



**UNIVERSITATEA PEDAGOGICĂ DE STAT
„ION CREANGĂ” DIN CHIȘINĂU**

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: 37.091.3:53(043.2)

ZELENSCHI IRINA

**DEZVOLTAREA ȘI APLICAREA CONCEPTELOR
CONSTRUCTIVISTE MODERNE ÎN PREDAREA FIZICII**

532.02 Didactica școlară (fizica)

**REZUMATUL
tezei de doctor în științe ale educației**

Chișinău, 2026

Teza a fost elaborată în cadrul Școlii Doctorale „Științe ale Educației”,
Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău.

Componenta Comisiei de susținere publică a tezei de doctorat:

1. **BRAICOV Andrei**, doctor, profesor universitar, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău – *președintele comisiei*.
2. **CALALB Mihail**, doctor, conferențiar universitar – *conducător științific*.
3. **DAVIDENKO Andrey**, doctor habilitat, profesor universitar, Chernigov Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education named after K. D. Ushinsky, Ucraina – referent oficial.
4. **BOSTAN Carmen-Gabriela**, doctor, cercetător științific gr. II, Institutul de Științe ale educației, București, România – referent oficial.
5. **SILISTRARU Nicolae**, doctor habilitat, profesor universitar, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău – referent oficial.

Susținerea tezei va avea loc la 13 noiembrie 2026, ora 13.00, aula 306, bl. 7, în ședința Comisiei de susținere publică a tezei de doctorat din cadrul Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău (str. Iablochichin 5, Chișinău, MD-2069).

Teza de doctor și rezumatul pot fi consultate la biblioteca Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău (str. Ion Creangă, nr.1 Chișinău, MD-2069) și pe pagina web a ANACEC (www.anacec.md).

Rezumatul a fost expediat la 9 octombrie 2026.

Președintele Comisiei de susținere publică

BRAICOV Andrei,

doctor, profesor universitar _____

Conducător științific

CALALB Mihail,

doctor, conferențiar universitar _____

Autor

ZELENSCHI Irina _____

CUPRINS

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII	4
CONȚINUTUL TEZEI.....	10
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	28
BIBLIOGRAFIE	33
LISTA PUBLICAȚIILOR AUTOAREI LA TEMA TEZEI	39
ADNOTARE (română, engleză, rusă)	40

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea și importanța temei cercetării. La nivel internațional, predarea fizicii traversează o criză conceptuală documentată sistematic. Cadrul de evaluare PISA 2025 pentru științe definește explicit competența științifică prin capacitatea elevului de a explica fenomene din perspectivă conceptuală, de a evalua și proiecta investigații științifice și de a interpreta date și dovezi [53], exact dimensiunile la care elevii înregistrează, an de an, cele mai slabe rezultate. Declinul interesului pentru fizică este documentat empiric pe ambele maluri ale Atlanticului: White, Chu și Oman [63], în urma unui sondaj național desfășurat în liceele americane pe parcursul anului școlar 2023–2024, confirmă o scădere constantă a numărului de elevi care aleg fizica, iar Nikaj et al. [51], într-un studiu comparativ derulat pe douăzeci de ani în universități din Albania și din restul Europei, atestă aceeași tendință descendentă la nivel universitar. Această contracție a interesului pentru fizică se produce în ciuda cererii tot mai mari de specialiști STEM pe piața muncii [30]. Republica Moldova nu face excepție de la această tendință, cauzele neținând de dificultatea intrinsecă a disciplinei, ci, în primul rând, de modul în care fizica continuă să fie predată în majoritatea sălilor de clasă.

Economia secolului XXI formulează față de sistemele educaționale cerințe fundamentale diferite față de epocile anterioare: angajatorii din sectoarele tehnologice și inovatoare nu mai caută absolvenți capabili să reproducă informație, ci persoane care știu să rezolve probleme complexe, să colaboreze eficient în echipe interdisciplinare și să gândească critic. Recomandarea Consiliului Uniunii Europene privind competențele-cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții plasează explicit în centrul finalităților educaționale creativitatea, gândirea critică și autonomia în învățare [25], direcție reluată și de reperul OECD Learning Compass 2030, care redefinesc reușita educațională prin capacitatea elevului de a-și transforma cunoștințele în acțiune responsabilă [52]. Rezoluția Consiliului Uniunii Europene privind Spațiul european al educației 2021–2030 consacră formarea capacității de a învăța continuu drept una dintre prioritățile strategice ale deceniului [26] — prioritate impusă de o realitate confirmată empiric: analiza a douăzeci de ani de politici de învățare pe tot parcursul vieții realizată de Ceschi et al. [23] arată că, pe măsură ce cunoștințele dobândite în școală se perimează tot mai rapid, capacitatea de reconfigurare a competențelor devine o condiție esențială a angajabilității și a incluziunii sociale.

Sistemul educațional din Republica Moldova se află într-un proces continuu de reformă curriculară, orientat spre competențe și aliniat la standardele europene. Noua Concepție a disciplinei „Fizică. Astronomie” [49] marchează o deplasare clară de la predarea bazată pe

transmiterea de cunoaștere spre cea centrată pe elev, însă orientarea constructivistă rămâne prezentă doar la nivel conceptual: strategii didactice cu eficiență dovedită, precum modelul 5E, IBSE, Clasa Inversată sau metoda mozaicului, nu sunt menționate explicit. Prezenta cercetare răspunde direct acestei nevoi, oferind fundamentarea teoretică, modelele concrete de organizare a lecției și dovezile empirice necesare pentru a da substanță reală reformei la nivelul lecției zilnice.

Descrierea situației în domeniul de cercetare. Din perspectivă teoretică, constructivismul reprezintă una dintre paradigmele majore ale pedagogiei contemporane, fundamentată prin cercetări din psihologia cognitivă, neuroștiințe și didactica științelor. Fundamentele sale, elaborate de Piaget, Vygotsky, Bruner și von Glasersfeld, au fost rafinate și operaționalizate progresiv, ajungând astăzi să constituie cadrul de referință dominant în proiectarea curriculară și în formarea cadrelor didactice la nivel internațional.

Comunitatea internațională de cercetare în domeniul predării științelor exacte (*Science Education*) a acumulat, în ultimele trei decenii, un corp substanțial de dovezi empirice în favoarea abordărilor constructiviste. Sinteza meta-analitică a lui Hattie [41], realizată pe peste 800 de meta-analize privind factorii care influențează performanța școlară, a plasat printre cele mai eficiente practici tocmai strategiile centrate pe implicarea cognitivă activă a elevului, nu pe transmiterea directă a informației. Harlen [39] a formulat, în aceeași direcție, principiile fundamentale ale educației științifice moderne, orientate spre construirea progresivă a înțelegerii conceptuale. Analizând specific cercetarea în didactica fizicii, McDermott [47] a arătat că progresul disciplinei depinde direct de identificarea și corectarea concepțiilor greșite ale elevilor prin metode active de predare, iar Redish, Saul și Steinberg [56] au demonstrat experimental că laboratoarele bazate pe implicare activă sporesc semnificativ eficiența învățării fizicii, comparativ cu experimentele demonstrative tradiționale. Meltzer și Thornton [48], sintetizând două decenii de cercetare asupra instruirii prin învățare activă, au confirmat consecvent superioritatea acestor metode față de predarea frontală. Această direcție este susținută și de cercetări mai recente: Uwamahoro et al. [61] și Banda și Nzabahimana [3] au arătat că nivelul înțelegerii conceptuale a elevilor la fizică este direct proporțional cu frecvența și calitatea utilizării laboratorului, mai ales atunci când experimentele reale sunt combinate cu simulările digitale.

În spațiul pedagogic din România, principiile constructiviste sunt tot mai frecvent prezente în discursul curricular și metodologic. Elena Joița a fundamentat bazele psihopedagogice ale instruirii centrate pe elev [44]; Liliana Ciascai a promovat principiul construirii active a cunoașterii prin experiență proprie și colaborare [24]; Constantin Cucos a

subliniat că elevul nu primește pasiv cunoașterea, ci o construiește prin experiență și efort propriu [55]; iar Sorin Cristea bordat constructivismul în contextul conceptului de educație pentru transformare [27]. În Republica Moldova, Ludmila Franțuzan a dezvoltat conceptul învățării transformatoare, apropiat de principiile constructiviste [33]; Ion Botgros a operaționalizat metodologic constructivismul pentru lecția de fizică, punând accentul pe problematizare și conflict cognitiv [9]; Mihail Calalb a extins această direcție spre didactica fizicii [14]; iar Viorel Bocancea a completat-o, evidențiind rolul cercetării și al experimentului în construirea activă a cunoașterii [7]. Totuși, aplicarea constructivismului la predarea fizicii rămâne insuficient sistematizată la nivelul unui model care să coreleze fundamentele teoretice cu organizarea concretă a procesului didactic [11; 65].

Analiza situației din domeniul didacticii constructiviste a fizicii relevă existența următoarelor contradicții:

- între dovezile de cercetare internațională, care confirmă superioritatea metodelor constructiviste asupra predării tradiționale, și practica efectivă a predării fizicii, rămasă centrată pe transmiterea de cunoaștere;
- între intenția reformatoare a documentelor curriculare actuale, orientată spre o predare centrată pe elev, și lipsa unor repere metodologice explicite, strategii precum modelul 5E, IBSE, Clasa Inversată sau metoda mozaicului nefiind menționate ca atare;
- între coerența epistemică a cadrului curricular, care face referire la procese autentice de cunoaștere științifică, și absența unui model didactic procedural clar, profesorul fiind repoziționat conceptual ca facilitator, dar fără un model stabil care să susțină acest rol;
- între specificul epistemic al conținuturilor de fizică modernă, care impun un demers constructivist de modelare și interpretare, și persistența unei predări tradiționale bazate pe transmiterea de definiții și formule.

Problema cercetării constă în necesitatea de a stabili în ce măsură o organizare constructivistă a învățării fizicii, centrată pe efortul cognitiv al elevului, pe valorificarea cunoștințelor anterioare și pe dezvoltarea metacogniției, poate conduce la o înțelegere conceptuală mai profundă și la rezultate academice superioare, în condițiile în care predarea tradițională nu valorifică suficient aceste mecanisme.

Obiectul cercetării îl constituie procesul didactic al învățării fizicii în cadrul lecției, analizat prin prisma aplicării strategiilor constructiviste de predare.

Scopul cercetării constă în determinarea premiselor teoretice, metodologice și didactice ale organizării învățării constructiviste a fizicii.

