIC este o condiție necesară pentru integrarea socială. Această abilitate de „alfabetizare digitală” trebuie privită drept una vitală și la fel de esențială ca abilitatea de a citi, scrie și a face calcule;
- (c) motivele *educaționale*: tehnologiile informaționale pot lărgi și îmbogăți învățarea și sprijini dezvoltarea abilităților cognitive de ordin superior, în special, calitatea analizei și sintezei.

Vom examina, la început, *motivele educaționale*. În ce măsură implementarea tehnologiilor TIC influențează calitatea instruirii/rezultatele învățării? Pentru a răspunde la această întrebare ne vom adresa la rezultatele evaluărilor internaționale PISA. PISA (Program for International Student Assessment) reprezintă un studiu comparativ internațional, desfășurat fiecare trei ani, cu scopul de a testa competențele de bază ale

elevilor de 15 ani în trei domenii de studiu: științe, citire/lectură, matematică. În rezultatul sondajului PISA din anul 2012 (aceasta a fost ultima testare în format „creion-hârtie”) s-a constatat că „țările care au făcut investiții semnificative în implementarea TIC în educație, nu au înregistrat nici o îmbunătățire semnificativă a rezultatelor elevilor lor în lectură, matematică și științe” [2, p. 15]. Mai mult ca atât, elevii din țările care au demonstrat cele mai înalte performanțe în lectură, matematică și științe (China, Singapore, Hong-Kong, Korea, Taiwan), folosesc calculatorul în clasă și acasă (pentru a realiza temele) cu mult mai puțin timp decât în alte țări, iar într-un șir de state (Australia, Noua Zeelandă, Suedia), unde Internetul este utilizat în școli pe scară mai largă, scorurile testelor la lectură au scăzut semnificativ.

Menționăm că astăzi unul din semnele distinctive ale speciei umane este utilizarea instrumentelor complexe pentru rezolvarea problemelor cotidiene. Cândva, generație după generație, părinții își creșteau copii, învățându-i să folosească instrumentele care le erau familiare. Ulterior, cei mai ingenioși copii rafinau instrumentele strămoșilor lor și inventau altele noi. Cu toate acestea, niciodată înainte de apariția calculatorului electronic și, mai recent, a serviciilor Internet, o parte atât de mare a umanității nu și-a schimbat obiceiurile și instrumentele zilnice într-o perioadă atât de scurtă. În aproximativ 25 de ani, instrumentele utilizate în majoritatea profesiilor pentru activități simple, cum ar fi comunicarea, colectarea de informații, arhivarea datelor din trecut sau planificarea pentru viitor au fost înlocuite cu dispozitive digitale. Pentru prima dată în istorie, părinții, dar și profesorii, au mai puțină experiență în utilizarea instrumentelor pe care copiii le utilizează zilnic relativ ușor.

Se ne adresăm acum la *motivele economice*. Amintim că motivul principal se formulează foarte scurt: informatica trebuie studiată în școală deoarece aproape la fiecare loc de muncă, dar și în viața personală absolventul se va întâlni cu calculatorul și tehnologiile informaționale. Un asemenea răspuns generează imediat o altă întrebare: care trebuie să fie finalitățile cursului școlar de informatică, ce calități trebuie formate la viitorul absolvent prin conținutul informaticii școlare? Trebuie să fie absolventul școlii numai un consumator pasiv de tehnologii informaționale sau trebuie să fie un viitor creator și producător de astfel de tehnologii? Răspunsurile la astfel de întrebări nu sunt univoce și de aceea studierea informaticii în școală are mai multe scopuri.

În Federația Rusă și într-un șir de țări s-a cristalizat următoarea triadă de scopuri: (1) alfabetizarea informatică; (2) cultura informațională; (3) competența TIC.

În S.U.A. și într-un șir de alte țări triada de scopuri arată în felul următor: (1) alfabetizarea digitală; (2) alfabetizarea informațională; (3) gândirea computațională.

În curriculumul disciplinar la informatică din Republica Moldova sunt formulate explicit două scopuri: (a) dezvoltarea gândirii algoritmice; (b) formarea culturii informaționale. În mod implicit, în curriculum se conține încă un scop: dezvoltarea

competenței TIC. Se poate observa că scopurile formulate în curriculumul autohton sunt apropiate de cele formulate în programa la informatică din Federația Rusă. Pentru a avea posibilitatea de a compara scopurile formulate mai sus, le vom explica succint.

Alfabetizarea informatică (Computer Literacy) presupune cunoașterea bazelor algoritmicizării și a programării, structurii și principiilor de funcționare a calculatorului și abilități practice de utilizare a lui. Noțiunea de alfabetizare informatică este o dezvoltare a noțiunii de *alfabetizare algoritmică* (Algorithmic Literacy), care a apărut la etapa inițială de introducere a informaticii în școală.

