

# CONCEPTUL IDEILOR ȘTIINȚIFICE MARI ȘI APLICAREA LUI LA FORMAREA CĂMPETENȚELOR DE ÎNVĂȚARE PE TOT PARCURSUL VIEȚII

*Mihail Calalb, conf. univ., dr.*  
*Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău*  
*Viorel Dabija, drd.,*  
*Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău*

## THE CONCEPT OF BIG SCIENTIFIC IDEAS AND ITS APPLICATION TO THE FORMATION OF LIFELONG LEARNING COMPETENCES

*Mihail Calalb, PhD., Ass. Prof.,*  
*„Ion Creanga” State Pedagogical University of Chisinau,*  
**ORCID:0000-0002-3905-4781**  
*mcalalb@hotmail.com*  
*Viorel Dabija, PhD student,*  
*„Ion Creanga” State Pedagogical University of Chisinau,*  
**OCID:0000-0001-5077-0351**  
*vioreldabija@yandex.ru*

**CZU: 37.026:53**

**DOI: 10.46727/c.v3.24-25-03-2023.p338-345**

**Abstract.** This article addresses two research questions: 1) How can the concept of big scientific ideas be applied to better understand the physical meaning of new concepts studied in class? 2) How does the level of understanding of studied material correlate with the development of lifelong learning competencies? To answer these questions, formative and summative digital assessments were conducted during the study of the chapter *Interactions through Fields* in the 9th grade physics course. Additionally, during those lesson sequences where peer instruction was applied, students also were engaged in digital self-assessment. The results of the assessments are presented and analyzed in terms of understanding the physical meaning of universal gravitation, Coulomb's law, the basic characteristics of electrostatic and magnetic fields, and the action of these fields on charges and currents. As much as possible, all formative assessment items contained only qualitative questions or those that required simple oral mathematical calculations. It is shown that structuring the studied material during a lesson into three to four big scientific ideas and measuring the degree of students' understanding of these ideas through digital self-assessment and formative evaluation has a dual impact: 1) in the medium term it ensures the understanding of the material by the majority of students; 2) in the long term it develops lifelong learning competencies.

**Keywords:** key competences, lifelong learning competences, formative assessment, big scientific ideas, peer instruction.

### **I. Introducere. Cadrul teoretic**

Conceptul pedagogic de „idei științifice mari” (*Big Scientific Ideas*) sau BSI [1, p.16] este parte componentă a unui concept mai larg de învățare a științelor prin metoda cercetării, cunoscut sub acronimul IBSE (*Inquiry-Based Science Education*) [2, p.35] sau IBL (*Inquiry-Based Learning*) [3, p.11]. BSI se referă la ideile importante și fundamentale pe care profesorul le identifică pentru fiecare lecție de fizică. De obicei, în cadrul unei lecții elevii trebuie să înțeleagă sensul fizic la cca trei BSI sau termeni științifici noi. Într-o anumită măsură, BSI pot fi interpretate ca obiective cognitive ale lecției sau unități de competență [4, p.207]. Mulțimea ideilor științifice mari din cadrul cursului școlar de fizică trebuie privită ca pe un lanț, unde absența unor