Obiectivele tezei

1. Analiza fundamentelor teoretico-didactice ale constructivismului în predarea fizicii, prin evidențierea mecanismelor cognitive implicate în învățarea activă, a rolului feedback-ului și a relației dintre paradigmele educaționale și formele de predare.
2. Modelarea și ierarhizarea paradigmelor educaționale în funcție de efectul lor asupra învățării, prin construirea unei scări care evidențiază trecerea de la învățarea prin acțiune la învățarea prin asumarea obiectivelor cognitive, cu valori diferențiate ale impactului.
3. Proiectarea metodologică a lecției de fizică pe baza principiilor constructiviste, prin integrarea modelului 5E, a activității de laborator organizate ca proces de cercetare științifică, cu accent pe investigare, colaborare și reflecție.
4. Validarea empirică a impactului organizării constructiviste asupra performanței elevilor, prin corelarea activității de laborator și a strategiilor didactice cu rezultatele academice, utilizând analize statistice și evidențiind consistența rezultatelor la niveluri diferite de școlaritate.
5. Examinarea funcționării constructivismului în cadrul curricular și identificarea limitelor aplicării sale, prin analiza distribuției dimensiunilor constructiviste între Concepție, Curriculum și Ghid și prin evidențierea pierderilor diferențiate în procesul de implementare.
6. Explorarea specificului epistemic al conținuturilor de fizică modernă și a implicațiilor acestuia asupra înțelegerii, prin investigarea modului în care fenomenele inaccesibile observației directe impun modelarea, interpretarea relațiilor și integrarea conceptelor fundamentale în explicații complexe.

Ipoteza cercetării

Integrarea principiilor constructiviste în predarea fizicii, printr-o organizare centrată pe activitatea elevului, pe feedback constant și pe dezvoltarea metacogniției, are potențialul de a transforma radical procesul de învățare, conducând la o înțelegere conceptuală mai profundă și la rezultate academice superioare. Se consideră că progresul elevilor se realizează nu prin receptarea pasivă a cunoștințelor, ci prin implicarea lor activă în investigare, explicare și confruntarea ideilor, ceea ce conferă lecției de fizică un caracter viu, dinamic și creator. Validarea empirică a acestei ipoteze este așteptată să confirme existența unor corelații puternice între modul de organizare a învățării și performanța obținută, demonstrând că abordarea constructivistă nu este doar o opțiune metodologică, ci o condiție esențială pentru formarea unei înțelegeri autentice în fizica modernă.

Sinteza metodologiei cercetării se bazează pe trei tipuri de metode: de fundamentare, sau teoretice, utilizate pentru documentarea și sistematizarea conceptelor constructiviste; de

aplicare, sau empirice, concretizate în experiment pedagogic, observații și studii realizate în condiții reale de predare, cu analiza rezultatelor academice ale elevilor; de validare, sau statistice, utilizate pentru compararea rezultatelor între grupuri, analiza progresului elevilor și examinarea relațiilor dintre variabilele investigate.

Noutatea și originalitatea științifică a cercetării constă în:

1. Propunerea și fundamentarea scării paradigmelor educaționale constructiviste, care ierarhizează, în funcție de mărimea efectului, procesul de învățare a fizicii în trei trepte progresive: învățarea activă, învățarea prin înțelegere și învățarea prin asumarea obiectivelor cognitive.
2. Formularea triadei operaționale a învățării constructiviste a fizicii, fundamentată pe interdependența dintre efortul cognitiv al elevului, valorificarea cunoștințelor anterioare și metacogniție, completată de instituirea feedbackului ca mecanism central de reglare a învățării.
3. Operaționalizarea didactică a constructivismului în lecția de fizică, prin corelarea acțiunilor profesorului cu procesele cognitive ale elevilor în cadrul unor strategii didactice bazate pe cercetare, interacțiune și reflecție.
4. Validarea empirică a aplicării strategiilor constructiviste în predarea fizicii, prin analiza relației dintre organizarea învățării și performanța elevilor și evidențierea rolului profesorului ca facilitator al învățării.
5. Fundamentarea specificului didactic al predării conținuturilor de fizică modernă, prin caracterizarea modului de construire a cunoașterii bazat pe modelare, interpretarea fenomenelor și stabilirea relațiilor fizice.
6. Evidențierea dinamicii transpunerii dimensiunilor constructiviste, respectiv statutul elevului, construirea cunoașterii, interacțiunea și rolul profesorului, în documentele curriculare de fizică, prin analiza transformării acestora de la nivel conceptual la nivel structural și operațional.

Semnificația teoretică a cercetării constă în fundamentarea unei perspective evolutive asupra paradigmelor constructiviste în predarea fizicii, în aprofundarea rolului înțelegerii conceptuale, al efortului cognitiv, al metacogniției și al feedbackului în învățarea constructivistă a fizicii, precum și în integrarea modelelor de învățare prin cercetare, investigare și reflecție într-o concepție unitară constructivistă a lecției de fizică. Cercetarea contribuie totodată la interpretarea lecției și laboratorului de fizică drept spații epistemice de investigare, argumentare și construire colectivă a sensului științific, evidențiind relația dintre activitatea experimentală și performanța academică în învățarea fizicii.

Valoarea aplicativă a cercetării constă în dezvoltarea unui cadru de analiză a principiilor constructiviste în documentele curriculare de fizică, aplicabil în evaluarea și proiectarea curriculumului școlar, precum și în elaborarea reperelor metodologice pentru organizarea constructivistă a lecției și laboratorului de fizică, prin integrarea investigării, reflecției și activității experimentale în procesul de învățare. Cercetarea oferă validare empirică pentru aplicarea abordărilor constructiviste și evidențiază relația dintre activitatea experimentală și performanța academică la fizică, valorificând totodată modelarea și reprezentările conceptuale în predarea unor teme de fizică contemporană, precum găurile negre și undele gravitaționale.

Aprobarea rezultatelor cercetării a fost realizată prin comunicări la conferințe științifice naționale și internaționale, în cadrul ședințelor Seminarului Metodologic Republican al profesorilor de fizică și articole științifice publicate în reviste naționale și internaționale.

Publicații la tema tezei. Rezultatele cercetării sunt reflectate în 10 lucrări științifice, dintre care: 1 articol în revistă internațională recunoscută, 3 articole în reviste incluse în Registrul Național al revistelor de profil și 6 articole în lucrările conferințelor științifice internaționale din Republica Moldova.

Structura tezei: introducere, trei capitole, concluzii generale și recomandări, 140 de pagini de text de bază, bibliografie din 214 surse, lista abrevierilor, 13 anexe, 31 de tabele și 18 figuri.

CONȚINUTUL TEZEI

Introducerea prezintă actualitatea temei în contextul cerințelor educaționale ale secolului XXI, descrie situația din domeniul didacticii constructiviste a fizicii, problema, obiectul și scopul cercetării, precum și obiectivele, ipoteza, metodologia și noutatea științifică a lucrării.

Capitolul 1, Aspecte teoretico-didactice ale constructivismului în predarea fizicii, are un caracter teoretic și analitic, fiind consacrat fundamentării conceptuale a întregii cercetări. Capitolul urmărește patru direcții complementare: evoluția paradigmelor educaționale în predarea fizicii, constructivismul ca bază teoretică a didacticii moderne, organizarea lecției de fizică în abordare constructivistă și laboratorul de fizică drept mediu constructivist de învățare. Pornind de la o analiză istorică a modului în care s-a predat fizica de-a lungul timpului, capitolul ajunge la conturarea instrumentelor operaționale ale constructivismului, scara paradigmelor educaționale și modelul 5E, și la reconsiderarea laboratorului școlar ca spațiu central de construire a cunoașterii, nu ca anexă a lecției.

Subcapitolul 1.1. Paradigme educaționale în predarea fizicii debutează cu clarificarea conceptului de paradigmă educațională, pornind de la definiția dată de Thomas Kuhn, pentru care o paradigmă reprezintă un ansamblu de practici și standarde specifice unei perioade a științei, schimbările de paradigmă marcând progresul acesteia [46]. Această perspectivă este aplicată la evoluția paradigmelor educaționale în predarea fizicii, analizată în prealabil de Fensham [31] și Rudolph [58].

Evoluția istorică a paradigmelor educaționale este urmărită de la educația tradițională a Antichității și Renașterii, caracterizată prin memorare și transmitere pasivă a cunoștințelor [50], prin Iluminism și educația industrială, până la educația progresistă de la începutul secolului XX, asociată cu Dewey, Montessori, Piaget și Vygotsky, și, în final, la educația constructivistă modernă. Fiecare etapă istorică este asociată cu o metodă proprie de predare a fizicii, de la observarea empirică, în Antichitate, la experimentarea creativă și utilizarea laboratorului virtual, în perioada contemporană. Sinteza acestei evoluții este prezentată în Figura 1, care evidențiază caracterul cumulativ al paradigmelor: fiecare etapă păstrează trăsăturile celei precedente, adăugându-i altele noi.

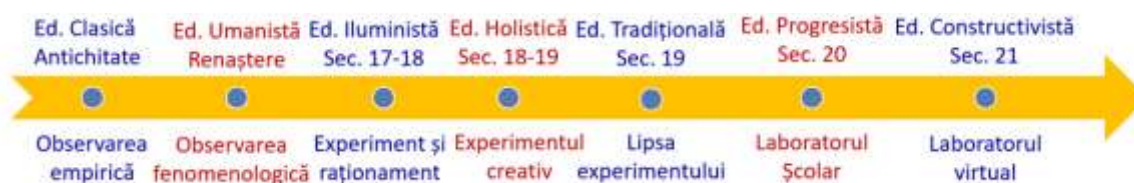


Fig. 1. Evoluția predării fizicii în cadrul paradigmelor educaționale.

În cadrul educației constructiviste moderne sunt identificate șapte tipuri de constructivism, sintetizate în Tabelul 1:

Tabelul 1. Tipuri de constructivism

Tip de constructivism	Caracteristici de bază	Reprezentant important
Constructivismul cognitiv	Învățarea ca o construcție activă a cunoștințelor, cu accent pe etapele dezvoltării cognitive	Jean Piaget
Constructivismul social	Învățarea prin interacțiune socială și cultură; zona proximei dezvoltări	Lev Vygotsky
Constructivismul radical	Cunoașterea ca o construcție subiectivă, fără un adevăr absolut, ci doar perspective personale	Ernst von Glasersfeld
Constructivismul pragmatic	Învățarea prin experiență și experimentare practică, cu rol activ în rezolvarea problemelor reale	John Dewey
Constructivismul cultural	Învățarea influențată de mediul cultural și de limbaj, cu accent pe simboluri și semnificații	Jerome Bruner
Constructivismul tehnologic	Utilizarea tehnologiei pentru a facilita învățarea activă și creativă, prin creare	Seymour Papert
Constructivismul emoțional	Rolul emoțiilor, motivației și inteligenței emoționale în procesul de învățare	John D. Mayer

Această tipologie oferă cadrul terminologic pe baza căruia este analizată, în subcapitolul următor, aplicarea constructivismului la didactica fizicii propriu-zisă.

Subcapitolul 1.2 examinează constructivismul ca fundament teoretic al didacticii moderne și modul în care principiile sale se regăsesc concret în organizarea lecției de fizică. Evoluția paradigmelor educaționale prezentată în subcapitolul precedent se reflectă direct în practica didactică modernă, în cadrul căreia învățarea prin proiecte, învățarea exploratorie și învățarea prin descoperire joacă un rol esențial în crearea unui mediu de învățare activ și colaborativ [4]. Tranziția de la o predare centrată pe profesor la una bazată pe feedback constant subliniază importanța metacogniției și a teoriei predării și învățării vizibile [41], elevii fiind stimulați să își dezvolte capacitatea de autoreglare [43].

