

CZU: 371.26:004.4:373.5

DOI: 10.36120/2587-3636.v40i2.131-144

MĂSURAREA PROGRESULUI ÎN GÂNDIREA COMPUTAȚIONALĂ PRIN EVALUAREA CRITERIALĂ BAZATĂ PE DESCRIPTORI

Inna DONOS, doctorandă

<https://orcid.org/0000-0002-6136-7960>

Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău

Rezumat. Acest articol abordează aspecte teoretice și metodologice privind evaluarea progresului în gândirea computațională, prin utilizarea evaluării criteriale bazate pe descriptori. Se urmărește asigurarea unui proces educațional formativ, orientat spre dezvoltarea competențelor cognitive esențiale, prin formularea și aplicarea unor criterii clare și obiective, structurate pe nivele de performanță. Pentru a demonstra eficiența acestei metode, articolul include un studiu de caz și exemple practice, evidențiind impactul descriptorilor în măsurarea progresului elevilor și îmbunătățirea calității feedback-ului educațional.

Cuvinte-cheie: gândire computațională, evaluare criterială, descriptori de performanță, criterii de succes, dezvoltarea competențelor.

MEASURING PROGRESS IN COMPUTATIONAL THINKING THROUGH CRITERION-REFERENCED ASSESSMENT BASED ON DESCRIPTORS

Abstract. This article consists of theoretical and methodological aspects regarding the evaluation of computational thinking progress, using criteria of evaluation based on descriptors. The scope is to ensure a formative educational process, focused on development of essential cognitive skills, by formulating and applying evident and unbiased criteria, structured on performance levels. To demonstrate the effectiveness of this method, the article includes a case study and practical examples, emphasizing the significance of descriptors in evaluating student development and enhancing the effectiveness of educational feedback.

Key words: Computational thinking, criterion-referenced assessment, performance descriptors, success criteria, competence development.

Introducere

În ultimii ani, gândirea computațională sa transformat într-o competență fundamentală, utilizată în domenii diverse - de la științele exacte până la economie și științele sociale [18][7]. Gândirea computațională este definită printr-un set de abilități cognitive: *raționamentul logic, abstractizarea, evaluarea, gândirea algoritmică, decompoziția și generalizarea*, care ne oferă capacitatea de rezolvare structurată a problemelor [13]. În acest context integrarea în curriculum a dezvoltării gândirii computaționale este necesară pentru educarea competitivității și spiritului civic [4]. Calitatea procesului de evaluare a nivelului de dezvoltare a acestei competențe a devenit o provocare pentru cercetători și cadre didactice. Este necesară evidențierea unor instrumente care să măsoare nu doar corectitudinea răspunsurilor finale, ci și strategiile și procesele cognitive implicate în rezolvarea problemelor.

Evaluarea criterială bazată pe descriptori

Metodele tradiționale de evaluare, bazate pe răspunsuri corecte/incorecte, nu îmbrățișează complexitatea gândirii computaționale și nu oferă un feedback constructiv pentru îmbunătățirea procesului de învățare [3]. O soluție pentru această problemă poate fi *evaluarea criterială prin descriptori*, care permite aprecierea nivelului de performanță pe baza unor indicatori specifici pentru competențele urmărite [5]. Pentru a ghida elevii în procesul de învățare și autoevaluare trebuie să formulăm pentru elevi *criterii de succes* explicite. Aceste criterii vor fi clare pentru fiecare nivel de competență, vor asigura o obiectivitate în evaluare și autoevaluare, în același timp criteriile vor fi orientate spre proces, vor pune accent pe dezvoltarea gândirii, nu pe produsul final. La fel aceste criterii vor ajuta la oferirea și primirea unui feedback constructiv pentru a îmbunătăți competențele elevilor [10].

În acest context, apare întrebarea: *Care sunt criteriile de succes pentru evaluarea gândirii computaționale? Mai mult, cum pot fi formulate criteriile de succes care să faciliteze atât evaluarea, cât și autoevaluarea gândirii computaționale?*

Pentru a răspunde la aceste întrebări, vom realiza o analiză a literaturii de specialitate privind modelele de evaluare existente, urmată de un studiu de caz aplicat în contexte educaționale preuniversitare.

Criterii de succes

Pentru a formula setul de criterii de succes pentru evaluarea gândirii computaționale, este important ca acestea să reflecte componentele fundamentale ale gândirii computaționale: *raționamentul logic, abstractizarea, evaluarea, gândirea algoritmică, decompoziția și generalizarea*, așa cum sunt definite de cercetătorii J. M. Wing [18], S. Grover și R. Pea [7] și, totodată, să corespundă caracteristicilor enunțate mai sus: claritatea, obiectivitatea, consistența și orientarea către progresul învățării. Aceste caracteristici sunt obligatorii pentru a asigura o evaluare obiectivă și corectă a abilităților cognitive ale elevilor.

Să examinăm fiecare dintre domeniile ale gândirii computaționale, pentru a identifica manifestări ce trebuie observate.