O persoană alfabetizată algoritmic ar trebui să cunoască: (a) noțiunea de algoritm și proprietățile lui; (b) noțiunea de limbaj de descriere a algoritmilor; (c) nivelurile de formalizare a descrierii algoritmului; (d) caracterul discret al algoritmului; (e) nivelurile detalierii algoritmului; (f) principiul ramificării; (g) principiul repetitivității; (h) executarea algoritmului; (i) organizarea datelor.

Omul se deosebește de alte ființe prin faptul că este înzestrat cu facultatea de a gândi. Gândirea permite nu numai de a percepe lumea din jur, dar și a înțelege procesele care au loc în ea. Procesul de înțelegere este asigurat de gândire. Gândirea afectează, în același timp, modul în care un anumit fenomen este interpretat. Deoarece gândirea este direct influențată de vârstă, educație, experiență de viață și multe altele, interpretarea acelui fenomen de oameni diferiți poate fi diferită și nu întotdeauna corectă. Cea mai exactă interpretare ne-o oferă *gândirea algoritmică* (Algorithmic Thinking) [3].

Gândirea algoritmică este un stil specific de gândire, care presupune prezența unor modele (scheme) de gândire, ultimele contribuind la crearea unei reprezentări în ansamblu al problemei, divizarea ei în blocuri cu detalierea ulterioară și consolidarea conștientă a rezultatului. Gândirea algoritmică reprezintă, de asemenea, un set de secvențe de acțiuni, care împreună cu gândirea logică și cea imaginativă, amplifică abilitățile intelectuale și potențialul creativ al persoanei. „A forma o *gândire algoritmică*, afirmă acad. M. Cioban și cercetătoarea V. Popovici-Bujor, înseamnă a dezvolta abilități și competențe de a aplica algoritmi la rezolvarea problemelor, a conștientiza demonstrațiile algoritmice ale unor teoreme și așa operații mentale ca descompunerea (fapt ce permite a vedea părțile componente ale problemei), abstractizarea, generalizarea (identificarea unor probleme similare), conceptualizarea (capacitatea de a avea o mentalitate inovatoare care generează idei și de a forma abstracții)” [4].

Drept consecință a „exploziei” informaționale, care s-a produs pe la mijlocul sec. XX, apariției și dezvoltării Societății Informaționale (societate în care crearea, distribuția, utilizarea, integrarea și manipularea informațiilor reprezintă o activitate semnificativă economică, politică și culturală) a apărut necesitatea de a forma la toți cetățenii abilitatea de lucru cu informația. În acest scop a fost propus conceptul de „alfabetizare informațională”. În documentele U.N.E.S.C.O. prin *alfabetizare*

informațională (Information Literacy) se înțelege „prezența la om a abilităților de a identifica corect informațiile necesare pentru a finaliza o sarcină specifică sau pentru a rezolva o problemă; căutarea eficientă a informațiilor, organizarea și reorganizarea acesteia; interpretarea și analiza informațiilor găsite și extrase (de exemplu, după descărcarea de pe Internet); evaluarea acurateței și fiabilității informațiilor, inclusiv respectarea standardelor etice și a regulilor de utilizare a informațiilor primite; dacă este necesar, transferul și prezentarea rezultatelor analizei și interpretării altor persoane, aplicarea ulterioară a informațiilor pentru realizarea anumitor acțiuni și obținerea anumitor rezultate” [5, p. 14].

Într-un șir de țări, inclusiv în Republica Moldova, este utilizat termenul „cultură informațională”. Neacceptarea termenului „alfabetizare informațională” se explică parțial prin faptul că înseși cuvântul „alfabetizare” indică la ceva primitiv, la cel mai elementar nivel de educație.

Cultura informațională (Information Culture) este o componentă a culturii generale a unui individ, a societății sau a unei anumite părți ale acesteia, care se manifestă în toate modurile posibile de lucru cu informațiile (obținerea, acumularea, procesarea, crearea pe această bază a informațiilor calitativ noi, translația acestora, utilizarea practică).

În unele publicații noțiunile de „alfabetizare informatică” și „alfabetizare informațională” sunt utilizate ca sinonime, ceea ce nu este corect. Alfabetizarea informatică, fiind o abilitate importantă pentru o persoană care dorește să se alfabetizeze informațional, nu este măcar o parte a alfabetizării informaționale, care presupune lucrul cu informația independent de mijloacele de acces la ea, de procesare și de difuzare a ei.

Confruntarea noțiunilor „alfabetizare informațională” și „cultură informațională” permite de a descoperi mai multe asemănări între ele. Ambele noțiuni caracterizează un fenomen complex, cu multe nivele și cu multe dimensiuni al interacțiunii umane cu informațiile. În cadrul ambelor noțiuni, se remarcă numeroase componente: de la capacitatea de a căuta informații, de a analiza și de a evalua critic sursele de informații găsite, până la utilizarea lor creativă pentru a rezolva diverse probleme apărute în activități educaționale, profesionale, de agrement sau alte activități.