verigi afectează pe termen scurt parcursul educațional al elevului, iar pe termen lung formează la persoana dată un tablou eronat despre lume. Astfel, BSI stă la baza înțelegerii conceptuale sau a înțelegerii profunde a materiei studiate, deoarece ajută elevii la însușirea materiei noi. Deci, BSI, de rând cu înțelegerea conceptuală, trebuie privite ca pe un vehicul cu ajutorul căruia se efectuează transferul de cunoaștere în cadrul învățării [5, p.1]. Într-un context transdisciplinar, BSI de la diferite discipline școlare interferează între ele, influențându-se și condiționându-se reciproc. Așa cum BSI pot fi privite ca un punct de plecare pentru dezvoltarea unei înțelegeri solide și durabile a unui domeniu de studiu, conceptul ideilor științifice mari este strâns legat de competențele de învățare pe tot parcursul vieții (*LifeLong Learning Competences*) sau LLLC. Prin înțelegerea profundă și aplicarea BSI, elevii dobândesc aptitudini de analiză și gândire critică, de a face conexiuni între subiecte diverse, de a explica fenomene reale pe baza conceptelor teoretice învățate. Toate acestea sunt indispensabile pentru dezvoltarea LLLC, care presupune îmbogățirea permanentă cu noi cunoștințe și abilități. De asemenea, așa cum primul pas în planificarea unui proiect IBSE este definirea setului de BSI, putem afirma că BSI stau la baza formării la elevi a abilităților de a interacționa cu cunoașterea (*Science Process Skills*) sau SPS. Distingem două categorii de SPS: a) SPS de bază – observarea, măsurarea, deducerea, comunicarea, clasificarea, precizarea; b) SPS integrate – gândirea logică, planificarea și sintetizarea, care include la rândul ei controlul variabilelor, elaborarea planului de cercetare, formularea de ipoteze, experimentarea, interpretarea datelor și formularea de modele pentru aplicarea ulterioară [6, p.2]. Anume abilitățile SPS ne ajută să ieșim din paradigma memorizării mecanice și să abordăm paradigma învățării prin înțelegere (*Learning by Understanding*) sau LBU. Dacă LBU se concentrează pe înțelegerea conceptelor și pe dezvoltarea abilităților de gândire critică și aplicarea cunoștințelor în contexte practice, atunci putem trage concluzia că SPS și LBU determină formarea LLLC, deoarece majoritatea LLLC se regăsesc în lista SPS și includ anume abilitățile de învățare, cum ar fi gândirea critică, rezolvarea de probleme, comunicarea eficientă și învățarea continuă prin explorarea și adaptarea la noi tehnologii și schimbări în mediul de lucru. Mai mult decât atât, învățarea prin înțelegere poate ajuta la dezvoltarea unei atitudini pozitive față de învățare și la stimularea interesului pentru a învăța pe tot parcursul vieții. Deci, înțelegerea sensului fizic al noțiunilor studiate este baza motivării și atitudinii pozitive, noțiuni care, după unii autori, sunt mai puternice decât IQ-ul elevului [7, p.785].

O parte importantă a LLLC este formată de abilitățile sociale și competențele de comunicare: colaborarea și interacțiunea între elevi, feedback-ul reciproc între elevi, analiza și discutarea rezultatelor lucrului în grup, prezentarea acestor rezultate. Adică formarea și dezvoltarea a competențelor de învățare pe tot parcursul vieții depinde de atmosfera de empatie din clasă și de gradul de interacțiune elev-elev și elev-profesor, deoarece capacitatea de a oferi și primi feedback este o premiză pentru dezvoltarea personală și profesională pe tot parcursul vieții. Este demonstrat că oferirea de feedback poate fi pentru elevi o experiență valoroasă de învățare [8, p.167].

Pentru o înțelegere profundă a sensului fizic al noțiunilor învățate este necesară și umilitatea intelectuală (*Intellectual Humility*) sau IH, întrucât aroganța intelectuală va conduce spre superficialitate, iar servilitatea intelectuală – spre învățare mecanicistă. Caracteristicile IH iarăși corelează puternic cu LLLC [9, p.4]:

1. Plăcerea de a învăța (analiza conceptelor noi, remediarea greșelilor, apelarea la ajutor extern, disponibilitatea de a asculta alte argumente, analiza dovezilor, argumentarea, concentrarea pe răspunsurile corecte).
2. Realizarea propriilor limitări intelectuale (înțelegerea și identificarea propriilor lacune, admiterea lacunelor de cunoștințe, reconsiderarea ideilor proprii).
3. Disconfort emoțional adecvat limitărilor proprii (emoții, schimbarea încrederii în sine).