1. *Raționamentul logic*. Elevii trebuie să aplice raționamente logice clare și structurate pentru a rezolva probleme. Aceste criterii se bazează pe abilități esențiale de raționament deductiv și inductiv, susținute de teoria cognitivă a lui Piaget despre dezvoltarea gândirii logice. [9] Conform lui Piaget, gândirea logică se dezvoltă progresiv, prin stadii cognitive distincte, culminând cu stadiul operațiilor formale (începând aproximativ de la 11-12 ani), când elevii devin capabili să utilizeze raționamente ipotetico-deductive și să rezolve probleme abstracte [12]. Prin urmare,

evaluarea raționamentului logic presupune examinarea coerenței și argumentării fiecărui pas realizat de elev în procesul de rezolvare a problemelor.

2. *Abstractizarea.* Elevii trebuie să demonstreze capacitatea de a evidenția concepte fundamentale dintr-o problemă complexă, ignorând detaliile irelevante. Potrivit teoriilor cognitive ale lui Sweller, această abilitate contribuie la formarea unor soluții mai eficiente și la reducerea complexității procesului de rezolvare a problemelor. [14] Conform Teoriei Încărcării Cognitive (Cognitive Load Theory), elaborată de Sweller, mintea umană are o capacitate limitată de procesare a informațiilor în memoria de lucru. Organizarea optimă a informației va îmbunătăți înțelegerea condițiilor, viteza și eficiența rezolvării. Prin urmare, învățarea implică minimizarea încărcării cognitive inutile și dezvoltarea schemelor mentale care facilitează rezolvarea problemelor.
3. *Gândire algoritmică.* Elevii trebuie să fie capabili să dezvolte și să aplice algoritmi pentru a rezolva o problemă, demonstrând o înțelegere a trăsăturilor unui algoritm. Criteriile vor descrie modul în care elevii împart o problemă complexă în pași simpli/instrucțiuni. Această capacitate, susținută în literatura de specialitate, subliniază importanța gândirii algoritmice pentru dezvoltarea soluțiilor eficiente [7].
4. *Decompoziția.* Elevii trebuie să demonstreze abilitatea de a descompune o problemă complexă în subprobleme mai mici și mai ușor de gestionat, acesta este un proces care ține de abilitățile de analiză și rezolvare a problemelor. Conform lui Wing [18], decompoziția este o abilitate cheie în dezvoltarea unei gândiri computaționale eficiente, care ajută elevii să înțeleagă mai bine structura problemei, să identifice modele și soluții structurate.
5. *Generalizare.* Elevii trebuie să recunoască trăsături (tipare) comune a problemelor și să aplice soluțiile deja cunoscute la problemele noi. Acest proces se referă nu doar la identificarea asemănărilor structurale dintre probleme, ci și la capacitatea de a adapta strategiile anterioare în contexte noi. Teoriile de învățare transferabilă [2] susțin importanța generalizării pentru dezvoltarea unor competențe de rezolvare a problemelor în situații diferite.
6. *Evaluarea.* Elevii trebuie să aibă capacitatea de a evalua critic soluțiile propuse, identificând punctele forte și punctele slabe. Acest proces de autorefecție este important pentru învățarea continuă și îmbunătățirea competențelor. În literatura educațională, evaluarea continuă și feedback-ul constructiv sunt considerate esențiale pentru dezvoltarea gândirii computaționale [8].

Din cele expuse, putem defini o serie de criterii pentru a evalua progresul elevilor în dezvoltarea gândirii computaționale.

Tabelul 1. Criterii de performanță în dezvoltarea gândirii computaționale

Nr	Domeniu	Criterii
1	Raționament logic	1.1. Coerența logică: Elevii trebuie să prezinte o secvență logică, clară și justificată de pași pentru rezolvarea problemelor, demonstrând legătura logică. 1.2. Aplicarea principiilor logice: Elevii trebuie să aplice principiile raționamentului deductiv și inductiv pentru concluzii corecte, bazându-se pe argumente solide și clar structurate.
2	Abstractizare	2.1. Evidențierea conceptelor de bază: Elevii trebuie să identifice conceptele cheie dintr-o problemă complexă și să le separe de detaliile irelevante pentru a crea o soluție generalizată. 2.2. Gândire transversală: Elevii trebuie să aplice concepte abstracte în contexte diferite, demonstrând abilitatea de a gândi în termeni generali, care pot fi transferați pe o gamă largă de probleme.
3	Gândire algoritmică	3.1. Structurarea procesului de rezolvare: Elevii trebuie să divizeze o problemă în pași secvențiali, demonstrând o înțelegere clară a modului în care un algoritm funcționează. 3.2. Optimizarea soluțiilor: Elevii trebuie să aplice algoritmi pentru a găsi soluții rapide și precise, evaluând în același timp eficiența lor.
4	Decompoziția	4.1. Identificarea subproblemelor: Elevii trebuie să identifice și să divizeze o problemă complexă subprobleme mai mici, astfel încât să evidențieze structura acestora și să determine soluții pentru fiecare componentă. 4.2. Abilitatea de a analiza relațiile dintre subprobleme: Elevii trebuie să demonstreze capacitatea de a analiza și înțelege interdependența dintre subprobleme și modul în care acestea influențează soluția finală.
5	Generalizarea	5.1. Transferul cunoștințelor între contexte diferite: Elevii trebuie să aplice soluția dezvoltată pentru o problemă în alte situații, recunoscând tipare și adaptând în mod adecvat. 5.2. Aplicarea principiilor cunoscute în soluții inovative: Elevii trebuie să fie capabili să adapteze și să aplice cunoștințele și strategiile învățate pentru a soluționa probleme noi.
6	Evaluarea	6.1. Autorefecția critică: Elevii trebuie să evalueze și să le îmbunătățească propriile soluții. 6.2. Utilizarea feedback-ului pentru perfecționare: Elevii trebuie să primească și să ofere feedback-ul constructiv în mod activ.