În același timp, noțiunea de cultură informațională este mai largă decât noțiunea de alfabetizare informațională. Mai mulți autori consideră că cultura informațională conține trei componente: viziune informațională (viziune – mod de a înțelege și a interpreta lucrurile), alfabetizare informațională, alfabetizare informatică.

Competența TIC reprezintă capacitatea persoanei de a utiliza tehnologia informației și a comunicațiilor pentru accesul la informație, abilitatea de a selecta, culege și utiliza informația, abilitatea de a o integra, aprecia, genera și a o transmite prin intermediul TIC.

Să trecem la descifrarea celeilalte triade de scopuri.

Alfabetizarea digitală (Digital Literacy) – un set de bază de competențe necesare participării la activități esențiale de utilizator al tehnologiilor informaționale și al calculatorului. Competențele tipice ar include abilitatea de a lucra cu numere și documente (aplicații de procesare de text și calcul tabelar), abilitatea de a folosi un browser web, e-mail-ul și motoarele de căutare de pe Internet în siguranță și în mod eficient.

Specialiștii au identificat 5 nivele de competențe digitale:

- Lipsa completă de competențe digitale, numită și analfabetism digital;
- Expunere (inițiere) digitală, respectiv înțelegerea utilizării personale a TIC, abilitatea de a efectua operații de bază web, a citi și scrie e-mailuri etc.;
- Alfabetizare digitală, respectiv posedarea competențelor de bază de folosire a sistemelor digitale, Internet, baze de date etc. Alfabetizarea digitală presupune: (a) căutarea și utilizarea conținutului digital; (b) crearea conținutului digital; (c) transmiterea conținutului digital;
- Competență digitală, care implică un grad ridicat de a face față unui loc de muncă informatizat cu aplicații diverse. Prof. A. Gremalschi și cercetătoarea A. Prisăcaru consideră că „competență digitală poate fi definită și interpretată în două moduri distincte: (1) alfabetizarea digitală – capacitatea de a utiliza instrumentele cu acțiune digitală și (2) creația digitală – capacitatea de a elabora conținuturi și produse digitale” [6].
- Excelență digitală, respectiv posedarea unui nivel foarte înalt de competențe digitale.

Alfabetizarea informațională (Information literacy) este o componentă a culturii informaționale și reprezintă un set de abilități ale persoanei, care permit a determina când este nevoie de informații și a găsi, a aprecia și a utiliza în mod eficient informațiile necesare.

O persoană alfabetizată informațional este capabilă: (a) să determine cantitatea de informație necesară; (b) să determine modalitățile eficiente de a accesa informațiile necesare; (c) să aprecieze critic informația și sursele acesteia; (d) să includă informația selectată în propria bază de cunoștințe; (e) să utilizeze eficient informațiile pentru a atinge obiective specifice; (f) să înțeleagă problemele economice, juridice și sociale asociate cu utilizarea informației, să recepționeze și să utilizeze informațiile în mod etic și legal.

În ultimii ani în didactica informaticii a devenit populară noțiunea de „*gândire computațională*” (engl. Computational Thinking).

Noțiunea de gândire computațională se înscrie în cadrul dezbaterilor care au loc în diferite țări referitoare la necesitatea introducerii informaticii în planurile de învățământ ale școlii. Argumentele „pro” sunt bine cunoscute: luarea în considerație a nevoilor

societății privind dezvoltarea în continuare a sectorului de tehnologii informaționale, reînnoirea atractivității filierelor științifice ale învățământului universitar etc. Alte argumente se referă la presupusele beneficii pe care studiarea informaticii le-ar putea aduce elevilor. Este vorba despre începuturile formării unei culturi informatice și digitale. Se contează, de asemenea, pe transferul competențelor formate în cadrul disciplinei școlare „Informatica” în alte domenii, cum ar fi matematica.

Există un mod de gândire specific informaticii? Răspunsul la întrebarea de mai sus este afirmativ. Un asemenea mod de gândire a primit denumirea de gândire computațională [7]. Acest mod de gândire a apărut la tentativa de a analiza posibilitățile și limitările proceselor de calcul, care sunt efectuate fie de om, fie de mașini. Datorită metodelor și modelelor de calcul omul azi abordează probleme și proiectează sisteme pe care nu era capabil să le abordeze/proiecteze cândva. Calculatoarele/mașinile electronice de calcul, au schimbat esențial activitatea matematicienilor. La începutul sec. XX demonstrarea existenței soluției unui anumit tip de ecuații (fără a propune algoritmul de rezolvare) constituia un adevărat triumf al matematicianului. Azi nici cunoașterea algoritmului de rezolvare a ecuației nu este de ajuns; ecuația se consideră rezolvată complet dacă există o programă la calculator care permite de a obține soluția cu precizia dorită.