Conform teoriei învățării și predării vizibile (*Visible Teaching and Learning*) sau VTL, obiectivele cognitive sau BSI trebuie să fie vizibile, înțelese și asumate de către elev, iar pro-

fesorul trebuie să știe cât și cum a înțeles elevul din materia nouă [10, p.49]. Măsurarea gradului de înțelegere a materiei noi se efectuează prin evaluare formativă. Un exemplu cunoscut de strategie didactică bazată pe feedback și evaluare formativă este instruirea mutuală (*Peer Instruction*) sau PI. Evaluarea formativă în cadrul PI este una preponderent calitativă, când profesorul testează cu ajutorul unui sistem digitalizat de răspuns la clasă (Classroom Response System) sau CRS cum elevii au înțeles ideile științifice mari de la lecția dată. Trebuie subliniat că atunci când se folosește PI în cadrul lucrului în grup, rezultatele grupului depășesc rezultatele celui mai bun elev care lucrează singur [9, p.1].

Reieșind din considerentele enumerate mai sus, în cadrul acestei cercetări s-a efectuat evaluarea formativă și sumativă a cunoștințelor elevilor de cl. IX la capitolul *Interacțiuni prin câmpuri*.

## II. Scopul cercetării

Pentru a caracteriza corelarea dintre conceptele interdependente BSI, LLLC și LBU s-au formulat două întrebări de cercetare:

1. Cum poate fi aplicat conceptul ideilor științifice mari, astfel încât să se obțină o mai bună înțelegere a sensului fizic al noțiunilor noi studiate în clasă?
2. Cum corelează gradul de înțelegere al materiei studiate cu formarea competențelor de învățare pe tot parcursul vieții?

Prima întrebare analizează relația BSI – LBU, iar a doua întrebare – relația LBU – LLLC. Înțelegerea acestor relații are și importanță practică, deoarece ar ajuta profesorii de fizică la planificarea unui proces didactic de natură constructivistă reală. O lecție planificată în acest stil va avea ca finalitate imediată înțelegerea profundă a sensului fizic al celor studiate, înțelegere care, la rândul ei, va sta la baza formării competențelor de învățare pe tot parcursul vieții. Altfel spus, cercetarea dată are ca scop studierea a două efecte aduse de folosirea sistematică în clasă a ideilor științifice mari:

- impactul imediat și direct al BSI asupra înțelegerii
- impactul pe termen lung și indirect al BSI asupra LLLC.

## III. Metodologie

Pentru a răspunde la întrebările de cercetare s-a organizat evaluarea formativă și sumativă digitalizată în cadrul studierii capitolului *Interacțiuni prin câmpuri* din cursul de fizică de cl. IX. La evaluare au participat 12 elevi ai cl. IX-a din gimnaziul „Vasile Badiu” Măgurele, Ungheni, Republica Moldova. Evaluarea s-a efectuat cu ajutorul sistemului digital de evaluare Turning Point, care permite itemi de tipul: adevărat/fals; răspunsuri multiple; de asociere. În cazul evaluărilor formative, majoritatea itemilor au fost cu patru variante de răspuns, din care numai una era corectă. Subliniem că mai multe studii internaționale recomandă folosirea întrebărilor cu răspunsuri multiple pentru a măsura înțelegerea [11, p.2], [12, p.2]. Menționăm că elevul poate alege varianta corectă a răspunsului din rațiuni greșite sau întâmplător. Dar în cazul unui test formativ alcătuit din trei întrebări fiecare din care având patru variante de răspuns, probabilitatea ca elevul să aleagă întâmplător răspunsul corect la toate întrebările este **1,56%**.

Pentru alcătuirea testelor formative s-a folosit structurarea în proiecte IBSE a capitolului *Interacțiuni prin câmpuri*, cu ideile științifice mari aferente fiecărui proiect, așa cum s-a procedat în lucrarea [4, p.207].

Prezentăm itemii evaluărilor formative la capitolul *Interacțiuni prin câmpuri*

Evaluarea 1      Legea atracției universale

1.1 Alegeți afirmația corectă.

- a. Corpurile mici nu se atrag între ele.

- b. Doar corpurile cerești se atrag între ele.
- c. Toate corpurile se atrag între ele cu forță gravitațională.

1.2 Alegeți răspunsul corect la întrebarea:

Dacă masa corpului se mărește de 2 ori, forța de atracție se:

- a. Micșorează de 2 ori.
- b. Micșorează de 4 ori.
- c. Mărește de 2 ori.
- d. Mărește de 4 ori.