După stabilirea criteriilor, următorul pas este definirea nivelurilor de performanță pentru a evalua clar și obiectiv progresul elevilor.

Nivelele de performanță sunt exprimate prin descriptori care descriu comportamentele specifice ce pot fi observate sau evaluate de profesori sau elevi. Această abordare permite o evaluare detaliată și diferențiată a abilităților elevilor, în conformitate cu principiile taxonomiei lui Bloom [1] și susțin o ierarhizare a obiectivelor educaționale de la simplu la complex.

Fiecare descriptor reflectă comportamentele elevului în raport cu obiectivele stabilite la fiecare nivel de competență, realizând astfel o evaluare constructivistă [17] în care elevii își construiesc activ cunoștințele pe baza experiențelor. Descriptorii sunt organizați pe trei nivele de realizare, corespunzând nivelului minim, mediu și maxim de performanță, asigurând o evaluare autentică [18], care evaluează abilitățile elevilor în contexte relevante. Acest sistem va fi realizat în conformitate cu documentele Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova [10], care reglementează metodologia de evaluare criterială prin descriptori în învățământul primar, asigurând o abordare coerentă și transparentă a procesului de evaluare a progresului elevilor în acest context educațional.

Nivelul minim va indica o înțelegere incompletă a conceptului și dificultăți în aplicarea acestuia. Nivelul mediu va reflecta o înțelegere consistentă și o aplicare adecvată a conceptului, cu exemple clare de utilizare corectă în diverse contexte. În schimb, nivelul maxim va descrie o înțelegere profundă și o aplicare creativă și eficientă a conceptului, în care elevul nu doar stăpânește materialul, dar îl adaptează și îl extinde în situații noi și variate.

Prin această modalitate de evaluare, atât profesorul, cât și elevul vor beneficia de o evaluare obiectivă și orientată către progres. Profesorii vor urmări mai ușor avansarea elevilor și vor oferi feedback clar și constructiv. În același timp, elevii vor înțelege mai bine ce trebuie să îmbunătățească și cum pot avansa în dezvoltarea gândirii computaționale, având un ghid concret pentru autoevaluare și autorefecție.

Descriptori

Pentru fiecare criteriu de evaluare a gândirii computaționale specificat mai sus, au fost stabiliți descriptorii care pot fi utilizați pentru a descrie nivelul de realizare a obiectivelor (tabelul 2).

Tabelul 2. Descriptori de nivel pentru criterii de succes

Criteriu de succes	Descriptori pentru nivel minim	Descriptori pentru nivel mediu	Descriptori pentru nivel maxim
Domeniul: Raționament logic			
1.1. Coerența logică: Elevii trebuie să prezinte o secvență logică, clară și justificată de pași pentru rezolvarea problemelor, demonstrând legătura logică.	Elevul prezintă o consecutivitate de pași care conține unele incoerențe și nu este întotdeauna justificată corect. Legătura dintre pași este adesea vagă, iar soluția propusă este dificil de urmărit sau înțeles.	Elevul oferă o secvență logică și clară de pași, în mare parte justificată. Legătura dintre pași este de obicei corectă, iar soluția poate fi urmărită, dar necesită o clarificare suplimentară în unele părți.	Elevul construiește o secvență logică bine organizată, complet justificată și clară, demonstrând o legătură solidă și coerentă între pași. Pașii sunt bine structurați și soluția este clară, rațională și ușor de urmărit.
1.2. Aplicarea principiilor logice: Elevii trebuie să aplice principiile raționamentului	Elevul aplică principiile raționamentului într-o manieră incorectă sau parțial corectă. Argumentele sunt	Elevul aplică principiile raționamentului deductiv și inductiv în mod corect, dar unele argumente pot fi mai	Elevul aplică principiile raționamentului deductiv și inductiv într-o manieră impecabilă, oferind