În spațiul pedagogic moldovenesc, constructivismul este analizat din mai multe perspective convergente: Botgros, Franțuzan și Bocancea [8] îl consideră una din cele cinci componente formative fundamentale ale cunoașterii științifice, alături de abordarea sistemică, interactivitate, metacogniție și evaluare autentică, iar Hadîrcă și Țîbuleac [38] îl plasează printre cele mai importante paradigme educaționale moderne. Celac [22] arată că acesta se axează pe resursele interne, inițiativa proprie și activismul elevului. În aceeași perspectivă constructivistă, cercetătorul ucrainean Davidenko A. A. [67], autor al monografiei de referință consacrate dezvoltării capacităților creative ale elevilor în procesul de învățare a fizicii, arată că elevul nu poate construi o înțelegere conceptuală autentică rămânând un simplu receptor al cunoașterii transmise, ci trebuie pus în situația de a acționa ca subiect constructor, generând el însuși ipoteze, soluții și explicații, prin efort cognitiv propriu.

Motivația scăzută și lipsa de interes a elevilor pentru procesul de învățare [32] își găsesc o soluție în gradul de autonomie oferit elevului: cu cât acesta e mai mare, cu atât cresc șansele unor rezultate academice remarcabile [40], limita superioară a acestei independențe fiind atinsă atunci când elevii își asumă activ obiectivele educaționale ale profesorului ca obiective proprii de învățare [12]. Pe această observație se construiește elementul central de noutate științifică al capitolului, scara paradigmelor educaționale: Învățarea activă are o mărime a efectului de circa 0,35, comparabilă cu cea a predării frontale desfășurate de un profesor cu experiență de doi ani; Învățarea prin înțelegere ajunge la un efect de până la 0,80; iar Învățarea prin asumarea obiectivelor, cea mai avansată treaptă, variază între 0,80 și 1,30, cu efecte sinergice atunci când mai multe metode sunt integrate simultan [41; 42].

Un rol esențial revine legăturii inverse elev-profesor, ale cărei componente sunt ierarhizate după mărimea efectului asupra performanței, de la învățarea problematizată (0,26) și predarea centrată pe elev (0,36), până la evaluarea formativă (0,48), instruirea mutuală (0,74), dezbaterile ghidate de profesor (0,82), cunoașterea instantanee a percepției elevilor asupra lecției (1,29) și, cel mai ridicat, cunoașterea profundă de către profesor a potențialului elevilor săi (1,62) — sintetizate în Figura 2.

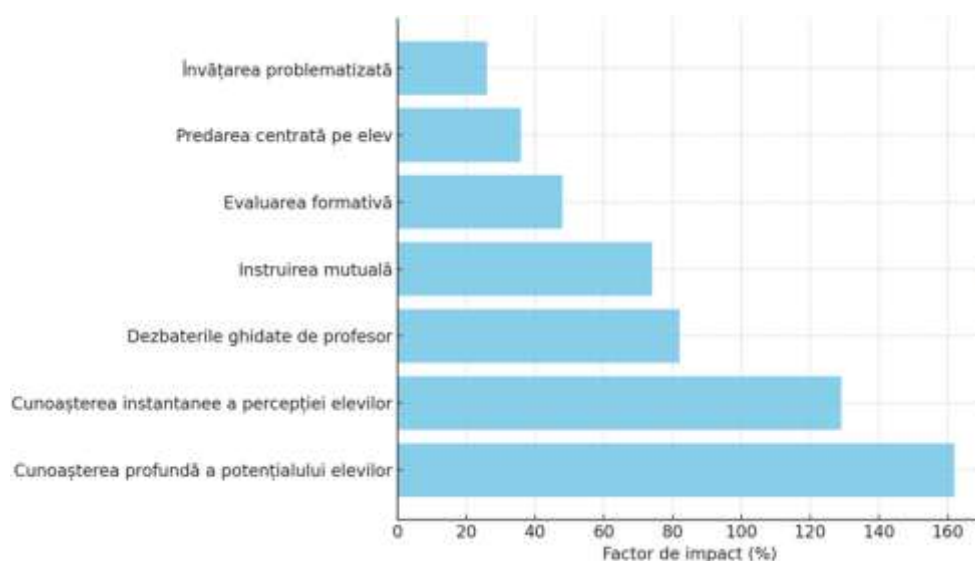


Fig. 2 Factori de impact ai strategiilor de predare și învățare conform teoriei învățării și predării vizibile.

Subcapitolul 1.3 analizează modul în care înțelegerea conceptuală devine obiectivul central al organizării lecției de fizică, materializat concret în structura lecției constructiviste după modelul 5E. Predarea fizicii se confruntă cu scăderea interesului elevilor pentru această disciplină încă din clasele gimnaziale, fenomen documentat prin cercetări longitudinale [60]. Soluția propusă rezidă în constructivism [14]: înțelegerea conceptuală devine posibilă doar

atunci când elevul depune efort cognitiv susținut, valorifică activ cunoștințele anterioare și își dezvoltă metacogniția, în condițiile în care predarea frontală tradițională, deși larg proclamată ca fiind centrată pe elev, îl menține adesea într-un rol pasiv [36].

Organizarea concretă a acestor principii se regăsește în structura lecției constructiviste, modelată după cele cinci faze ale modelului 5E, implicare, explorare, explicare, elaborare și evaluare [34], fiecare dintre ele fiind, prin natura sa, constructivistă. Faza de explorare este dezvoltată pe baza cercetării proprii a autoarei [20], care demonstrează cum activarea cognitivă a elevilor și implicarea lor autentică pot fi susținute prin colaborare în grup, întrebări provocatoare și reflecție asupra experiențelor de învățare. Caracteristicile fiecărei faze sunt sintetizate în Tabelul 3, care evidențiază faptul că feedbackul este prezent constant în toate cele cinci etape, alături de experiment și discuțiile de grup, ca elemente comune întregului model.

Tabelul 3. Caracteristicile principale ale fazelor modelului 5E

Implicare	Explorare	Explicare	Elaborare	Evaluare
Atmosferă empatică	Lucru în grup	Perspective diferite	Proiect de cercetare	Autoevaluare
Încurajarea curiozității	Întrebări deschise	Analiza informațiilor disponibile	Cercetare independentă	Lucru în perechi
Întrebări provocatoare	Activități practice și independente	Resurse multiple	Discuții colaborative	Portofolii
Activarea cunoștințelor anterioare	Reflecție colectivă	Facilitarea descoperirii	Feedback personalizat	Evaluare formativă
Situații din viața reală	Împărtășirea ideilor	Discuții în grup și clasă	Ghidare	Abilitatea de a rezolva probleme
Exemple concrete	Explorare ghidată	Înțelegere conceptuală	Un grup – un proiect	Înțelegere conceptuală
Feedback pozitiv și deschis	Evaluarea înțelegerii	Explicații diferite	Proiecte legate de viața reală	Aplicarea cunoștințelor

Aplicarea practică a acestui model este ilustrată pe exemplul capitolului „Lucrul mecanic, puterea și energia mecanică” din cursul de fizică de clasa a VII-a, unde dobândirea înțelegerii conceptuale, a cunoștințelor procedurale și a atitudinii științifice este structurată prin întrebări deschise, activarea cunoștințelor anterioare, ghidarea discuțiilor colective și evaluarea înțelegerii.

Subcapitolul 1.4 examinează laboratorul școlar de fizică din perspectivă constructivistă, analizând atât fundamentele teoretice ale organizării lui, cât și condițiile concrete prin care poate deveni un mediu de învățare activă. Laboratorul de fizică este analizat din două perspective complementare: ca mediu a cărui dotare și organizare pot susține diverse strategii didactice constructiviste, respectiv prin corelarea dintre mediul de învățare și motivația elevilor pentru efort cognitiv. În funcție de obiectivele urmărite, laboratoarele se clasifică în trei tipuri:

bazate pe concepte, orientate spre consolidarea cunoștințelor din manual; bazate pe competențe, funcționând ca proiecte de cercetare derulate de elevi; și mixte, care combină cele două abordări, oferind cel mai echilibrat cadru pentru o înțelegere conceptuală profundă [62]. Spre deosebire de laboratoarele tradiționale, structurate rigid prin „mersul lucrării”, cele care oferă mai multă libertate permit elevilor să își construiască propria cunoaștere prin observare, reflecție și analiză [45], o autonomie sporită contribuind la creșterea interesului, motivației și încrederii elevilor în propriile capacități [59].

Această libertate de explorare se aliniază celor patru principii ale constructivismului radical: cunoașterea este construită de elev, nu transmisă de profesor; construirea ei implică efort cognitiv; cunoștințele preexistente influențează învățarea; iar înțelegerea inițială, superficială și locală, se adâncește treptat [5]. Un model eficient de operaționalizare a acestor principii este laboratorul școlar în format studio, în care lecția și activitatea de laborator devin o singură entitate, elevii atingând obiective cognitive superioare celor din sistemul tradițional [35].

Factorii care susțin caracterul activ al învățării în laborator sunt sintetizați în Tabelul 4, structurați pe trei paliere interconectate: procesele cognitive (vorbirea, ascultarea, citirea, scrierea, reflecția), strategiile de învățare (lucrul în grupuri mici, colaborarea, analiza situațiilor-problemă) și resursele didactice care stimulează interesul pentru cercetare [57].

Tabelul 4. Factorii învățării active

Procesele cognitive	Strategiile de învățare	Resursele didactice
Vorbirea, ascultarea, citirea, scrierea, reflecția	Lucrul în grupuri mici, colaborarea, analiza situațiilor-problemă, discuțiile, jurnale de laborator	Materiale tradiționale și digitale care stimulează interesul pentru cercetare și înțelegere

Digitalizarea laboratorului are un impact semnificativ asupra înțelegerii conceptuale, în special atunci când experimentele reale sunt combinate cu simulările [3], rolul tehnologiilor informaționale fiind documentat și de Davidenko [68], care arată că instrumentele digitale sporesc eficiența învățării doar atunci când sunt integrate coerent în structura lecției. Nivelul de înțelegere conceptuală al elevilor este direct proporțional cu gradul de utilizare a laboratorului școlar [61].

Aplicarea acestor principii este ilustrată pe exemplul lucrării „Determinarea vitezei medii a unui mobil”, comparând obiectivele unei abordări constructiviste, structurate pe deprinderi de cercetare, obiective cognitive și idei științifice mari, cu cele ale unei abordări tradiționale, organizate după taxonomia lui Bloom, de la cunoaștere la evaluare (vezi Tabelul 5).

**Tabelul 5. Obiectivele lucrării de laborator „Determinarea vitezei medii a unui mobil”:
abordare constructivistă vs. tradițională**

Abordarea constructivistă	Abordarea tradițională (taxonomia Bloom)
Deprinderi de cercetare: observarea fenomenului, formularea ipotezei, planificarea, colectarea și analiza datelor, interpretarea rezultatelor	Cunoaștere: definirea vitezei medii, identificarea mărimilor implicate
Obiective cognitive: înțelegerea mișcării rectilinii uniforme și a vitezei medii	Înțelegere, Aplicare: explicarea relației distanță-timp-viteză, aplicarea formulei
Idei științifice mari: distanță, mișcare rectilinie uniformă, viteză	Analiză, Sinteză, Evaluare: compararea rezultatelor, formularea concluziilor, argumentarea validității

Această comparație evidențiază avantajul abordării constructiviste: aceasta nu se limitează la verificarea cunoștințelor teoretice, ci dezvoltă deprinderi de cercetare transferabile, ancorate în concepte fundamentale ale fizicii.