1.3 Alegeți răspunsul corect la întrebare:

Dacă distanța dintre două corpuri se micșorează de 3 ori, forța de atracție se:

- a. Micșorează de 3 ori.
- b. Micșorează de 9 ori.
- c. Mărește de 3 ori.
- d. Mărește de 9 ori.

Evaluarea 2. Legea lui Coulomb

2.1 Continuați propoziția:

Forțele coulombiene sunt forțe:

- a. Doar de atracție.
- b. Universale.
- c. De atracție sau de respingere.
- d. Doar de respingere.

2.2 Un ecran, care ecranează total interacțiunea electrostatică, are permitivitatea relativă egală cu:

- a.  $9 \times 10^9$
- b. 1
- c.  $\infty$

2.3 Dacă distanța dintre două sarcini electrice se micșorează de 3 ori, atunci forța coulombiană se:

- a. Se mărește de 9 ori.
- b. Se micșorează de 9 ori.
- c. Se mărește de 3 ori.
- d. Se micșorează de 3 ori.

e. Evaluarea 3 Câmpul electrostatic

3.1 Dacă distanța  $r$  de la sarcina electrică  $Q$  se mărește de 2 ori, atunci mărimea intensității

$\vec{E}$  a câmpului electric se:

- a. Micșorează de 4 ori.
- b. Micșorează de 2 ori.
- c. Mărește de 4 ori.
- d. Mărește de 2 ori.

3.2 Dacă sarcina electrică  $q$  a corpului de probă, plasat în câmpul electrostatic  $\vec{E}$ , se micșorează de 3 ori, atunci forța  $\vec{F}$  care acționează asupra sarcinii se:

- a. Micșorează de 9 ori.
- b. Micșorează de 3 ori.
- c. Mărește de 9 ori.
- d. Mărește de 3 ori.

3.3 În câmpul electrostatic  $\vec{E}$  este plasată o sarcină de probă  $q$  negativă. Alegeți direcția forței  $\vec{F}$ , cu care câmpul  $\vec{E}$  acționează asupra sarcinii  $q$ . (vezi Fig. 1)

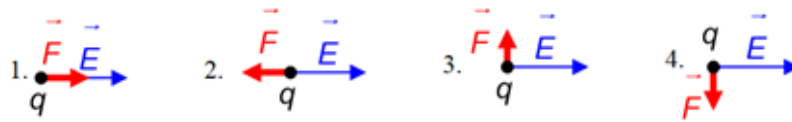


Figura 1. Variante de răspuns la întrebarea 2.3

Evaluarea 4 Acțiunea câmpului magnetic asupra sarcinilor și curenților

Din variantele propuse, alegeți direcția corectă a vectorului inducției magnetice  $\vec{B}$ . (Vezi Fig. 2)

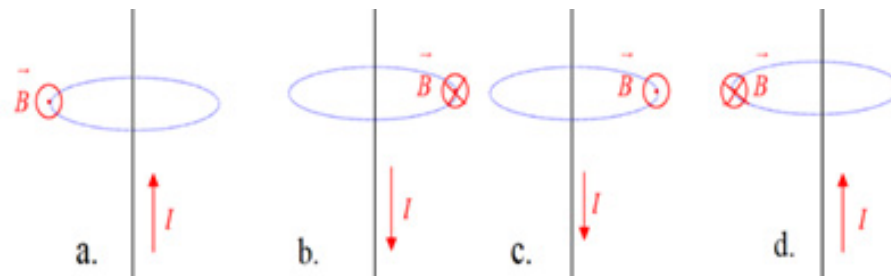


Figura 2. Variante de răspuns la întrebarea 4.1.

4.1 Din variantele propuse, alegeți direcția corectă a forței magnetice  $\vec{F}_M$  ce acționează asupra sarcinii electrice, care se mișcă cu viteza  $\vec{v}$  și care se află în câmpul magnetic cu inducția  $\vec{B}$ . (Vezi Fig. 3).