deductiv și inductiv pentru concluzii corecte, bazându-se pe argumente solide și clar structurate.	uneori slabe sau insuficient structurate, iar concluziile nu sunt întotdeauna corecte, ceea ce reduce claritatea și coerența raționamentului.	slab fundamentate sau mai puțin structurate. Concluziile sunt corecte și raționamentul este clar, dar necesită clarificări suplimentare pentru a îmbunătăți precizia.	argumente solide, clar structurate și complet justificate. Concluziile sunt întotdeauna corecte și raționamentul este coerent, demonstrând o înțelegere profundă a principiilor logice aplicate.
Domeniul: Abstractizare			
2.1. Evidențierea conceptelor de bază: Elevii trebuie să identifice conceptele cheie dintr-o problemă complexă și să le separe de detaliile irelevante pentru a crea o soluție generalizată.	Elevul are dificultăți identificarea conceptelor cheie ale problemei și tinde să includă informații irelevante în soluție. Abilitatea de a distinge între detalii esențiale și cele neimportante este limitată, iar soluțiile sunt uneori incomplete sau prea specifice.	Elevul poate identifica conceptele cheie dintr-o problemă și, deși separă în general detaliile relevante de cele irelevante, uneori mai include informații care nu sunt necesare. Soluțiile sunt corecte, dar poate fi o abordare mai generalizată și mai eficientă a conceptelor cheie.	Elevul extrage clar conceptele esențiale dintr-o problemă complexă, separând cu ușurință informațiile relevante de cele irelevante. Soluțiile propuse sunt bine structurate, generalizabile și reflectă o înțelegere profundă a conceptelor cheie, aplicate eficient în diferite contexte.
2.2 Gândire transversală: Elevii trebuie să aplice concepte abstracte în contexte diferite, demonstrând abilitatea de a gândi în termeni generali, care pot fi transferați pe o gamă largă de probleme.	Elevul aplică concepte abstracte într-un mod limitat, fiind capabil să le folosească doar în contexte foarte asemănătoare cu cele învățate. Transferul de cunoștințe la probleme noi e este dificil și neclar, iar soluțiile propuse sunt limitate și specifice.	Elevul aplică concepte abstracte în contexte diferite, dar transferul cunoștințelor nu este întotdeauna reușit. Abilitatea de a generaliza este evidentă, dar există momente în care elevul are dificultăți în a aplica aceleași concepte în mod eficient în situații noi, cerând mai multe explicații.	Elevul demonstrează o capacitate excelentă de a aplica concepte abstracte în diverse contexte, transformându-le cu ușurință la probleme noi. Abilitatea de a gândi în termeni generali este bine dezvoltată, iar soluțiile propuse sunt adaptabile și corect aplicate în multiple scenarii.
Domeniul: Gândire algoritmică			
3.1 Structurarea procesului de rezolvare: Elevii trebuie să divizeze o problemă în pași secvențiali, demonstrând o înțelegere clară a modului în care un algoritm funcționează.	Elevul începe să divizeze problema în pași, dar aceștia sunt insuficient detaliați sau neclar structurați. Înțelegerea modului în care un algoritm funcționează este parțială, iar pașii nu sunt organizați într-o secvență logică.	Elevul divizează problema în pași secvențiali, dar unele etape pot fi prea generale sau nu sunt bine detaliate. Înțelegerea algoritmului este corectă, iar pașii sunt organizați logic, însă pot exista unele lacune în detaliile implementării.	Elevul divizează problema în pași secvențiali clar definiți și detaliați, demonstrând o înțelegere completă și profundă a modului în care un algoritm funcționează. Pașii sunt structurați logic și eficient, iar procesul de rezolvare este clar și ușor de urmărit.
3.2. Optimizarea soluțiilor: Elevii trebuie să aplice	Elevul aplică algoritmi pentru a găsi soluții, dar aceste soluții sunt lente	Elevul aplică algoritmi pentru a găsi soluții rapide și corecte, dar	Elevul aplică algoritmi pentru a găsi soluții rapide și precise,

Measuring progress in computational thinking
through criterion-referenced assessment based on descriptors

algoritmi pentru a găsi soluții rapide și precise, evaluând în același timp eficiența lor.	sau ineficiente. Evaluarea eficienței este parțială sau absentă, iar elevul nu identifică posibile îmbunătățiri ale soluției.	evaluarea eficienței nu este completă sau se limitează doar la un aspect al soluției. Soluțiile sunt acceptabile, dar nu sunt complet optimizate.	demonstrând o evaluare detaliată a eficienței acestora. Elevul este capabil să optimizeze soluțiile găsite, având în vedere atât timpul de execuție, cât și resursele utilizate, și să aplice tehnici avansate pentru a îmbunătăți eficiența.
Domeniul: Decompoziția			
4.1. Identificarea subproblemelor: Elevii trebuie să identifice și să divizeze o problemă complexă subprobleme mai mici, astfel încât să evidențieze structura acestora și să determine soluții pentru fiecare componentă.	Elevul identifică doar o parte din subproblemele unei probleme complexe și le divizează într-o manieră parțială sau inexactă. Abordarea este incompletă, iar elevul are dificultăți în a înțelege legătura dintre subprobleme și soluțiile acestora.	Elevul identifică majoritatea subproblemelor unei probleme complexe și le divizează într-un mod corect, dar unele părți ale structurii pot fi neclare. Elevul înțelege legătura dintre subprobleme și soluțiile acestora, dar procesul poate fi mai detaliat sau mai precis.	Elevul identifică și divizează corect toate subproblemele unei probleme complexe într-un mod clar și sistematic. Elevul înțelege profund structura problemei și este capabil să aplice soluții specifice pentru fiecare componentă, demonstrând o abordare eficientă și detaliată a întregului proces.
4.2. Abilitatea de a analiza relațiile dintre subprobleme: Elevii trebuie să demonstreze capacitatea de a analiza și înțelege interdependența dintre diverse subprobleme și modul în care acestea influențează soluția finală.	Elevul identifică unele dintre subproblemele interconectate, dar nu reușește să înțeleagă pe deplin relațiile dintre acestea sau modul în care influențează soluția finală. Analiza relațiilor este parțială, iar elevul poate face greșeli în interpretarea interdependențelor.	Elevul analizează corect majoritatea relațiilor dintre subprobleme și poate înțelege modul în care acestea influențează soluția finală. Deși abordarea este corectă, elevul poate avea dificultăți în a descrie în detaliu sau a aplica complet aceste relații într-un context complex.	Elevul demonstrează o înțelegere completă și clară a relațiilor dintre subprobleme, fiind capabil să analizeze și să explice cum interdependențele dintre acestea influențează soluția finală. Abordarea este detaliată, sistematică și completă, iar elevul este capabil să aplice această înțelegere în mod eficient pentru a rezolva probleme complexe.
Domeniul: Generalizarea			
5.1. Transferul cunoștințelor între contexte diferite: Elevii trebuie să aplice soluția dezvoltată pentru o problemă în alte situații, recunoscând tipare și adaptând în mod adecvat.	Elevul aplică soluția dezvoltată pentru o problemă într-un context diferit, dar recunoașterea tiparelor și adaptarea soluției sunt limitate sau incorecte. Transferul cunoștințelor este parțial sau ineficient, iar soluțiile aplicate nu	Elevul aplică soluțiile dezvoltate pentru o problemă în contexte diferite, recunoscând unele tipare și adaptând soluțiile într-o manieră corectă. Transferul cunoștințelor este mai consistent, dar poate fi parțial incomplet sau nu întotdeauna optimizat	Elevul transferă eficient soluțiile dezvoltate pentru o problemă în contexte diferite, recunoscând rapid tiparele și adaptând soluțiile în mod adecvat și inovativ. Acesta demonstrează o abilitate excelentă de a aplica cunoștințele