Cercetarea teoretică prezentată în acest capitol este reflectată în lucrările Zelenschi [64], Calalb și Zelenschi [16] și Calalb și Zelenschi [20], care tratează, în ordinea subcapitolelor, evoluția și analiza comparativă a paradigmelor educaționale, aplicarea constructivismului la lecția de fizică și modelele de medii constructiviste de învățare a fizicii.

Capitolul 2, Baze metodologice ale aplicării constructivismului în predarea fizicii, are un caracter metodologic și aplicativ, continuând fundamentarea teoretică din Capitolul 1 către instrumente concrete de proiectare didactică. Capitolul urmărește trei direcții complementare: fundamentele constructiviste ale învățării fizicii, modelele didactice constructiviste în predarea fizicii și aplicarea strategiilor constructiviste în predarea capitolului „Interacțiuni” la clasa a VII-a. Fundamentele și modelele analizate sunt concretizate prin aplicații didactice distincte, dintre care modelul Clasei Inversate este supus validării experimentale la predarea capitolului „Echilibrul de rotație”, iar modelul IBSE este ilustrat prin proiectarea unei lecții la tema „Forța de greutate. Ponderează”.

Subcapitolul 2.1 stabilește fundamentele epistemice și psihopedagogice ale învățării constructiviste a fizicii și arată cum modelul 5E operaționalizează aceste fundamente în structura concretă a lecției. Fundamentele constructiviste ale învățării fizicii sunt înțelese nu ca un ansamblu de metode didactice, ci ca o schimbare de perspectivă asupra naturii cunoașterii: învățarea nu mai este un proces de transmitere și acumulare a informațiilor, ci unul de reconstrucție internă a sensului, realizat prin activitatea cognitivă a elevului în interacțiune cu mediul educațional. Trei principii fundamentale guvernează acest proces: reconstrucția conceptuală, prin care elevul devine participant activ la propria învățare, pornind de la experiențele și concepțiile sale anterioare; efortul cognitiv activ, care exclude o învățare pasivă

și presupune reflecție continuă asupra informațiilor noi; și rezistența cognitivă la schimbare, prin care structurile cognitive deja formate se modifică doar printr-o învățare profundă și semnificativă, nu prin simpla expunere la informație.

Operaționalizarea acestor principii este ilustrată prin modelul propus de Perkins [54], structurat pe cinci componente: participarea activă a tuturor elevilor, utilizarea cunoștințelor anterioare, promovarea unui climat de dezbatere, motivarea prin întrebări stimulative și revizuirea concepțiilor preexistente. Acest model plasează elevul în centrul procesului educațional, transformându-l într-un constructor activ al cunoașterii, care colectează date, formulează ipoteze, analizează rezultate și își aplică cunoștințele în situații noi.

Structura multidimensională a cunoașterii, deja introdusă în Capitolul 1, se regăsește aici aplicată unei teme distincte: „Mișcarea rectilinie uniform variată. Accelerația”, clasa a X-a. Cunoașterea conceptuală include înțelegerea definiției mișcării uniform variate și interpretarea corectă a graficelor deplasării, vitezei și accelerației ca funcții de timp; cunoașterea procedurală vizează identificarea mărimilor din enunț, aplicarea formulelor și efectuarea calculelor; iar cunoașterea axiologică se formează prin curiozitate, feedback pozitiv și relevanța exemplelor din viața reală.

Modelul 5E, elaborat de grupul BSCS [10], este reluat aici pe un exemplu diferit de cel din Capitolul 1, ilustrând transferabilitatea sa la o altă temă: mișcarea uniform accelerată. Faza de implicare pornește de la o cursă virtuală de mașini, cu întrebări precum „Ce se întâmplă cu viteza și poziția mașinii în timpul apăsării pe accelerator?”; faza de explorare se concretizează prin studierea căderii libere a unei bile de hârtie, elevii măsurând timpul de cădere și formulând observații proprii; faza de explicare conduce elevii, prin discuții ghidate, să formuleze ei înșiși definiția mișcării uniform accelerate; faza de elaborare extinde conceptul prin analiza unor grafice ale mișcării; iar faza de evaluare solicită aplicarea cunoștințelor la probleme complexe din viața reală, precum calculul accelerației unui automobil sau al distanței parcurse de o piatră aruncată în sus.

Prin acest al doilea exemplu aplicativ, sub-capitolul 2.1 demonstrează că modelul 5E nu este o structură rigidă, ci un cadru flexibil, transferabil la teme diferite ale programei de fizică, păstrându-și în toate cazurile caracterul intrinsec constructivist.

Subcapitolul 2.2 introduce modelul Clasei Inversate ca strategie constructivistă de organizare a lecției și validează experimental eficiența acestuia pe tema „Echilibrul de rotație”. Modelul Clasei Inversate reorganizează structura tradițională a lecției, plasând studiul individual al noțiunilor teoretice, prin vizionarea unor lecții video sau analiza materialelor scrise, înaintea orelor de curs, astfel încât timpul din clasă să fie valorificat pentru activități

aplicative, discuții și experimente [2]. Ideea de bază a modelului, redată în Figura 3, este completată de o comparație directă între acțiunile profesorului și ale elevilor în predarea tradițională față de Clasa Inversată, realizată pe baza taxonomiei lui Bloom și prezentată în Figura 4.



Figura 3. Modelul metodei Clasa Inversată

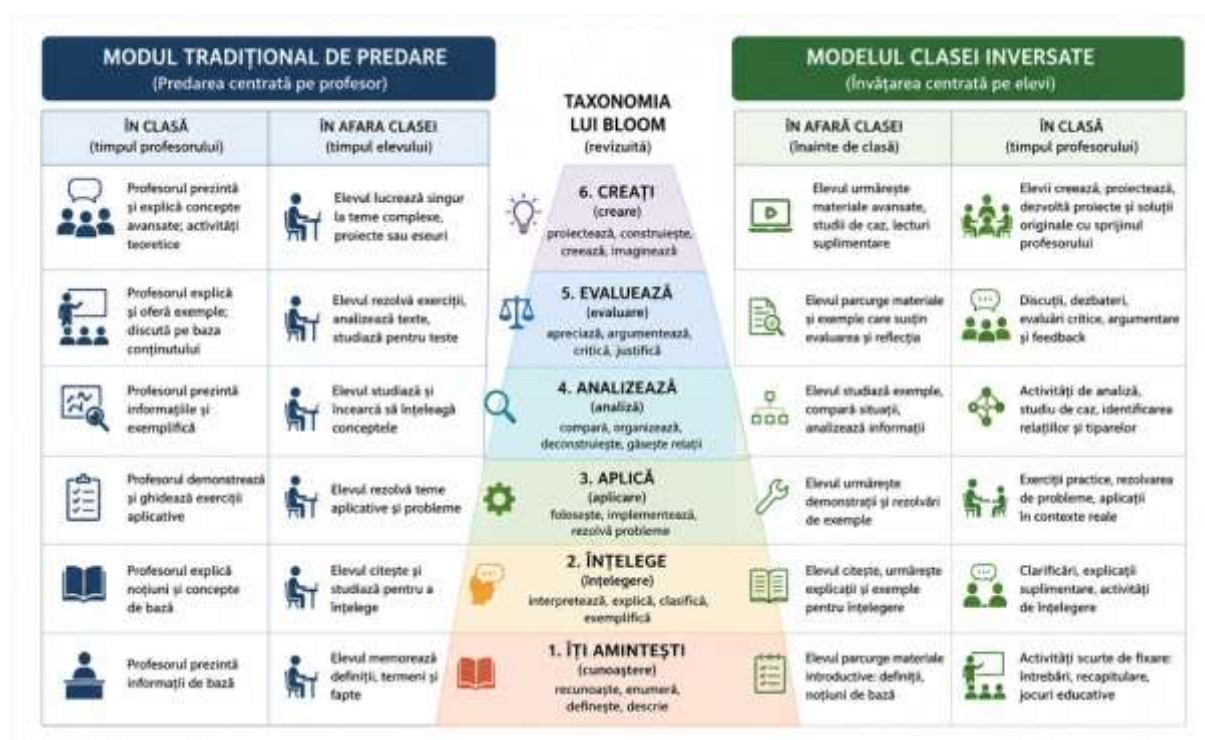


Figura 4. Compararea modului tradițional de predare cu modelul Clasei Inversate, pe baza taxonomiei lui Bloom

Aplicarea modelului presupune patru principii: pregătirea prealabilă a elevilor pentru lecție, interacțiunea intensă între elevi și profesor în cadrul orei, învățarea personalizată, în ritmul propriu al fiecărui elev, și dezvoltarea gândirii critice prin aplicarea practică a conceptelor studiate acasă. Eficiența modelului este confirmată la nivel internațional printr-un studiu realizat la University of British Columbia, unde elevii din grupul experimental au obținut scoruri semnificativ mai mari la testele de evaluare conceptuală comparativ cu grupul de control instruit tradițional [29].

Validarea experimentală a modelului a fost realizată pe parcursul anului școlar 2022-2023, la Liceul Teoretic „Hyperion” din Chișinău, prin compararea a două clase a VII-a: grupul experimental (35 de elevi), instruit prin modelul Clasei Inversate, și grupul de control (36 de elevi), instruit prin metoda tradițională, ambele parcurgând capitolul „Echilibrul de rotație”. Rezultatele arată o creștere a calității academice de 96% în clasa experimentală, față de doar 65% în clasa de control, diferența dintre cele două metode fiind de 48 de puncte procentuale în favoarea Clasei Inversate (vezi Tabelul 6).

Tabelul 6. Distribuția notelor în clasa experimentală și în clasa de control

	Clasa de control (pre-test → post-test)	Clasa experimentală (pre-test → post-test)
Nota medie	7,00 → 7,35	7,24 → 7,69
Calitatea, %	25,0 → 41,18	33,3 → 59,38

Saltul calitativ este vizibil și în Figura 5, care arată deplasarea distribuției notelor de la predominanța notelor de 6 și 7, la pre-test, către predominanța notelor de 8, 9 și 10, la post-test, în clasa experimentală.

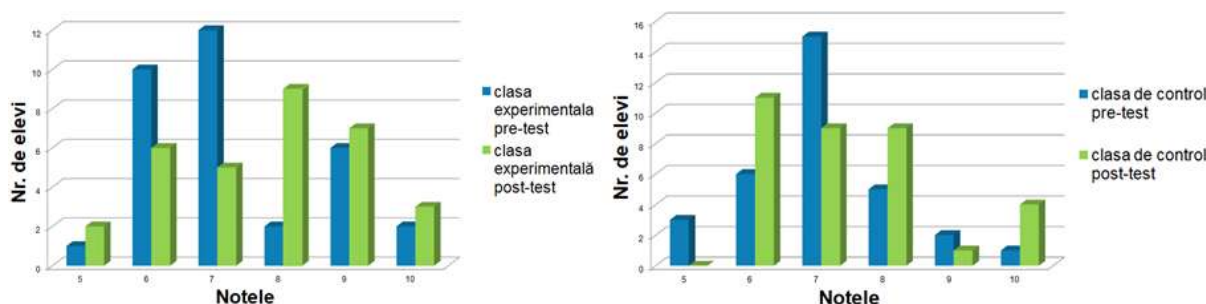


Figura 5. Analiza comparativă a notelor pre-test și post-test din clasa experimentală și de control

Subcapitolul 2.3 compară trei strategii constructiviste aplicate la predarea capitolului „Interacțiuni” și ilustrează, printr-un exemplu detaliat, proiectarea unei lecții complete în model IBSE. Pentru cele 16 ore alocate capitolului „Interacțiuni” din clasa a VII-a, organizate în patru proiecte didactice (Forța ca vector, Forța de greutate, Forța elastică, Forța de frecare), sunt comparate trei abordări constructiviste: învățarea pe bază de proiect, învățarea prin metoda cercetării (IBSE) și teoria învățării și predării vizibile (IPV). Cele trei strategii diferă prin gradul de libertate acordat elevului și prin natura legăturii inverse elev-profesor: proiectul didactic clasic urmează o matrice logică generală (obiective, resurse, activități, rezultate, impact), în timp ce proiectul IBSE impune, suplimentar, o structură investigativă explicită, pornind de la o întrebare inițială și avansând prin ipoteză, experiment și generalizare (Tabelul 7).