Ce poate face un om mai bine decât calculatorul și viceversa? Această întrebare poate fi formulată într-un mod mai teoretic: ce este calculabil? La asemenea întrebări până ce există doar răspunsuri parțiale.

Formarea gândirii computaționale este importantă pentru orice om, nu numai pentru informaticieni. Ea este la fel de importantă (iar în era digitală este, probabil, și mai importantă) ca și abilitatea de a scrie-a citi-a face calcule și trebuie formată la toți copiii. Și dacă la formarea în masă a ultimelor trei abilități a contribuit în mod decisiv tiparul, atunci la formarea gândirii computaționale instrumentul de bază îl vor constitui tehnologiile digitale.

Atragem atenția asupra faptului că în notița explicativă la prima programă școlară la informatică în fosta U.R.S.S. se menționa că obiectivul de bază al noii discipline constă în formarea la elevi al *stilului operațional al gândirii*.

Calculatorul a devenit un obiect de neînlocuit în viața omului contemporan, atât în plan tehnologic, cât și în plan personal. Se pare însă că nu este suficient să fii un utilizator avansat al tehnologiilor informaționale. Importantă devine înțelegerea logicii care stă în spatele programelor și a interfețelor. De aici – interesul față de gândirea computațională.

Cercetătoarea J. Wing, care a atras atenția asupra importanței gândirii computaționale, consideră că „*gândirea computațională* reprezintă procesele de gândire implicate în punerea problemelor și rezolvarea lor în așa fel, încât soluțiile să fie

prezentate într-o formă care poate fi realizată eficient folosind mijloacele de procesare a informației” [8].

În definiția de mai sus, vorbind despre problemă, se au în vedere nu numai problemele matematice bine definite, soluțiile cărora pot fi pe deplin analizate, cum ar fi o demonstrație, un algoritm sau un program, ci și problemele din lumea reală. Simplu vorbind, înainte de a-i comunica calculatorului cum se rezolvă problema (prin scrierea unui program), este necesar ca persoana mai întâi să se descurce cu problema și cu metodele de rezolvare a ei. Gândirea computațională reprezintă un set de tehnici anume pentru acest lucru.

Gândirea computațională se intersectează cu gândirea logică și gândirea sistemică. Ea include gândirea algoritmică și gândirea paralelă, care, la rândul lor, implică alte tipuri de procese de gândire, cum ar fi raționamentul compozițional, acțiunile după șablon, gândirea procedurală și cea recursivă.

Spectrul de reprezentări referitoare la gândirea computațională este destul de larg:

- Noțiunea de gândire computațională este strâns legată de noțiunea de gândire procesuală, propusă de S. Papert. Gândirea procesuală implică proiectarea, prezentarea, testarea și depanarea procedurilor care reprezintă un set de instrucțiuni pas cu pas, fiecare din ele putând fi interpretate formal de un executant specializat, cum ar fi calculatorul sau un echipament automat;
- Gândirea computațională ține de studiul mecanismelor inteligenței, însoțite de aplicații practice, exprimate în amplificarea inteligenței umane prin utilizarea instrumentelor care ajută la automatizarea rezolvării problemelor conexe;
- Gândirea computațională trebuie să lege procesele de gândire cu artefactele tehnologice (artefact - obiect produs de activitatea umană);
- Gândirea computațională este o punte între știință și inginerie, este metaștiința despre studiul modurilor sau metodelor de gândire aplicabile la diverse discipline. Din acest punct de vedere gândirea computațională reprezintă elementul central al raționamentelor care au loc în tranziția de la studiul fenomenelor fizice la aplicarea observațiilor științifice;
- Gândirea computațională se concentrează pe procesele și fenomenele abstracte care le însoțesc, în timp ce alte domenii ale științei se concentrează, în mare parte, asupra obiectelor fizice;
- Gândirea computațională este asociată cu sistemele semiotice pentru a articula cunoștințele explicite și a evidenția cunoștințele implicite, a le prezenta în forme calculabile specifice și a gestiona produsele obținute din astfel de eforturi intelectuale;

- Gândirea computațională este o modalitate de a formula metode precise pentru rezolvarea eficientă a problemelor, inclusiv analiza atentă a problemelor și a procedurilor de rezolvare;
- Gândirea computațională este, de fapt, ceea ce fac oamenii, percepând lumea, luând în considerație procesele, manipulând reprezentări și modele diferite;
- Gândirea computațională este o listă deschisă și în creștere de concepte care reflectă natura dinamică a tehnologiilor și a învățării umane, combinând elementele descrise mai sus. Ceea ce face gândirea computațională deosebit de actuală constă în faptul că calculatorul poate realiza „gândurile noastre computaționale” și că calculatorul a devenit un „partener și un colaborator în cercetare”.