	sunt întotdeauna relevante sau adecvate pentru noile situații.	pentru toate situațiile.	dobândite într-o gamă largă de situații, optimizând soluțiile în funcție de contextul specific.
5.2. Aplicarea principiilor cunoscute în soluții inovative: Elevii trebuie să fie capabili să adapteze și să aplice cunoștințele și strategiile învățate pentru a soluționa probleme noi.	Elevul aplică principiile și strategiile cunoscute într-o manieră rigidă, fără a le adapta corespunzător la probleme noi. Soluțiile propuse sunt de obicei limitate și nu reflectă o înțelegere completă a modului în care aceste principii pot fi utilizate în contexte noi.	Elevul adaptează și aplică principiile cunoscute pentru a rezolva probleme noi, însă soluțiile pot fi parțial inovative și uneori neoptimizate. Acesta poate demonstra o înțelegere bună a strategiilor, dar aplicarea lor nu este întotdeauna completă sau eficientă în toate cazurile.	Elevul aplică principiile și strategiile învățate într-un mod flexibil și creativ, dezvoltând soluții inovative pentru probleme noi. Acesta demonstrează o înțelegere profundă a principiilor și le adaptează eficient pentru a crea soluții originale, optimizând procesul de rezolvare a problemelor.
Domeniul: Evaluarea			
6.1. Autorefecția critică: Elevii trebuie să evalueze și să le îmbunătățească propriile soluții.	Elevul face o autoevaluare superficială a soluțiilor propuse, identificând unele greșeli, dar nu aplică modificări semnificative sau corecturi. Procesul de autorefecție este limitat și nu conduce la îmbunătățiri vizibile ale soluțiilor.	Elevul evaluează în mod activ soluțiile proprii, identificând greșelile și oferind corecturi pentru îmbunătățire. Deși aplică schimbări pentru a îmbunătăți soluțiile, acest proces poate fi ocazional incomplet sau nu întotdeauna suficient de detaliat pentru a ajunge la soluții optime.	Elevul efectuează o auto-reflecție profundă și detaliată asupra propriilor soluții, evaluând critic fiecare etapă și aplicând corecturi relevante și semnificative. Acesta identifică și aplică continuu strategii pentru îmbunătățirea soluțiilor, demonstrând un proces constant de autoperfecționare și învățare din greșeli.
6.2. Utilizarea feedback-ului pentru perfecționare: Elevii trebuie să primească și să ofere feedback-ul constructiv în mod activ.	Elevul primește și oferă feedback într-o manieră limitată, având dificultăți în a înțelege sau aplica sugestiile pentru îmbunătățire. Feedback-ul oferit este vag sau incomplet, iar acțiunile ulterioare nu reflectă întotdeauna încercarea de a adresa observațiile primite.	Elevul primește și oferă feedback într-un mod clar, dar aplicarea acestuia în practică poate fi inconsistentă. În mod general, feedback-ul este înțeles și utilizat pentru a face îmbunătățiri, însă nu întotdeauna soluțiile rezultate reflectă o înțelegere profundă a sugestiilor primite.	Elevul primește și oferă feedback constructiv într-un mod activ, demonstrând o înțelegere clară a sugestiilor și aplicându-le eficient pentru îmbunătățirea abilităților și performanței. Feedback-ul este utilizat sistematic pentru a perfecționa soluțiile și pentru a dezvolta o gândire critică, iar acest proces conduce la o evoluție constantă și semnificativă a performanței.

Studiu de caz. Evaluarea criterială a gândirii computaționale în învățământul gimnazial

Studiul de caz a fost realizat la Liceul Teoretic „Vasile Alecsandri” din Bălți, el examinează aplicarea evaluării criteriale în analiza proiectelor de modelare a proceselor fizice și chimice dezvoltate pe platforma Scratch. Cercetarea urmărește modul în care descriptorii de performanță au fost formulați și aplicați, evaluând impactul acestora asupra procesului de învățare și identificând aspecte ce pot fi îmbunătățite.