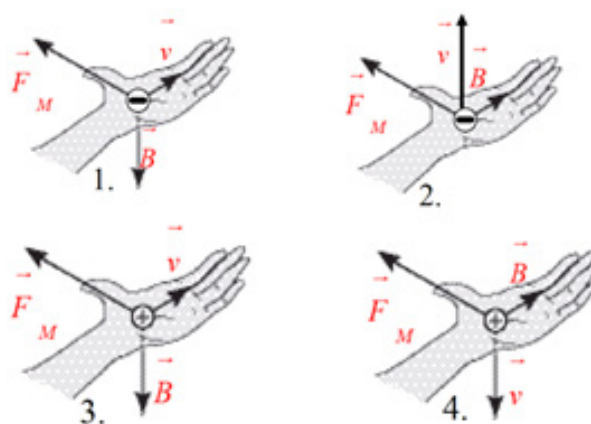


Figura 3. Variante de răspuns la întrebarea 4.2

4.2 Din variantele propuse, alegeți desenul corect care ilustrează interacțiunea conductorilor parcurși de curenții  $I_1$  și  $I_2$  (Vezi Fig. 4).

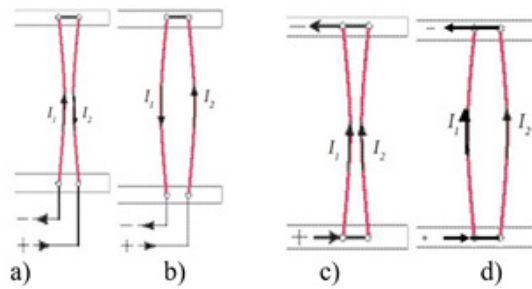


Figura 4. Variante de răspuns la întrebarea 4.3

#### IV. Rezultate

Prezentăm în Tab. 1 rezultatele evaluărilor formative efectuate în cadrul capitolului *Interacțiuni prin câmpuri* pe un eșantion de 12 elevi din IX-a din gimnaziul „Vasile Badiu” Magurele, Ungheni. Coloanele  $I_1 - I_3$  reprezintă procentul răspunsurilor corecte la întrebarea respectivă, iar  $P_e$  – procentul elevilor care au răspuns corect la  $2/3$  din întrebări.

Tabelul 1. Rezultatele evaluărilor formative

Tema	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$P_e$
Legea atracției universale	80%	60%	10%	58%
Legea lui Coulomb	42%	83%	8%	33%
Câmpul electrostatic	0%	75%	100%	75%
Acțiunea câmpului magnetic asupra sarcinilor și curenților	58%	67%	92%	92%

Din aceste rezultate se vede că la *Evaluarea 1* elevii n-au înțeles dependența invers proporțională între forța de atracție gravitațională și pătratul distanței între corpuri. La *Evaluarea 2* elevii n-au înțeles aceeași dependență între forța coulombiană și distanța între sarcini, iar jumătate de clasă a răspuns că forțele coulombiene au caracter universal. Pentru exemplificare, prezentăm în Fig. 5 rezultatele evaluării digitale. La *Evaluarea 3* – aceeași dependență, dar între distanța de la sarcina electrică și intensitatea câmpului electric. La *Evaluarea 4* cea mai dificilă întrebare a fost legată de interpretarea direcției vectorilor inducției magnetice  $\vec{B}$  care intră sau ies din planul desenului, dar și la întrebarea legată de aplicarea regulii mâinii stângi n-au răspuns corect  $1/3$  din elevi.

Session Name: Legea lui Coulomb 18.01.2023 10-43  
 Date Created: 18.01.2023 10:39:24 Active Participants: 12 of 13  
 Average Score: 44,44% Questions: 3

#### Results Detail

Last Name	First Name	Q1	Q2	Q3	Total Points	Score
Answer Key		3	4	1	3	100,00%
[Redacted]	[Redacted]	4	1	1	1	33,33%
[Redacted]	[Redacted]	2	4	3	1	33,33%
[Redacted]	[Redacted]	2	4	2	1	33,33%
[Redacted]	[Redacted]	3	-	-	1	33,33%
[Redacted]	[Redacted]	2	4	4	1	33,33%
[Redacted]	[Redacted]	3	4	4	2	66,67%
[Redacted]	[Redacted]	3	4	2	2	66,67%
[Redacted]	[Redacted]	3	4	3	2	66,67%
[Redacted]	[Redacted]	3	4	4	2	66,67%
[Redacted]	[Redacted]	2	4	3	1	33,33%
[Redacted]	[Redacted]	2	4	2	1	33,33%
[Redacted]	[Redacted]	2	4	4	1	33,33%
Participant List Averages		42	83	8	1,3333	44,44%