**Tabelul 7. Matricea logică comparativă a proiectului didactic „Forța de greutate”:
abordare clasică pe bază de proiect vs. abordare IBSE**

	Proiect didactic clasic	Proiect IBSE
Activitate centrală	Formarea ideilor proprii, susținerea cercetării în cadrul lucrării de laborator	Întrebare inițială, formularea și verificarea ipotezei, elaborarea modelului
Rolul elevului	Cercetare individuală și de grup, dezbateri colective	Emiteră ipotezei, experiment ghidat, analiza datelor proprii
Impact	Formarea competențelor-cheie	Formarea competențelor de analiză, a vocabularului științific și de comunicare

Conform teoriei predării și învățării vizibile, cea mai puternică strategie didactică nu ține de forma exterioară a metodei, ci de calitatea legăturii inverse elev-profesor: o predare bazată pe feedback constant atinge o mărime a efectului de 1,2, față de doar 0,4 la predarea convențională, ceea ce triplează succesul academic al elevilor [41]. Strategia IBSE se încadrează în această direcție, întrucât fiecare etapă a ciclului investigativ, de la formularea ipotezei până la dezbaterile rezultatelor, presupune un schimb constant de întrebări și răspunsuri între elev și profesor.

Aplicarea concretă a acestor principii este ilustrată printr-o lecție structurată pe modelul ciclic Evocare – Formularea ipotezelor – Verificarea ipotezelor – Discutarea rezultatelor – Reflecția [13], organizare consonantă cu direcția metodologică promovată de Davidenko și Bocancea [28] pentru proiectele STEM/STEAM la fizică. Lecția pornește de la întrebarea-problemă „Ce s-ar întâmpla dacă nu ar exista forța de greutate?”, elevii formulând ipoteze proprii pe care le verifică experimental, măsurând forța de greutate a diferitelor mase cu ajutorul dinamometrului și reprezentând grafic relația obținută. Din aceste date, elevii descoperă singuri relația de proporționalitate directă $G = mg$, precum și distincția dintre forța de greutate și pondere, fără ca profesorul să ofere direct răspunsul.

Rolurile complementare ale profesorului, ca facilitator al descoperirii, și ale elevilor, ca cercetători activi, pe parcursul celor cinci etape ale lecției, sunt sintetizate în Tabelul 8.

Tabelul 8. Acțiunile profesorului și ale elevilor în cadrul lecției constructiviste IBSE

Etapa lecției	Acțiunile profesorului	Acțiunile elevilor
Evocarea	Formulează întrebarea-problemă, facilitează discuția, fără a defini conceptele	Formulează concepții proprii despre forța de greutate
Formularea ipotezelor	Notează ipotezele, ghidează clarificarea termenilor	Formulează și argumentează o ipoteză de lucru
Experimentul	Observă activ, ghidează prin întrebări, fără a valida direct	Măsoară, colectează date, reprezintă grafic relația G-m
Discutarea rezultatelor	Facilitează dialogul și generalizarea	Prezintă rezultatele, compară, formulează concluzii
Reflecția	Formulează întrebări metacognitive, oferă feedback	Se autoevaluează, reflectează asupra dificultăților

Prin acest demers, predarea temei Forța de greutate transformă lecția de fizică dintr-o transmitere de cunoștințe într-o experiență de descoperire personală, elevul devenind cercetător al propriilor idei.

Cercetarea teoretică prezentată în capitolul doi este dezvoltată pe larg în Calalb și Zelenschi [17], *Constructivismul în predarea fizicii*, Zelenschi și Calalb [66], *Aplicarea metodei Clasa Inversată la predarea capitolului Echilibrul de rotație din cursul de fizică de clasa a VII-a*, Calalb și Zelenschi [19], *Metode constructiviste de predare a interacțiunilor în clasa VII. Analiză comparativă*.

Capitolul 3, Analiza și validarea abordărilor constructiviste în învățarea fizicii, are un caracter analitic și empiric, valorificând instrumentele conceptuale și metodologice dezvoltate în capitolele anterioare. Capitolul urmărește trei direcții complementare: analiza cadrului curricular național din perspectiva dimensiunilor constructiviste ale învățării, construirea cunoașterii științifice în fizica modernă și analiza empirică a rezultatelor academice obținute în contextul aplicării abordărilor constructiviste. Pornind de la examinarea modului în care documentele curriculare transpun principiile constructiviste de la nivel conceptual la practica didactică, capitolul avansează spre conținuturi de fizică modernă cu potențial constructivist deosebit, precum astrofizica, pentru a ajunge, în final, la analiza statistică a rezultatelor unor investigații empirice complementare realizate la niveluri diferite de școlaritate.

Subcapitolul 3.1 analizează modul în care patru dimensiuni constructiviste, statutul elevului, construirea cunoașterii, interacțiunea și argumentarea, respectiv rolul profesorului, sunt reflectate în cele trei documente care reglementează predarea fizicii în Republica Moldova: Concepția, Curriculumul și Ghidul de implementare a disciplinei „Fizică. Astronomie”. Analiza pornește de la constatarea că aceste trei documente operează la niveluri diferite de organizare curriculară, unul formulând sensul și direcția, altul structurând conținuturile și competențele, iar cel de-al treilea propunând modalități concrete de lucru, distincție care poate fi înțeleasă în termenii modelului ce separă dimensiunile conceptuale, structurale și procesuale ale curriculumului [37]. Cercetarea urmărește dacă și cum principiile constructiviste, prezente la nivel declarativ, devin operaționale în practica didactică reală.

Analiza celor patru dimensiuni arată un tipar constant: statutul elevului ca subiect activ al învățării și construirea cunoașterii prin experiență, investigație și modelare își păstrează relativ coerența pe parcursul celor trei documente, fiind prezente în Concepție la nivel conceptual, în Curriculum ca structură dedusă din competențe, iar în Ghid ca acțiuni concrete. În schimb, interacțiunea, argumentarea și rolul profesorului se reduc semnificativ la nivelul Curriculumului, unde apar mai ales implicit, fiind recuperate parțial în Ghid prin strategii și

forme de organizare, fără o explicitare consecventă în toate cele trei documente. Această distribuție inegală a celor patru dimensiuni pe cele trei niveluri de explicitare este sintetizată comparativ în Tabelul 9.

Tabelul 9. Reflectarea dimensiunilor constructiviste în documentele curriculare

Dimensiune constructivistă	Concepția (nivel conceptual)	Curriculum (nivel structural)	Ghid (nivel operațional)
Statutul elevului și natura învățării	Elev activ; învățare ca construire și utilizare a cunoașterii	Elev ca agent al rezolvării de probleme, statut dedus din competențe	Elev activ în acțiune, colaborare, autoreglare
Construirea cunoașterii	Observație, experiment, ipoteză, modelare	Explorare, interpretare, aplicare; investigație integrată	Investigații, experimente, modele, inclusiv digitale
Interacțiune, argumentare, comunicare	Argumentare și comunicare ca validare a cunoașterii	Comunicare integrată în competențe, interacțiune implicită	Dezbateri, colaborare, prezentare, argumentare explicită
Rolul profesorului	Facilitator, mentor, designer de contexte	Organizator al situațiilor și progresiei, rol dedus din structură	Ghidare, organizare, adaptare, rol definit prin acțiuni

Diferențele nu țin de conținutul ideilor constructiviste, prezente în toate cele trei documente, ci de gradul lor de explicitare și de nivelul la care devin efectiv aplicabile în practica educațională. Cadrul curricular funcționează astfel ca un sistem de documente interdependente, în care coerența nu rezultă dintr-un model explicit comun, ci din corespondențele parțiale dintre nivelurile de proiectare și implementare [6].

Subcapitolul 3.2 examinează potențialul constructivist al conținuturilor de fizică modernă, precum găurile negre și undele gravitaționale, și propune un cadru de organizare a lecției prin care aceste conținuturi, inaccesibile observației directe, pot fi totuși construite conceptual de către elev. Fenomene precum găurile negre și undele gravitaționale nu pot fi observate direct și nu pot fi reproduse experimental în sala de clasă, ceea ce le conferă un specific epistemic aparte: înțelegerea lor se construiește prin urmărirea etapelor evolutive, prin interpretarea relațiilor fizice și prin explicarea efectelor produse, nu prin percepție directă. Formarea unei găuri negre este urmărită parcurgând etapele evoluției stelare, de la secvența principală, prin faza de gigantă roșie, până la explozia de supernovă, colapsul gravitațional producând o gaură neagră doar dacă masa nucleului rămas depășește 2,5-3 mase solare (limita Tolman-Oppenheimer-Volkoff); sub acest prag, steaua devine o stea neutronică sau o pitică albă. Cele două proprietăți fundamentale ale unei găuri negre, raza Schwarzschild și densitatea, sunt exemplificate numeric pentru un caz concret (o gaură neagră de trei mase solare), iar

exemplele Sagittarius A*, din centrul Căii Lactee, și cea mai apropiată gaură neagră cunoscută, din sistemul HR 6819, sunt ilustrate în Figura 6.



Figura 6. Cea mai apropiată gaură neagră, marcată cu un cerc roșu

Undele gravitaționale, prezise de Einstein în 1916, sunt descrise prin relații care leagă amplitudinea și frecvența lor de masele corpurilor implicate, prima lor detectare directă, din 2015, fiind recunoscută prin Premiul Nobel în 2017 [1]. Principiul de funcționare al interferometrului LIGO, capabil să detecteze variații ale lungimii brațelor sale de ordinul 10^{-18} m, mult mai mici decât diametrul unui proton, este ilustrat în Figura 7, alături de rețeaua internațională de observatoare similare (GEO600, LIGO India, VIRGO, KAGRA), care sporesc capacitatea globală de detecție.