În acest studiu de caz au participat 82 de elevi din clasele a IX. Utilizând Scratch elevii au modelat mișcarea moleculelor de gaz într-un vas închis. Acest proiect se bazează pe înțelegerea *principiilor mișcării browniene, relația dintre temperatură și energia cinetică*, precum și *influența masei asupra dinamicii moleculelor*. Evaluarea a fost realizată cu descriptorilor de performanță structurați pe trei niveluri.

Elevilor sa propus următoare sarcină împreună cu instrucțiuni de realizare:

Sarcina: Creează un model în Scratch care simulează *mișcarea moleculelor unui gaz într-un vas închis*, respectând principiile fizicii. Modelul trebuie să țină cont de:

1. *Masa moleculelor* – moleculele mai grele se mișcă mai lent decât cele ușoare.
2. *Temperatura gazului* – la temperaturi mai mari, moleculele se mișcă mai rapid, iar la temperaturi mai mici, viteza lor scade.
3. *Comportamentul moleculelor* – moleculele se deplasează haotic, se ciocnesc între ele și cu pereții vasului.

Instrucțiuni:

1. *Desenează sau exportă un decor* pentru vasul închis unde se află gazul.
2. *Adaugă personaje* pentru moleculele de gaz.
3. *Programează mișcarea haotică a moleculelor*, astfel încât să se deplaseze în direcții aleatorii și să schimbe direcția la ciocnire (să ricoșeze).
4. *Implementează efectul temperaturii*:
 - Creează o variabilă „temperatură” pe care utilizatorul o poate modifica.
 - Crește viteza moleculelor la temperaturi mai mari și scade viteza la temperaturi mai mici.
5. *Modelează influența masei*:
 - Creează o variabilă „masa”.
 - În dependență de valoare aceste variabile setează viteza de mișcare.
6. *Testează modelul* observând cum se schimbă viteza moleculelor în dependență de valorile setate a variabilelor.

Pentru evaluarea modelelor au fost stabilite următoarele criterii de succes și descriptorii pentru trei nivele de performanță.

Tabelul 3. Criterii de succes și descriptori de nivel pentru evaluarea sarcinii

Nr. crt.	Domeniu	Criteriu de succes	Descriptor pentru nivel minim	Descriptor pentru nivel mediu	Descriptor pentru nivel maxim
1.1	Raționament logic	Coerența modelului – implementarea mișcării moleculelor și coliziunilor	Moleculele se deplasează, dar mișcarea lor nu este haotică sau coliziunile nu sunt corect modelate. Modelul prezintă erori evidente.	Moleculele se deplasează haotic și coliziunile cu pereții sunt corect implementate, dar interacțiunile dintre molecule sunt incomplete.	Moleculele se deplasează aleatoriu, coliziunile sunt corect implementate atât cu pereții, cât și între molecule. Modelul rulează fără erori.
3.1	Gândire algoritmică	Structurarea procesului de rezolvare – respectarea dependenței vitezei moleculelor de temperatură și masă molară	Viteza moleculelor nu se modifică în funcție de temperatură sau masă molară, ori modificările sunt incorecte.	Viteza moleculelor se modifică parțial în funcție de temperatură și masă molară, dar implementarea nu este complet realistă.	Modelul respectă corect principiile fizice: moleculele mai grele se mișcă mai lent, iar viteza crește proporțional cu temperatura.
5.1	Generalizare	Transferul cunoștințelor între contexte diferite – interactivitatea modelului prin reglarea temperaturii	Parametrul „Temperatură” nu influențează vizibil mișcarea moleculelor sau lipsește complet.	Temperatura poate fi modificată, iar viteza moleculelor se schimbă, dar efectul nu este întotdeauna corect reprezentat.	Utilizatorul poate ajusta temperatura și modificările sunt corect vizualizate prin variația vitezei moleculelor.
6.2	Evaluare	Claritatea și organizarea codului – structura blocurilor în Scratch și utilizarea comentariilor	Codul este dezorganizat, fără comentarii sau structuri clare. Dificil de înțeles și modificat.	Codul este parțial structurat, cu unele comentarii explicative, dar anumite părți sunt greu de urmărit.	Codul este clar structurat, organizat logic și conține comentarii utile pentru fiecare secțiune.

Rezultatele distribuirii performanțelor elevilor după descriptori de nivel de competență (fig. 1) demonstrează că în toate cele patru domenii analizate, *majoritatea elevilor s-au încadrat în categoria de performanță medie*. Acest fapt demonstrează o bună înțelegere a conținuturilor și aplicarea competențelor evaluate.

Se observă o *pondere relativ constantă a elevilor care au atins nivelul maxim de performanță* (aproximativ 27–28%), ceea ce denotă existența unui grup de elevi cu competențe consolidate, capabili să aplice raționamente logice, să construiască algoritmi, să generalizeze și să evalueze soluții într-un mod critic și pertinent.

Totodată, *numărul elevilor aflați la nivelul minim de performanță variază între 15 și 21*, indicând anumite dificultăți în special în domeniul „Generalizare”. Acest fapt ar putea

semnala necesitatea unor intervenții diferențiate și a unor activități suplimentare de consolidare.