Să urmărim evoluția gândirii computaționale în contextul dezvoltării tehnicii de calcul. Utilizarea ultimei la rezolvarea problemelor poate fi divizată, în mod convențional, în trei etape.

În prima etapă calculatoarele erau concepute pentru rezolvarea unui cerc îngust de probleme de modelare matematică (fizica atomului, balistica etc.). Problema de bază la această etapă era următoarea: cum poate fi construit un calculator pentru rezolvarea unor anumite probleme?

Când calculatoarele au devenit mai accesibile, la ele au început să fie rezolvate alte probleme (din fizică, mecanică, inginerie etc.) pentru care existau (sau erau special elaborate) modele matematice. Problema de bază la acea etapă consta în elaborarea unor algoritmi eficienți și a programelor.

La etapa a treia, contemporană, domină căutarea metodelor de rezolvare aproape a orice probleme la calculator. Sarcina de bază este următoarea: reprezentarea adecvată a datelor și cunoștințelor, crearea unor complexe de programe orientate pe probleme, cu o interfață om-calculator dezvoltată.

Dacă academicianul A. П. Ершов numea în anii 80 a secolului trecut programarea „a doua știință de carte”, în prezent la rolul celei de „a doua știință de carte” pretinde abilitatea de a utiliza tehnologiile informaționale și de comunicație moderne la rezolvarea problemelor apărute. Această abilitate devine o parte importantă a formării profesionale. Se consideră că în condițiile informatizării totale unul din indicatorii importanți ai calificării constă în abilitatea de a înțelege și de a aplica principiile fundamentale de calcul la un spectru larg de activități umane [9].

Chestiunile ce țin de gândirea computațională sunt discutate pe larg nu numai de cercetătorii din domeniul tehnologiilor informaționale, dar și a celor din sistemul educațional. Pe situl Asociației Americane a profesorilor de informatică (Computer Science Teachers Association), există un compartiment special dedicat noțiunii de gândire computațională (<https://www.iste.org/standards/computational-thinking>).

O definiție „de lucru” al gândirii computaționale, propusă pentru profesori este următoarea:

Gândirea computațională este un proces de rezolvare a problemelor, care include (dar nu se reduce la) următoarele caracteristici:

- formularea problemelor într-un mod care să permită utilizarea calculatorului și al altor instrumente pentru a le rezolva;
- organizarea logică și analiza datelor;
- prezentarea datelor prin abstracții, cum ar fi modelele și simulările;
- automatizarea rezolvării prin utilizarea gândirii algoritmice (o serie finită de pași ordonați);
- identificarea, analiza și implementarea soluțiilor posibile pentru a realiza cea mai eficientă combinație de pași și resurse;
- generalizarea și transferul procesului de rezolvare a problemei date în procesul de rezolvare a unui spectru larg de probleme.

Dezvoltarea gândirii computaționale presupune existența la elevi a unor calități personale:

- încrederea în sine la apariția dificultăților;
- persistența în rezolvarea problemelor dificile;
- toleranță într-o situație de incertitudine;
- capacitatea de a face față problemelor neterminate; abilitatea de comunicare și lucru în echipă pentru a atinge un scop sau o soluție comună.

Se poate afirma că gândirea computațională este un set de abilități și procese care permit elevului să „navigheze” prin spațiul problemelor conexe. Ea poate fi comparată cu o hartă care îl „conduce” pe elev de la curiozitate la înțelegere.

Procesul de gândire computațională începe cu analiza datelor, care servesc drept „intrări”. Se caută de a conferi un sens setului de date și a obține răspunsuri din acestea. Rezultatul nu este doar un răspuns, ci un proces pentru a ajunge la el. Pentru a servi drept o hartă care să-l conducă pe elev la înțelegere, gândirea computațională „planifică” atent „călătoria” pentru a se asigura că procesul poate fi reprodus și că ceilalți pot învăța din el și îl pot folosi. În acest moment gândirea computațională se „alimentează” adesea din gândirea algoritmică.

Gândirea computațională se sprijină pe patru piloni (tehnici-cheie):

- *decompoziția* – divizarea unei probleme complexe sau al unui sistem/proces în părți mai mici, care pot fi controlate mai bine;
- *recunoașterea de tipare/modele repetabile* – descoperirea similarității între și în interiorul problemelor/proceselor/sistemelor;
- *abstracția* – concentrarea doar asupra informației importante/esențiale, ignorând detaliile irelevante;

- *crearea de algoritmi* – descrierea pas cu pas a mersului rezolvării problemei sau a regulilor ce trebuie urmate pentru a rezolva problema/pentru a asigura funcționarea eficientă a unui sistem.