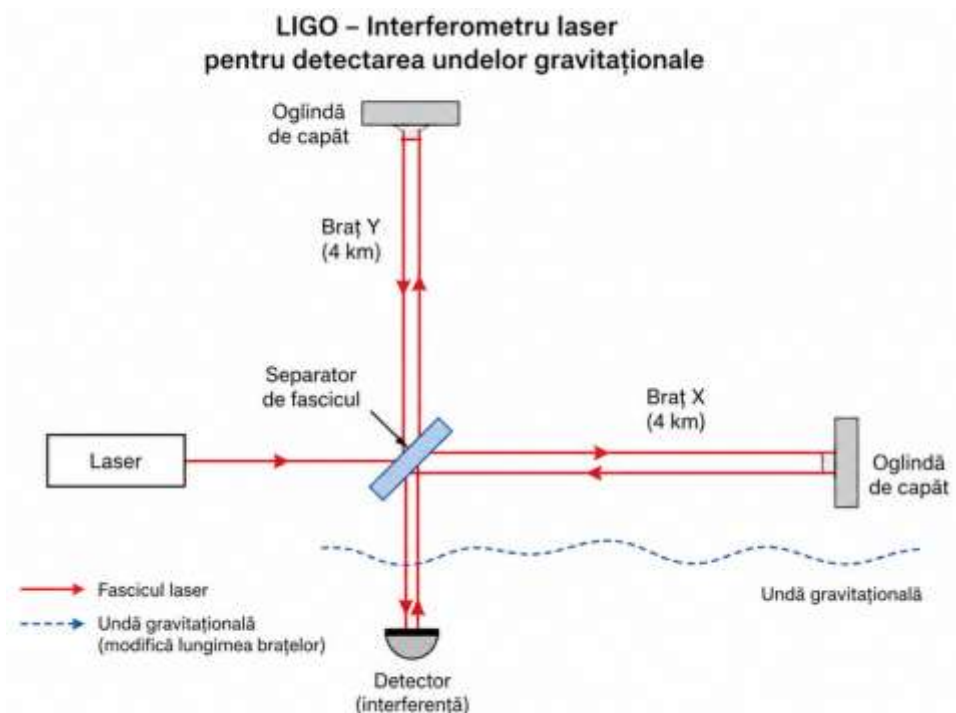


Figura 7. Principiul de funcționare LIGO

Deoarece elevul nu poate verifica direct aceste fenomene, organizarea învățării devine esențială: procesul poate fi descris ca o trecere treptată de la implicarea directă a elevului în activitate, prin sarcini concrete, către autonomie, sprijinită temporar de eșafodajul oferit de profesor prin întrebări, explicații parțiale și corecții succesive, sprijin care se reduce pe măsură ce înțelegerea se consolidează (vezi Figura 8).



Figura 8. Structura constructivistă a învățării și rolul eșafodajului în lecția de fizică

Această organizare este concretizată printr-un set de principii de organizare a lecției bazate pe cercetare ghidată de profesor, sintetizate în Figura 9, care arată cum implicarea elevilor în formularea întrebărilor, elaborarea ipotezelor și construirea explicațiilor reprezintă nu doar o strategie didactică, ci expresia funcțională a constructivismului în activitatea de învățare.



Figura 9. Principiile de bază de organizare a învățării prin cercetare ghidate de profesor

Astfel, fizica modernă devine, prin propria ei natură epistemică, un teren propice pentru demersul constructivist: elevul nu primește conceptele gata formulate, ci le reconstruiește pas cu pas, ghidat de profesor, exact ca în cazul conținuturilor clasice ale programei.

Subcapitolul 3.3 analizează empiric rezultatele academice obținute în contextul aplicării abordărilor constructiviste și examinează separat relația dintre performanța la lucrarea de laborator și rezultatele evaluării sumative la studierea Electrocineticii. Prima investigație a fost realizată pe parcursul anului școlar 2023–2024, la Liceul Teoretic „Hyperion” din Chișinău, pe un eșantion de 195 de elevi din clasele a VI-a (93 de elevi), a VIII-a (72 de elevi) și a X-a (30 de elevi), în condițiile aplicării unui program integrat de predare bazat pe modelul 5E, Clasa Inversată și Abordarea timpurie a fizicii.

Tabelul 10. Obiectivele, întrebările și ipotezele cercetării

Obiectiv	Ipoteza de cercetare
Analiza performanței academice în contextul aplicării integrate a strategiilor constructiviste la diferite niveluri de școlaritate	Aplicarea integrată a strategiilor constructiviste este asociată cu rezultate academice favorabile la nivelurile de școlaritate analizate.
Determinarea corelației laborator-evaluare	Există o corelație pozitivă semnificativă între notele de laborator și cele de evaluare sumativă
Evidențierea diferențelor de gen	Există diferențe de performanță între băieți și fete, care se atenuează odată cu vârsta

Rezultatele susțin primele două ipoteze, iar ipoteza privind diferențele de gen este susținută parțial. Compararea cohortelor de la nivelurile investigate indică valori mai ridicate ale performanței academice în clasele a VIII-a și a X-a decât în clasa a VI-a, media notelor la lucrările de laborator urcând de la 7,11 la 8,27, iar calitatea academică (procentul de note peste 8) de la 17,2% la 43,06% în clasa a VIII-a. Corelația Pearson dintre notele de laborator și cele de evaluare sumativă este pozitivă și semnificativă statistic în toate cele trei clase, atingând valoarea maximă în clasa a VIII-a ($r = 0,836$; $p < 0,001$), unde analiza de regresie liniară arată că 69,8% din variabilitatea notelor de evaluare este explicată de performanța la laborator (Tabelul 11, Figura 11).

Tabelul 11. Corelațiile Pearson între lucrările de laborator și evaluările sumative

Clasa	Pearson r	R^2 (variabilitate explicată)
a VI-a	0,747	55,8%
a VIII-a	0,836	69,8%
a X-a	0,656	43,1%

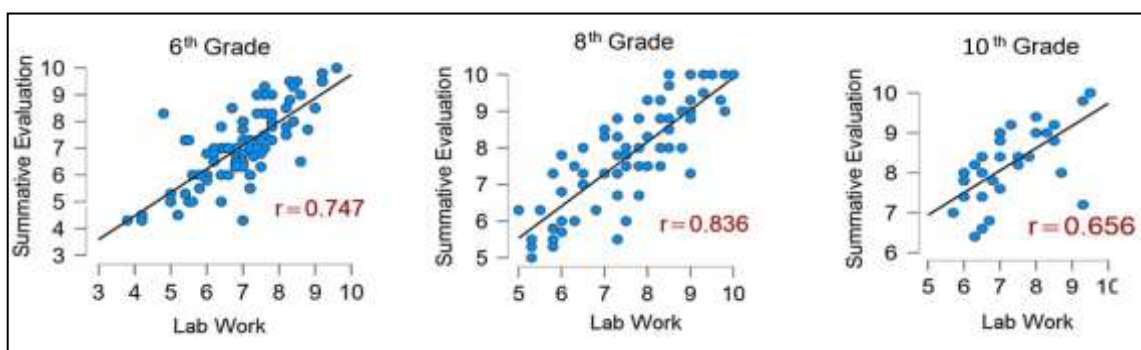


Figura 11. Diagrama de dispersie pentru corelația dintre rezultatele evaluării sumative și notele la lucrul de laborator

Analiza suplimentară a relației dintre absențe și succesul academic (Figura 12) arată o scădere ușoară a rezultatelor odată cu creșterea numărului absențelor, confirmând indirect rolul prezenței constante la orele de laborator în consolidarea înțelegerii conceptuale.

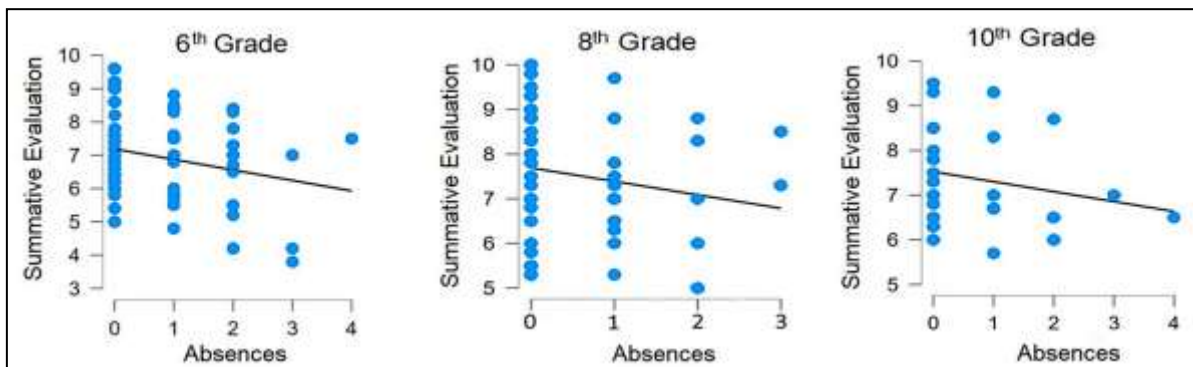


Figura 12. Diagrama de dispersie pentru corelația dintre notele de la evaluarea sumativă și absențe

Diferențele de performanță în funcție de gen au fost verificate prin testul t Student, aplicat separat pentru notele de laborator și cele de evaluare sumativă, în fiecare dintre cele trei clase (Tabelul 12).

Tabelul 12. Testul t Student pentru diferențe de gen

Clasa	Indicator	t	df	p
a VI-a	Evaluare sumativă	2,877	91	0,005
	Lucrare de laborator	1,789	91	0,077
a VIII-a	Evaluare sumativă	1,478	70	0,144
	Lucrare de laborator	2,529	70	0,014
a X-a	Evaluare sumativă	-0,223	28	0,825
	Lucrare de laborator	0,185	28	0,854

Datele arată o diferență semnificativă statistic ($p < 0,05$) la evaluarea sumativă în clasa a VI-a și la lucrarea de laborator în clasa a VIII-a, în ambele cazuri în favoarea fetelor, în timp ce pentru celelalte patru situații diferența nu atinge pragul de semnificație statistică. În clasa a X-a, niciuna dintre cele două diferențe nu este semnificativă, iar valoarea negativă a coeficientului t la evaluarea sumativă indică un avantaj nesemnificativ al băieților. Rezultatele susțin, deși parțial și nu uniform pe toți indicatorii, tendința de atenuare a diferențelor de gen odată cu trecerea de la gimnaziu la liceu.

O a doua investigație empirică, desfășurată pe un eșantion de 98 de elevi de clasa a VIII-a (58 fete, 40 băieți), a analizat impactul specific al lucrării de laborator „Determinarea puterii unui bec electric” asupra evaluării sumative la capitolul „Fenomene electrice”. Calitatea concluziei formulate de elev în raportul de laborator, notată pe o scară de la 0 la 3 puncte, s-a

dovedit un predictor statistic puternic al notei la evaluarea sumativă, explicând aproximativ 35,7% din variabilitatea rezultatelor (**Figura 13**).

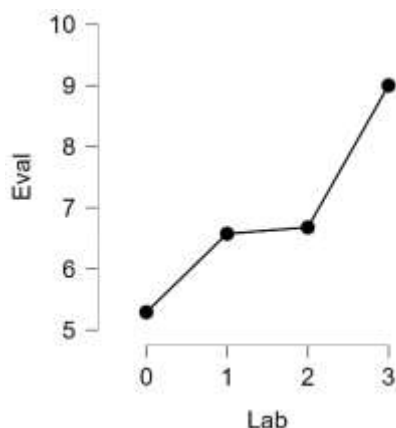


Figura 13. Corelarea între notele de la evaluare și punctajul de la laborator

Analiza diferențiată pe gen, realizată și pentru acest eșantion distinct, este ilustrată separat pentru rezultatele evaluării (Figura 14) și pentru cele ale lucrării de laborator (Figura 15), confirmând un tipar compatibil cu cel observat în investigația precedentă: performanța fetelor și a băieților rămâne comparabilă, fără diferențe substanțiale la acest nivel de vârstă.