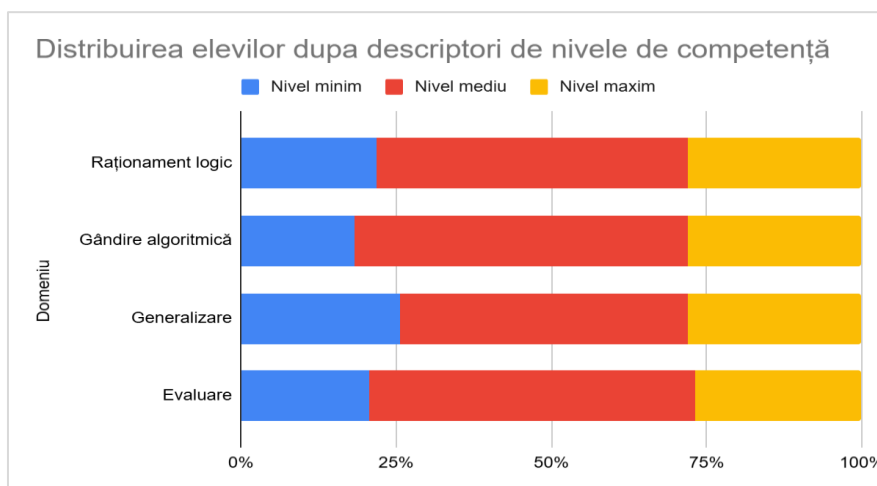


Figura 1. Distribuția elevilor după descriptori de nivele de competență

Analiza rezultatelor obținute în rezultatul studiului de caz permite evidențierea atât a beneficiilor evaluării criteriale, cât și provocările care pot apărea în implementarea ei. Evaluarea criterială prin descriptor a oferit un cadru structurat pentru urmărirea progresului elevilor. Elevii au folosit criteriile anunțate pentru a proiecta produsele de succes.

Un aspect important a evaluării criteriale prin descriptori este capacitatea oferirii unui feedback constructiv colegilor. Elevii au dificultăți în formularea unui feedback constructiv și în acceptarea lui. Pentru a face feedbackul eficient și util ar fi necesar de realizat exerciții adăugătoare cu elevi.

Pentru a aplica evaluarea criterială bazat pe descriptori la lecțiile de informatică, se recomandă:

1. *Extinderea testării criteriilor de evaluare* pe un eșantion mai mare de elevi, pentru a colecta date cantitative. Această abordare ar permite o analiză mai detaliată a eficienței metodei și a impactului său asupra diverselor categorii de elevi.
2. *Realizarea unei analize longitudinale* a impactului evaluării criteriale asupra dezvoltării gândirii computaționale. Monitorizarea progresului elevilor pe o perioadă mai lungă ar facilita identificarea unor tendințe și ajustarea metodei în funcție de nevoile specifice.
3. *Implicarea activă a profesorilor* în optimizarea procesului de feedback, prin stabilirea unor ghidaje clare și prin intervenții punctuale care să îmbunătățească precizia și relevanța comentariilor. Sesiunile de instruire dedicate profesorilor pot contribui la dezvoltarea competențelor necesare pentru o evaluare mai precisă și bine argumentată.
4. *Exersarea oferirii unui feedback constructiv*, prin utilizarea unor criterii specifice de formulare a observațiilor și recomandărilor. Această practică ar îmbunătăți calitatea

interacțiunilor dintre colegi și ar contribui la dezvoltarea unui mediu de învățare colaborativ și eficient.

Prin implementarea acestor măsuri, evaluarea criterială în informatică poate deveni un instrument mai eficient pentru dezvoltarea competențelor elevilor, oferindu-le un cadru clar de învățare și perfecționare continuă.

În concluzie, studiul confirmă eficiența evaluării criteriale prin descriptori în dezvoltarea gândirii computaționale și a implicării elevilor în procesul de învățare. Cu toate acestea, sunt necesare ajustări metodologice pentru validarea științifică a metodei la scară mai largă.

Dificultăți în aplicarea evaluării criteriale prin descriptori

Implementarea evaluării criteriale prin descriptori este un pas important în asigurarea unei aprecieri obiective și structurate a performanței elevilor. Cu toate acestea, acest proces nu este lipsit de provocări. Una dintre principalele dificultăți este subiectivitatea în aplicarea descriptorilor. Profesorii pot interpreta diferit aceleași criterii de evaluare, ceea ce poate duce la rezultate inconsistente. Pentru a evita astfel de situații, este necesară organizarea unor sesiuni de formare care să ofere clarificări și exemple concrete de aplicare a descriptorilor.

O alt obstacol este timpul considerabil necesar pentru realizarea unei evaluări detaliate. Comparativ cu metodele tradiționale de notare, această abordare implică o analiză mai profundă a fiecărui aspect al performanței elevilor, ceea ce poate extinde considerabil procesul de evaluare. În acest sens, utilizarea unor grile standardizate și integrarea platformelor digitale dedicate evaluării pot contribui la eficientizarea acestui proces.

Definirea unor descriptori clari este, de asemenea, o dificultate considerabilă. Anumite competențe, precum gândirea abstractă sau evaluarea critică, sunt dificil de măsurat într-un mod obiectiv. Astfel, este esențială revizuirea periodică a descriptorilor în baza feedback-ului primit din partea profesorilor și elevilor, pentru a asigura o mai mare claritate și aplicabilitate.