Într-adevăr, având o problemă complexă, o putem desface/descompune într-o serie de probleme mai mărunte, pe care le putem rezolva (decompoziția). Problemele mărunte pot fi analizate aparte, gândindu-ne cum au fost rezolvate anterior probleme similare (recunoașterea de tipare) și concentrându-ne numai pe detaliile importante (abstracția). În consecință, pot fi concepuți pașii sau regulile de rezolvare a problemei (crearea de algoritmi).

Gândirea computațională este o noțiune transdisciplinară și poate fi formată/dezvoltată în procesul studierii diferitor discipline școlare. Unele exemple sunt aduse în tab. 1.

Tabelul 1. Posibilități de dezvoltare a gândirii computaționale [10]

| Exemple de posibilități | Informatica | Matematica | Discipline reale | Discipline sociale | Discipline umaniste |
|--------------------------------|---|---|--|--|---|
| <i>Colectarea datelor</i> | Căutarea surselor de date | Căutarea surselor de date (aruncarea monedei) | Colectarea datelor experimentale | Studierea datelor statistice | Analiza lingvală a propozițiilor |
| <i>Analiza datelor</i> | Elaborarea programelor pentru prelucrarea statistică a datelor | Analiza rezultatelor experiențelor statistice | Analiza datelor experimentale | Identificarea tendințelor în datele statistice | Identificarea șabloanelor în propoziții |
| <i>Prezentarea datelor</i> | Utilizarea structurilor de date cum ar fi tablourile, stivele, cozile, grafurile etc. | Utilizarea histogramei, diagramei, listelor, graficelor și a. pentru prezentarea datelor | Prezentarea finală a datelor experimentale | Prezentarea finală a tendințelor | Prezentarea șabloanelor în propoziții |
| <i>Problema decompoziției</i> | Definirea obiectelor, metodelor și funcțiilor | Aplicarea priorității operațiilor în expresii | Elaborarea clasificărilor | | Crearea schemelor |
| <i>Abstractizarea</i> | Utilizarea procedurilor de incapsulare a procedurilor utilizate frecvent, utilizarea condițiilor, ciclurilor, recursiilor și a. | Utilizarea variabilelor în algebră; studierea funcțiilor în analiza matematică și compararea lor cu funcțiile în programare; utilizarea iterațiilor în rezolvarea problemelor | Construire modelelor obiectelor fizice | Reprezentare faptelor, formularea concluziilor din fapte | Utilizare comparațiilor și metaforelor la scrierea istorioarelor cu compartimente |
| <i>Algoritmi și proceduri</i> | Studierea algoritmilor | Utilizarea algoritmilor la | Executarea procedurilor | | Înscrierea instrucțiunilor |

Computational thinking as a purpose of computer training

| | | | | | |
|---------------------|--|---|---|----------------------------------|--|
| | clasici; utilizarea algoritmilor pentru rezolvarea problemelor | efectuarea operațiilor cu numere | experimentale | | |
| <i>Automatizare</i> | | Utilizarea sistemelor interactive grafice | Utilizarea calculatorului la realizarea lucrărilor de laborator | Utilizarea tabelelor electronice | Utilizarea programelor de verificare a ortografiei |
| <i>Paralelizare</i> | Prezentarea datelor într-un mod care permite procesarea lor paralelă | Rezolvarea sistemelor de ecuații lineare; înmulțirea matricelor | Experiențe executate concomitent cu diferiți parametri | | |
| <i>Modelarea</i> | Algoritmi de animare, parametrizarea și optimizarea | Grafecele funcțiilor și modificarea valorilor variabilelor | Modelare mișcării corpurilor în sistemul solar | Jocuri de tipul „Age of Empires” | Reconstrucții istorice |

Într-un șir de surse noțiunile „gândire algoritmică” și „gândire computațională” sunt utilizate ca sinonime. Cercetătoarea N. Burlacu diferențiază aceste noțiuni în felul următor:

- *gândirea algoritmică* este capacitatea de a rezolva anumite probleme / însărcinări / exerciții, etc. prin abilitatea de a aplica clar pașii / instrucțiunile necesare, care deseori sunt stipulate și / sau se află la suprafață etc.;
- *gândirea computațională* este capacitatea de a rezolva anumite probleme / însărcinări / exerciții, etc. prin abilitatea de a elabora (înscris într-un proces segmentat în: a vedea, a căuta, a găsi) un set de instrucțiuni, a determina un ansamblu de acțiuni bine definite într-un mod inteligibil pentru mașina de calcul [11].

Din definițiile propuse mai sus reiese că noțiunile respective sunt înrudite, dar și se deosebesc la nivel funcțional.

Gândirea algoritmică este o „derivată” a informaticii și a programării. Ea permite de a automatiza procesul de rezolvare a problemelor, după cum s-a mai menționat, prin crearea unei serii de pași logici și sistematici, prin care este procesat un set definit de intrări și se produce un set definit de ieșiri pe baza acestora.

Să aducem două exemple în care este utilizată gândirea algoritmică.