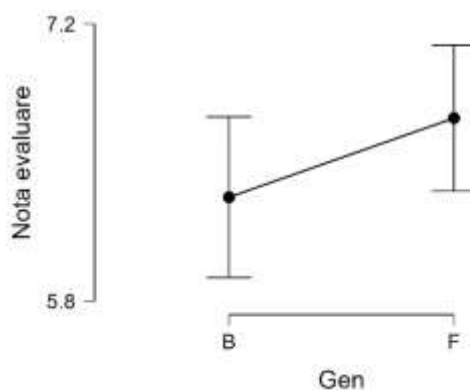


Figura 14. Corelarea de gen pentru notele obținute la evaluare

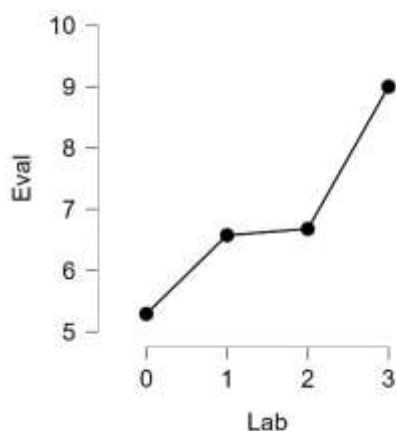


Figura 15. Corelarea de gen pentru notele obținute la lucrarea de laborator

Rezultatul confirmă, pe un capitol distinct al programei, aceeași relație observată la nivelul întregului eșantion: activitatea de laborator explică 35,7% din variabilitatea notelor la evaluarea sumativă, accentuând concluzia că performanța la laborator este un predictor consistent al succesului academic al elevului, consolidând, într-un context tematic distinct, relația dintre performanța la laborator și rezultatele evaluării sumative.

Rezultatele capitolului trei sunt reflectate în lucrările Zelenschi [65], *Premise constructiviste în noua concepție a disciplinei Fizică și Astronomie*, Calalb, Dabija și Zelenschi [15], *Integrating Black Holes and Gravitational Waves into School Physics*, Calalb și Zelenschi [21], *The Effects of Constructivist Physics Lessons and Laboratories on Students' Academic Success*, și Calalb și Zelenschi [18], *Impactul lucrărilor de laborator asupra rezultatelor evaluării sumative la studierea Electrocineticii în cl. a VIII-a*.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Concluzii generale

1. Demersul teoretico-didactic dezvoltat în capitolul „Aspecte teoretico-didactice ale constructivismului în predarea fizicii” a pus în evidență, la nivelul mecanismelor fundamentale ale învățării, că înțelegerea conceptuală nu rezultă din „transmiterea pasivă a cunoștințelor”, ci se constituie exclusiv în condițiile implicării elevului în procese de „gândire, comparație, explicare și confruntare a propriilor idei”, ceea ce confirmă caracterul activ, constructiv și dependent de experiență, interacțiune și reflecție al cunoașterii.
2. Cercetarea evoluției paradigmelor educaționale, realizată în același cadru teoretico-didactic, a evidențiat că dezvoltarea predării fizicii urmează o logică de acumulare în care „fiecare etapă conține caracteristicile etapelor precedente”, fiind configurată o relație structurală între paradigme și formele de predare, de la „observarea empirică” și „observarea fenomenologică” până la „laboratorul școlar” și strategiile constructiviste bazate pe învățare activă, colaborare și investigare.
3. Modelarea didactică efectuată în capitol a condus la construirea unei scări a paradigmelor educaționale, diferențiate prin mărimea efectului asupra învățării, în care se evidențiază trecerea de la învățarea prin acțiune cu un efect de aproximativ 0,35, la învățarea prin înțelegere cu un efect de circa 0,80 și până la învățarea prin asumarea obiectivelor cognitive, cu valori cuprinse între 0,80 și 1,30, diferențele fiind explicate prin nivelul de implicare cognitivă și complexitatea comunicării didactice.
4. Analiza rolului feedbackului, realizată în cadrul paradigmei predării și învățării vizibile, a demonstrat existența unei relații proporționale între nivelul feedbackului și succesul academic al elevilor, această relație fiind susținută de valorile efectului asociate strategiilor didactice: evaluarea formativă – 0,48, dezbaterile ghidate – 0,82 și cunoașterea modului în care elevii au înțeles mesajul profesorului – 1,29, ceea ce confirmă faptul că învățarea eficientă este dependentă de existența unei comunicări bidirecționale permanente.
5. Investigarea proceselor cognitive implicate în învățarea fizicii a condus la identificarea unui nucleu funcțional al înțelegerii conceptuale, definit prin interdependența dintre „efortul cognitiv al elevului”, „cunoștințele preexistente” și „metacogniția”, aceasta din urmă având rol determinant în autoreglarea și aprofundarea învățării, ceea ce confirmă că înțelegerea se constituie ca proces intern, construit progresiv pe baza structurilor cognitive existente.
6. Explorarea cadrului teoretico-didactic al aplicării constructivismului a arătat că acesta devine operațional doar prin integrarea coerentă a structurilor fundamentale ale învățării,

respectiv modelul 5E, activitatea de laborator organizată ca proces de cercetare și principiile „Nature of Science”, în condițiile în care „feedback-ul este prezent în fiecare fază a lecției”, iar elevii parcurg procese autentice de investigare, de la formularea ipotezelor până la construirea modelelor explicative, ceea ce transformă lecția de fizică într-un spațiu de construire progresivă a cunoașterii.

7. Capitolul „Baze metodologice ale aplicării constructivismului în predarea fizicii” configurează proiectarea didactică a învățării fizicii ca organizare intenționată a activității elevului în jurul reconstrucției conceptuale, al efortului cognitiv activ și al rezistenței structurilor cognitive la schimbare, aceste principii fiind transpuse metodologic prin valorificarea cunoștințelor anterioare și utilizarea întrebărilor didactice care stimulează gândirea elevilor.

8. Cercetarea cadrului metodologic al predării constructiviste a evidențiat utilizarea caracterului multidimensional al cunoașterii, prin integrarea dimensiunilor conceptuală, procedurală și axiologică în proiectarea lecției, această integrare fiind realizată prin corelarea obiectivelor, activităților și rezultatelor în structuri de tip matrice logică și prin orientarea demersului didactic spre aplicarea practică a cunoștințelor în contexte variate.

9. La nivelul organizării învățării, metacogniția se configurează ca instrument metodologic explicit, integrat în structura lecției prin activități de monitorizare, reflecție și autoevaluare, care permit reglarea continuă a procesului de învățare și adaptarea strategiilor elevilor în raport cu sarcinile propuse.

10. Analiza organizării activităților didactice a condus la evidențierea colaborării ca formă de structurare a acțiunii didactice, lecția fiind construită pe lucrul în grup, dezbateri și interacțiuni, în care elevii formulează ipoteze, discută rezultate și construiesc colectiv cunoașterea, iar profesorul organizează și ghidează acest proces.

11. Examinarea modelelor și strategiilor didactice a arătat că predarea constructivistă se realizează printr-un ansamblu coerent de structuri metodologice, în care modelul 5E organizează progresiv activitățile de învățare prin fazele de implicare, explorare, explicare, elaborare și evaluare, iar strategiile precum învățarea prin cercetare, învățarea pe bază de proiect, învățarea problematizată, explorarea, reflecția și utilizarea simulărilor reprezintă forme distincte de organizare a acțiunii cognitive a elevilor.

12. Analiza organizării lecției de fizică în modele constructiviste a evidențiat modalități diferite de structurare a demersului didactic, în care modelul Clasei Inversate reorganizează distribuția activităților între studiul individual și activitatea din clasă, iar datele prezentate în cadrul aplicării indică valori precum 96% pentru nivelul de realizare în clasa experimentală

comparativ cu 65% în clasa de control, o creștere a notei medii cu 6% față de 5% și o mărime a efectului $d = 0,49$, în timp ce modelul ciclic IBSE structurează lecția prin corelarea etapelor de evocare, formulare a ipotezelor, verificare, interpretare și reflecție cu acțiunile profesorului și ale elevilor, diferențele dintre modele fiind determinate de nivelul autonomiei elevului, gradul de structurare a activităților și rolul feedbackului.

13. Capitolul „Analiza și validarea abordărilor constructiviste în învățarea fizicii” evidențiază că distribuția și funcționarea constructivismului în cadrul curricular se realizează nu ca model didactic explicit, ci ca sistem diferențiat între nivelurile conceptual, structural și operațional, în care dimensiunile constructiviste sunt prezente coerent, dar formulate neuniform și distribuite între Concepție, Curriculum și Ghid, astfel încât funcționarea lor efectivă devine dependentă de transpunerea didactică, iar dimensiuni precum statutul elevului, interacțiunea, argumentarea și rolul profesorului suferă pierderi diferențiate în procesul de implementare, ceea ce explică caracterul parțial și instabil al aplicării constructivismului în practică.

14. Cercetarea a arătat că specificul epistemic al conținuturilor de fizică modernă și consecințele asupra învățării determină o reconfigurare profundă a modului de construire a înțelegerii, în condițiile în care fenomenele analizate nu sunt accesibile observației directe și nu pot fi verificate experimental în mod obișnuit. În acest context, învățarea se realizează prin modelare, interpretarea relațiilor fizice și corelarea mărimilor, iar conceptele fundamentale sunt integrate în explicații complexe, ceea ce extinde activitatea experimentală spre analiza datelor și interpretarea modelelor și transformă constructivismul dintr-o opțiune didactică într-o condiție epistemică a înțelegerii.

15. Funcționarea concretă a învățării constructiviste în lecția de fizică este asigurată prin mecanisme precum eșafodajul, ghidarea prin întrebări și feedback și organizarea unei progresii de la activitate ghidată la activitate independentă, în care interacțiunea, autonomia și implicarea elevului sunt construite prin structurarea deliberată a activității, ceea ce evidențiază că eficiența învățării depinde de modul de integrare și susținere a acestor mecanisme în lecție.

16. Validarea empirică a relației dintre organizarea învățării și performanța academică se reflectă într-o evoluție sistematică a rezultatelor elevilor, în care media la laborator crește de la 7.11 în clasa a VI-a la 8.27 în clasa a X-a, iar media evaluărilor de la 7.00 la 7.38, concomitent cu creșterea procentului notelor peste 8 de la 17.2% la 43.06%. Aceste tendințe sunt susținute de corelații ridicate între performanța la laborator și rezultatele academice, cu valori ale coeficientului Pearson de $r = 0.747$, $r = 0.836$ și $r = 0.656$, precum și de modele de regresie care explică între 43.1% și 69.8% din variația performanței, evidențiind consistența relației dintre

performanța în activitățile de laborator, desfășurate în contextul organizării constructiviste a învățării, și rezultatele academice la nivelurile de școlaritate analizate.