Figura 5. Rezultatele evaluării digitale formative la tema Legea lui Coulomb

Aceste rezultate arată că în clasa a IX-a elevii încă nu au formate aptitudini de analiză a unei formule simple matematice, de a înțelege dependența între mărimile fizice prezente în aceeași formulă. De asemenea, vedem cum cunoștințele și aptitudinile din matematică interferează puternic cu cele de la fizică. Pentru aceasta, recomandăm o serie de acțiuni didactice care să ajute la atingerea obiectivului de înțelegere conceptuală de către majoritatea elevilor din clasă:

- În cazul expunerii frontale sau convenționale a materiei noi de către profesor – sublinierea relațiilor între mărimile fizice din aceeași formulă, ori de câte ori se analizează o formulă sau o lege.
- În cazul cercetării proprii a elevilor din cadrul lucrului în grup – analiza relațiilor între mărimile fizice trebuie să fie un obiectiv cognitiv al proiectului de cercetare.
- În cazul instruirii problematizate – întrebările de ghidare sau de orientare ale profesorului trebuie să conducă elevii spre cercetarea relațiilor între mărimile fizice studiate.
- În cazul instruirii mutuale – profesorul trebuie să deprindă elevii cu întrebări care scot în evidență relațiile între mărimile fizice studiate, punând cât mai des astfel de întrebări.
- În cazul prezentării rezultatelor lucrului în grup – modelul sau schema de raport va conține și un punct despre relațiile între mărimile fizice studiate.
- În cazul rezolvării problemelor – pe lângă analiza rezultatului și a sensului lui fizic, orice problemă se va încheia și cu evidențierea relațiilor matematice între mărimile fizice prezente.

Capitolul s-a încheiat cu evaluare sumativă. La întrebarea despre relația între forța de atracție și distanța între corpuri au răspuns corect 75% (față de 10% de la evaluarea formativă). La întrebarea despre caracterul forței Coulomb au răspuns corect 100% (față de 42% de la ev. formativă). La întrebarea despre unitățile de măsură a mărimilor fizice studiate în acest capitol au răspuns corect 91,6%. Au rezolvat corect problema legată de legea Coulomb 33,3% (față de 8% de la ev. formativă). Au rezolvat corect problema legată de forța Lorentz 41%, iar direcția forței Lorentz au reprezentat-o corect 33,3% (față de 67% de la ev. formativă).

Astfel, în baza rezultatelor evaluării sumative, putem afirma că:

- 1/3 din elevi au aptitudini de rezolvare a problemelor simple de fizică, unde e necesar de aplicat o singură formulă.
- peste 90% din elevi cunosc unitățile de măsură a mărimilor fizice studiate recent.
- 2/3 din elevi știu să reprezinte forța cu care câmpul electrostatic acționează asupra unei sarcini electrice.
- 1/3 din elevi nu întâmpină dificultăți în determinarea direcției forței Lorentz.

## V. Concluzii

1. Există o corelare puternică între ideile științifice mari (BSI), înțelegerea conceptuală (LBU) și competențele de învățare pe tot parcursul vieții (LLC). Dacă definim precis BSI, atunci obținem mai ușor înțelegerea profundă a sensului fizic, numită altfel înțelegerea conceptuală, care stă la baza competențelor de învățare pe tot parcursul vieții.
2. Verificarea și creșterea gradului de înțelegere conceptuală se obține prin evaluarea formativă a noțiunilor noi învățate în cadrul unei secvențe de lecție. Nu trecem la analiza unei noțiuni noi, până ce nu ne-am convins cu ajutorul evaluării că majoritatea absolută a elevilor și-au format un concept corect.
3. Pentru asta, evaluarea formativă trebuie să fie bazată pe feedback. Elevul trebuie să știe imediat dacă răspunsul pe care l-a dat este corect sau nu. Feedback-ul imediat de la evaluarea formativă este luarea pulsului clasei. Deci, acesta este răspunsul la *Întrebarea de cercetare 1*: Cum poate fi aplicat conceptul ideilor științifice mari astfel, încât să se obțină o mai bună înțelegere a sensului fizic al noțiunilor noi studiate în clasă? – PRIN EVALUARE PERMANENTĂ LA LECȚIE, astfel încât să știm cum gândesc elevii.