În plus, reticența elevilor și a profesorilor față de această metodă de evaluare poate deveni un obstacol. Elevii pot întâmpina dificultăți în procesul de autoevaluare și reflecție asupra propriei învățări, iar profesorii obișnuiți cu metodele tradiționale pot fi reticenți la adoptarea unei abordări noi. Pentru a facilita această tranziție, este necesară crearea unei culturi a feedback-ului constructiv, prin sesiuni practice și exemple de bune practici.

Nu în ultimul rând, lipsa resurselor digitale adecvate poate împiedica implementarea eficientă a evaluării criteriale. Multe platforme educaționale nu sunt încă suficient de dezvoltate pentru a susține pe deplin acest tip de evaluare interactivă. O soluție ar fi integrarea unor instrumente digitale precum Google Classroom, Moodle sau alte platforme specializate care să permită aplicarea descriptorilor într-un mod structurat și eficient.

Depășirea acestor dificultăți necesită un efort concertat din partea profesorilor, elevilor și a instituțiilor de învățământ, dar beneficiile pe termen lung ale evaluării criteriale justifică pe deplin aceste investiții în timp și resurse.

Concluzii

Evaluarea criterială prin descriptori este un instrument eficient pentru măsurarea progresului formării și dezvoltării gândirii computaționale. Această metodă oferă un sistem clar și detaliat pentru analiza competențelor cognitive ale elevilor și contribuie la dezvoltarea unei culturi de oferire și acceptare a feedback-ului constructiv de la colegi și profesori. Studiul de caz a demonstrat că, există dificultăți legate de subiectivitate și resurse, beneficiile acestei evaluări sunt semnificative pentru educația digitală. Pentru o implementare optimă, este necesară integrarea unor instrumente digitale care să eficientizeze procesul. În perspectivă, extinderea cercetărilor și aplicarea evaluării criteriale pe un eșantion mai larg vor consolida validitatea și relevanța metodei în contextul educației moderne.

Bibliografie

1. ANDERSON, L. W., KRATHWOHL, D. R. A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman, 2001.
2. BARNETT, S. M., CECI, S. J. When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer. In: *Psychological Bulletin*, 2002. 128(4), pp. 612-637. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.128.4.612>.
3. BRENNAN, K., RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Vancouver, BC, Canada: American Educational Research Association meeting, 2012. <https://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>
4. CABAC, V. Gândirea computațională ca scop al instruirii la informatică. În: *Acta et Commentationes, Științe ale Educației*, 2023. Vol. 24(2), pp. 7-20. <https://doi.org/10.36120/2587-3636.v24i2.7-20>
5. FESAKIS, G., PRANTSODI, S., KOUTSOMANOLI-FILIPPAKI, D., et al. *Guideline for teaching integrated and culturally responsive CT skills for primary students*. INCTCORPS Project Report, 2022. https://inctcorps.pau.edu.tr/files/INCTCORPS_PR1_RO_Final.pdf
6. GROVER, S., PEA, R. Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come. In S. Sentance, E. Barendsen, & C. Schulte (Eds.), *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*, 2018.
7. HATTIE, J., TIMPERLEY, H. The Power of Feedback. In: *Review of Educational Research*, 2007. 77(1), pp. 81-112.

8. INHELDER, B., PIAGET, J. *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books, 1958.
9. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. Metodologia privind evaluarea criterială prin descriptori în învățământul primar. 2019. https://mecc.gov.md/sites/default/files/mecd_1-4_15.11.2019_site.pdf
10. National Research Council. *Committee for the Workshops on Computational Thinking: Report of a workshop of pedagogical aspects of computational thinking*. Washington, DC: National Academies Press, 2011. http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13170
11. PIAGET, J. *The origins of intelligence in children*. New York: International University Press, 1952.
12. SHUTE, V. J., SUN, C., ASBELL-CLARKE, J. Demystifying computational thinking: Developmental progression & assessment. In: *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2017. 1(2), pp. 141-168.
13. SWELLER, J. Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. In: *Cognitive Science*, 1988. 12, 257-284. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
14. VASCAN, T. Dezvoltarea abilităților de gândire computațională în școala primară. In: *Acta et Commentationes, Sciences of Education*, 2021. 2(24), pp. 42-47. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/42-47_25.pdf
15. VOOGT, J., FISSER, P., GOOD, J., MISHRA, P., YADAV, A. Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. In: *Educational Information Technology*, 2015. 20, pp. 715–728. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
16. VYGOTSKY, L. S. Interaction between Learning and Development. In: M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Eds.), *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. pp. 79-91. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
17. WING, J. M. Computational Thinking. In: *Communications of the ACM*, 2006. 49(3), pp. 33-35.
18. МИНДАРОВА, В. А., ПОМАННОВА, М. П., СУХОБЕРИША, Л. А. et al. *Оценка без отметки*. Pedagogiskais centrs «Eksperiments», 2003. ISBN 9984-16-020-3. https://nsportal.ru/sites/default/files/2014/11/08/tsukerman_g.a._otsenka_bez_otmetki.pdf

Recepționat / Received: 02.06.2025

Acceptat / Accepted: 01.07.2025

Email: inna.donos@alecsandri-balti.clasaviitorului.md