1. Căutarea informației cu ajutorul motorului de căutare Google

Motorul de căutare Google se află în topul preferințelor internaților. Cauza este cunoscută: Google oferă în majoritatea cazurilor informații relevante. Și aceasta deoarece rezultatele căutării Google sunt determinate (parțial) de algoritmul PageRank, care atribuie importanță unei pagini Web pe baza numărului de situri care fac legătură cu aceasta. Cu alte cuvinte, algoritmul privește hyperlink-urile către o pagină Web ca un „vot” pozitiv. Pagina cu cele mai multe „voturi” este plasată în capul listei (hit list)

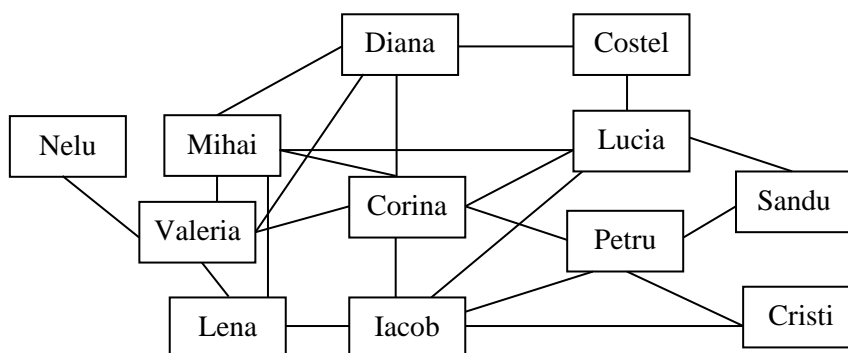
afișate pe monitorul utilizatorului. De fapt, algoritmul PageRank este cu mult mai complicat. De ex., algoritmul analizează, de asemenea, scorul pentru situl care face legătura cu pagina Web pentru a clasifica autoritatea link-ului („votului”).

2. Testarea adaptivă

Amintim că în test sarcinile sunt aranjați în ordinea creșterii dificultății. Prin urmare, un elev cu un nivel de pregătire jos nu va fi capabil să răspunde la sarcinile mai dificile (se poate spune că el „pierde timpul”, încercând să răspundă la sarcinile dificile). La fel și elevul cu un nivel înalt de pregătire va „pierde timpul” cu sarcinile de dificultate joasă. Pentru a evita asemenea cazuri, în testarea adaptivă elevului i se propun sarcini, dificultatea cărora este apropiată de nivelul de pregătire a elevului. Pentru a realiza testarea adaptivă la calculator trebuie să dispunem de un banc de sarcini cu dificultatea cunoscută. La început programul de testare îi propune elevului o sarcină de dificultate medie. Dacă elevul răspunde corect, atunci programul îi propune o sarcină cu dificultatea puțin mai ridicată. Dacă și la această sarcină elevul răspunde corect, lui i se propune o sarcină și mai dificilă ș.a.m.d. Dacă la prima sarcină elevul răspunde incorect, atunci lui i se propune o sarcină cu nivel de dificultate mai jos. Dacă elevul răspunde corect, atunci lui i se administrează o sarcină cu dificultatea puțin mai ridicată; dacă elevul răspunde incorect, atunci lui i se propune o sarcină mai facilă ș.a.m.d. Testarea adaptivă permite de a optimiza timpul de testare.

Propunem mai jos, în calitate de exemplu, două întrebări (sarcini) din cadrul concursului internațional de informatică și gândire computațională „Bebras” (în limba lituaniană *bebras* semnifică *castori*). Concursul a fost inițiat în anul 2004 de către prof. Valentina Dagiene de la Universitatea din Vilnius (Lituania).

Sarcina 1. Rețea de socializare. Corina și prietenii ei sunt înregistrați pe o rețea de socializare. În diagrama de mai jos puteți vizualiza prietenii Corinei, precum și prietenii acestora.



O linie indică o relație de prietenie între 2 persoane. De exemplu, Lucia este prietenă cu Corina, iar Sandu nu este prieten cu Corina.

- Dacă o persoană partajează o fotografie către prietenii ei, atunci prietenii pot adăuga comentarii la acea fotografie.

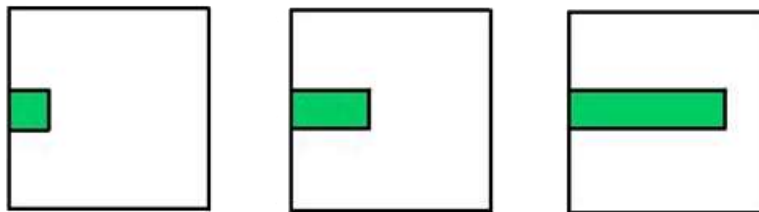
- Dacă o persoană adaugă un comentariu la o fotografie, atunci toți prietenii ei pot vizualiza comentariul și fotografia, însă nu pot adăuga un comentariu (daca nu sunt prieteni direcți cu persoana care a postat inițial fotografia).