4. Răspunsul la *Întrebarea de cercetare 2*: Cum corelează gradul de înțelegere al materiei studiate cu formarea competențelor de învățare pe tot parcursul vieții? este că nu putem forma abilități de analiză și gândire critică, care stau la baza LLC, fără înțelegere conceptuală.
5. Rezultatele evaluărilor formative și sumative arată că într-o clasă avem diferite nivele de înțelegere conceptuală:
  - Înaltă – cca 1/3 din elevi înțeleg profund sensul fizic al mărimilor fizice studiate, pot rezolva rezolva probleme simple, înțeleg relațiile între mărimile fizice studiate și știu unitățile de măsură.
  - Medie – cca 1/3 din elevi înțeleg relațiile între mărimile fizice studiate și știu unitățile de măsură.
  - Redusă – cca 1/3 din elevi știu unitățile de măsură.

### BIBLIOGRAFIE

1. HARLEN, W. Principles and big ideas of science education, *Association for Science Education*. 2010, ISBN 978 0 86357 4 313.
2. CALALB, M. Pedagogia învățării prin investigație și impactul ei asupra deprinderilor de cercetare științifică și învățare pe tot parcursul vieții, *Studia Universitatis Moldaviae, seria Științe ale Educației*. 2017, 5(105), pp. 32-39, ISSN 1857 – 2103.
3. CIASCAI, L. Model ciclic de predare-învățare bazat pe investigație, *Universitatea Babeș-Bolyai, Ed. Presa Universitară Clujeană*. 2016, 58p. ISBN 978-606-37-0109-2.
4. CALALB, M.; DABIJA, V. Formarea competențelor cheie în cadrul predării capitolului interacțiuni prin câmpuri. In: *Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice Didactica și înțelilor exacte*. 2022, Vol. 1, 26-27 februarie 2022, Chișinău. Chișinău: Tipografia Universității de Stat din Tiraspol, pp. 206-213. ISBN 978-9975-76-382-0.
5. WALSH, C.; LEWANDOWSKI, H. J.; HOLMES, N. G. Skills-focused lab instruction improves critical thinking skills and experimentation views for all students, *Phys. Rev. Physics Education Research*. 2022, 18, 010128, DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010128.
6. WANG, H.; CHEN, S.; YEN, M. Effects of metacognitive scaffolding on students' performance and confidence judgments in simulation-based inquiry, *Phys. Rev. Physics Education Research*. 2021, 17, 020108 DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020108.
7. POTVIN, P.; HASNI, A. Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11, *J. Sci. Educ. Technol.* 2014, 23, pp.784–802, DOI 10.1007/s10956-014-9512-x.
8. DMOSHINSKAIA, N.; GIJLERS, H.; TON DE JONG, Giving Feedback on Peers' Concept Maps in an Inquiry Learning Context: The Effect of Providing Assessment Criteria, *J. Sci. Educ Technol.* 2021, 30, pp. 420–430, <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09884-y>.
9. SUNDSTROM, M.; CARDETTI, F. Exploring the introductory physics classroom through the lens of intellectual humility: Handling what you do not know, *Phys. Rev. Physics Education Research*. 2021, 17, 020135 DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020135.
10. CALALB, M. Learning by being or assumption of cognitive goals. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe ale Educației)*. 2020, 5(135), pp. 49-54. ISSN 1857-2103.
11. RIVEROS, H.G. How to find pre-concepts about charges and magnets? *European Journal of Physics Education*. 2020, 11(2), pp.1309-7202.
12. WHEATLEY, C.; WELLS, J.; PRITCHARD, D. E.; STEWART, J. Comparing conceptual understanding across institutions with module analysis, *Phys. Rev. Physics Education Research*. 2022, 18, 020132 DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020132.