Corina a postat o fotografie. Cu cine poate partaja ea fotografia astfel încât Jacob să nu poată vedea fotografia?

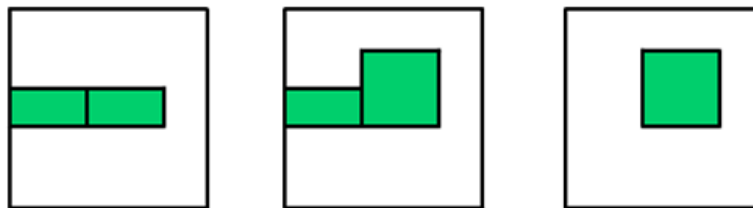
Răspuns: Diana, Mihai, Valeria.

Sarcina 2. Viața plantelor. Castorii iubesc florile. Poate acesta este motivul pentru care au inventat un limbaj simplu de programare, bazat pe obiecte vizuale, care are în vedere durata de viață a unei plante. Fiecare imagine pornește de la un pătrat denumit *a*. Un obiect vizual poate executa 3 operații: creștere(), divizare() și moarte().

Următorul program explică semantica limbajului:



a.creștere(spre est); a.creștere(spre est);



b,c = a.divizare(); c.creștere(spre nord); b.moarte();

Vă rugăm să rețineți că numai un obiect alungit poate executa operația de divizare(), operație ce produce 2 obiecte mai scurte, de aceeași dimensiune. Un pătrat nu poate fi divizat.



Castorul dorește să scrie un program pentru a transforma imaginea din stânga în cea din dreapta. Care ar putea fi primele 4 comenzi ale programului său?

Raspuns: a.creștere(spre est); a.creștere(spre est); b,c = a.divizare(); b.moarte();

În cercetările ce țin de gândirea computațională se subliniază că ea nu poate fi identificată nici cu gândirea algoritmică/matematică, nici cu alfabetizarea informatică, nici cu competența informațională. Gândirea algoritmică, logică, sistemică și informațională se intersectează cu gândirea computațională, dar nu o epuizează.

Comisia Europeană consideră că gândirea computațională este o abilitate fundamentală în sec. XXI, deoarece oferă niște oportunități de angajare pe viitor, dar și

deoarece dezvoltă participarea cetățenilor într-o societate din ce în ce mai digitalizată [12].

În concluzie: formarea gândirii computaționale la lecțiile de informatică trebuie considerată drept un scop important al disciplinei, de rând cu formarea/dezvoltarea competenței TIC și a culturii informaționale.

Bibliografie

1. *Learning to Change: ICT in Schools*. Paris: OECD, 2001. 118 p.
2. OECD. *Students, Computers and Learning: Making the Connection, PISA*. Paris: OECD Publishing, 2015. 200 p.
3. КЕРЗОН, П., МАКОУЭН, П. *Вычислительное мышление: метод решения сложных задач*. Москва: Альпина Паблишер, 2018. 266 с.
4. CIOBAN, M., POPOVICI-BUJOR, V. Geneza conceptului de gândire algoritmică și natura matematicii. În: *Academos*, nr. 3. 2020. pp. 28-37.
5. ЛАУ, Х. *Руководство по информационной грамотности для образования на протяжении всей жизни*. Москва: МОО ВПП ЮНЕСКО «Информация для всех», 2006. 45 с.
6. GREMALSCHI, A., PRISĂCARU, A. Formarea și dezvoltarea culturii informaționale și a gândirii algoritmice în învățământul general. In: *Revista Didactica Pro...* nr. 4-5(110-111), 2018. pp. 90-94.
7. WING. J. Computational Thinking. În: *Communications de l'ACM*, vol. 29, n^o 3, Mars 2006.
8. Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking. Committee for the Workshops on Computational Thinking; National Research Council. 2010. The National Academic Press, 2010. 115 p. [online]. Disponibil pe Internet; <http://nap.edu/12840> (citat 10.02.2021).
9. ХЕННЕР, Е. К. Вычислительное мышление. În: *Образование и наука*, № 2 (131), 2016. с. 18-33.
10. BARR, V., STEPHENSON, Ch. Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? În: *ACM Inroads*. 2011, March. Vol. 2. n^o 1. p. 48–54.
11. BURLACU, N. Gândire algoritmică: concept și analiză a resurselor educaționale digitale formative. În: *Conferința Națională de Învățământ Virtual*. Satu Mare. România. București: Editura Universității din București. Octombrie 25-26, 2019. pp.191-198.
12. BOCCONI, S., CHIOCCARIELLO, A., DETTORI, G. et all. Developing Computational Thinking: Approaches and Orientations in K-12 Education. În: *Proceedings of EdMedia 2016 - World Conference on Educational Media and Technology*, 2016. pp. 13-18.