17. În acest cadru, rezultatele obținute evidențiază manifestări diferențiate ale performanței academice în contextul organizării constructiviste a învățării. În studiul focalizat asupra Electrocineticii, performanța la lucrarea de laborator explică 35,7% din variația rezultatelor la evaluarea sumativă, iar elevii care nu au formulat corect concluzia lucrării au obținut o medie de aproximativ 5,29 la evaluare, comparativ cu aproximativ 9,00 în cazul elevilor care au formulat-o complet. În cohortele analizate, diferențele de gen identificate în gimnaziu nu se regăsesc statistic semnificativ la nivelul liceal, iar elevii cu performanță inițială ridicată prezintă un progres mai mare, de 23,5%, comparativ cu 12,6% pentru ceilalți elevi. Aceste rezultate, obținute în investigații empirice distincte, evidențiază consistența relației dintre activitatea elevului, organizarea constructivistă a învățării și performanța academică în contexte curriculare și la niveluri de școlaritate diferite.

Recomandări

La nivelul Ministerului Educației și Cercetării

1. Se recomandă revizuirea documentelor curriculare de fizică prin corelarea explicită a cerințelor privind activitatea elevului, organizarea învățării și evaluarea, astfel încât acestea să fie formulate coerent între Concepție, Curriculum și Ghid.
2. Se recomandă elaborarea unui cadru metodologic național unitar pentru predarea fizicii, care să stabilească repere comune privind proiectarea didactică, utilizarea evaluării formative și rolul feedback-ului în procesul de predare–învățare–evaluare.
3. Se recomandă instituirea unui sistem de monitorizare a implementării curriculumului, bazat pe analiza rezultatelor elevilor, care să permită corelarea deciziilor curriculare cu datele reale din practică și ajustarea periodică a documentelor oficiale.

La nivelul instituțiilor de cercetare

4. Se recomandă realizarea unor studii empirice care să stabilească, pe bază de date, relația dintre modul de organizare a activității didactice și rezultatele elevilor la fizică, utilizând indicatori măsurabili și comparabili.
5. Se recomandă elaborarea și validarea unor instrumente standardizate care să permită evaluarea progresului elevilor dincolo de rezultatele sumative, în vederea utilizării acestora în cercetare și în analiza sistemică a datelor educaționale.

La nivel de instituții de învățământ superior – formare inițială

6. Se recomandă includerea explicită a abordării constructiviste în formarea inițială a profesorilor de fizică, prin activități de proiectare didactică orientate spre organizarea învățării în jurul activității elevului și integrarea investigării în lecție.
7. Se recomandă organizarea practicii pedagogice astfel încât studenții să proiecteze și să desfășoare lecții pe baza principiilor constructiviste, urmate de analiză a modului de implicare a elevilor și a rezultatelor obținute.

La nivel de instituții de învățământ superior – formare continuă

8. Se recomandă organizarea programelor de formare continuă pentru profesorii de fizică centrate pe analiza și îmbunătățirea lecțiilor existente, prin aplicarea abordării constructiviste și corelarea modului de organizare a învățării cu rezultatele elevilor.

La nivelul instituțiilor de învățământ (școli)

9. Se recomandă organizarea procesului de predare la fizică astfel încât lecțiile să fie structurate în mod consecvent în jurul activității elevului, prin utilizarea sarcinilor de lucru care solicită explicarea, compararea și confruntarea ideilor, precum și prin integrarea activităților de investigare în desfășurarea lecției.
10. Se recomandă instituirea unor practici interne de analiză a rezultatelor elevilor la fizică, care să permită corelarea modului de organizare a învățării cu performanța obținută și ajustarea activităților didactice la nivelul clasei.

La nivelul comisiilor metodice

11. Se recomandă utilizarea unui cadru comun de analiză a lecțiilor de fizică, bazat pe criterii de orientare constructivistă, în vederea evaluării modului de implicare a elevilor și a organizării activităților de învățare.

La nivel de cadru didactic

12. Se recomandă proiectarea și desfășurarea lecțiilor de fizică pe baza principiilor constructiviste, prin organizarea activității elevului în sarcini care solicită explicarea, compararea și confruntarea ideilor.
13. Se recomandă utilizarea sistematică a feedback-ului bidirecțional pe parcursul lecției, în vederea reglării învățării și a corelării modului de lucru al elevilor cu rezultatele obținute.

BIBLIOGRAFIE

1. ABBOTT, B. P. et al. Observation of gravitational waves from a binary black hole merger. In: Physical Review Letters. 2016, 116(6), Article 061102. Disponibil: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.061102>
2. AKÇAYIR, G., AKÇAYIR, M. The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. In: Computers & Education. 2018, 126, 334-345. Disponibil: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>
3. BANDA, H. J., NZABAHIMANA, J. Effect of practical work in physics on students' academic achievement, conceptual understanding and science process skills: A systematic review. In: African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education. 2021, 25(3), 398-411. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/18117295.2021.1933408>
4. BARRON, B., SCHWARTZ, D. L., VYE, N. J., MOORE, A., PETROSINO, A., ZECH, L., BRANSFORD, J. D. Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. In: The Journal of the Learning Sciences. 1998, 7(3-4), 271-311. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672056>
5. BEATTY, I. D., GERACE, W. J. Technology-enhanced formative assessment: A research-based pedagogy for teaching science with classroom response technology. In: Journal of Science Education and Technology. 2009, 18(2), 146-162. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9140-4>
6. BÎRNAZ, N. Monitorizarea curriculumului prin prisma documentelor de politici curriculare în viziunea profesorilor de biologie. In: Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe ale educației). 2025, 5(185). Disponibil: [https://doi.org/10.59295/sum5\(185\)2025_09](https://doi.org/10.59295/sum5(185)2025_09)
7. BOCANCEA, V. Aspects of implementing STEM/STEAM projects in the study of physics in general education. In: Perspective interdisciplinare asupra predării și învățării științelor. CEP UPSC, 2025, pp. 93-98. Disponibil: <https://doi.org/10.46727/c.11-04-2025>
8. BOTGROS, I., FRANȚUZAN, L., BOCANCEA, V. Componentele paradigmei formării competenței de cunoaștere științifică în învățământul preuniversitar. In: Acta et Commentationes (Științe ale Educației). 2013, 1(2), 40-48.
9. BOTGROS, I., GORDIENCO, A., ȘARGAROVSKI, S. Proiectarea constructivistă - siguranță în eficientizarea procesului educațional la fizică. In: Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice: Științe exacte (Vol. 1). Universitatea de Stat din Tiraspol, 2018, pp. 141-146. Disponibil: https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/95132
10. BYBEE, R. W., TAYLOR, J. A., GARDNER, A., VAN SCOTTER, P., CARLSON, J., WESTBROOK, A., LANDES, N. The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. BSCS, 2006. Disponibil: https://bscs.org/wp-content/uploads/2022/01/bscs_5e_full_report-1.pdf
11. CALALB, M. Evaluation of the Moldovan concept of physics and astronomy as a school subject in light of modern science education. In: Culegerea de lucrări a

conferinței științifice internaționale Perspective interdisciplinare asupra cunoașterii, Chișinău, 8 mai 2026. CEP UPSC, 2026, pp. 82-100.

12. CALALB, M. Learning by being or assumption of cognitive goals. In: Studia Universitatis Moldaviae. Seria Științe ale Educației. 2020, 5(135), 49-54. Disponibil: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3967033>
13. CALALB, M. Pedagogia învățării prin investigație și impactul ei asupra deprinderilor de cercetare științifică și învățare pe tot parcursul vieții. In: Studia Universitatis Moldaviae, Seria Științe ale Educației. 2017, 5(105), 32-39. Disponibil: https://ojs.studiamsu.md/index.php/stiinte_educatiei/article/view/2252
14. CALALB, M. The constructivist principle of learning by being in physics teaching. In: Athens Journal of Education. 2023, 10(1), 139-152. Disponibil: <https://doi.org/10.30958/aje.10-1-8>
15. CALALB, M., DABIJA, V., **ZELENSCHI, I.** Integrating Black Holes and Gravitational Waves into School Physics. In: Învățare activă pentru dezvoltare durabilă, 15 noiembrie 2024, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: CEP UPS „I.Creangă”, 2024, pp. 34-44. ISBN 978-9975-46-989-0. <https://doi.org/10.46727/c.15-11-2024.p34-44>
16. CALALB, M., **ZELENSCHI, I.** Abordări constructiviste la lecția de fizică. In: Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice: Didactica științelor exacte, 26-27 februarie 2022, Chișinău. Chișinău: Tipografia Universității de Stat din Tiraspol, 2022, Vol. 1, pp. 264-268. ISBN 978-9975-76-382-0 https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p-264-268_1.pdf
17. CALALB, M., **ZELENSCHI, I.** Constructivismul în predarea fizicii. In: Acta et Commentationes, Sciences of Education, 2023, nr. 3(33), pp. 76-85. ISSN 1857-0623, E-ISSN 2587-3636. <https://doi.org/10.36120/2587-3636.v33i3.76-85>
18. CALALB, M., **ZELENSCHI, I.** Impactul lucrărilor de laborator asupra rezultatelor evaluării sumative la studierea electrocineticii în clasa a VIII-a. In: Perspective interdisciplinare asupra predării și învățării științelor, 25 aprilie 2024, Chișinău. Chișinău: CEP UPS „I. Creangă”, 2024, pp. 233-244. ISBN 978-9975-46-933-3. <https://doi.org/10.46727/c.25-04-2024.p233-244>
19. CALALB, M., **ZELENSCHI, I.** Metode constructiviste de predare a interacțiunilor în clasa VII. Analiză comparativă. In: Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale, (concept STEAM), Ediția a 2-a, 28-29 octombrie 2022, Chișinău. Tipografia UST, 2022, Ediția a 2-a, pp. 388-393. ISBN 978-9975-76-411-7. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/388-393_3.pdf
20. CALALB, M., **ZELENSCHI, I.** Modele de medii constructiviste de învățare a fizicii. In: Science and education: new approaches and perspectives, Ed. 25, 24-25 martie 2023, Chișinău. Chișinău: CEP UPSC, 2023, Seria 25, Vol.3, pp. 346-352. ISBN 978-9975-46-787-2. <https://doi.org/10.46727/c.v3.24-25-03-2023.p346-352>
21. CALALB, M., **ZELENSCHI, I.** The Effects of Constructivist Physics Lessons and Laboratories on Students' Academic Success. In: Acta Didactica Napocensia, 2024, nr. 17(2), pp. 99-111, <https://doi.org/10.24193/adn.17.2.8>

22. CELAC, V. Valorizarea instrumentelor de învățare cognitiv-constructivistă în procesul de formare a competențelor elevilor. In: Tradiție și inovație în educație: Învățământul general: Tradiție și inovație (Vol. 1). Universitatea de Stat din Tiraspol, 2019, pp. 192-201.
23. CESCHI, A., PERINI, M., SCALCO, A., PENTASSUGLIA, M., RIGHETTI, E., CAPUTO, B. Foster employability and fight social exclusion through the development of lifelong learning key competences: Reviewing twenty years of lifelong learning policies. In: European Journal of Training and Development. 2021, 45(6/7), 475-511. Disponibil: <https://doi.org/10.1108/EJTD-07-2019-0126>
24. CIASCAI, L., coord. Model ciclic de predare-învățare bazat pe investigație. Cluj-Napoca: Presa Universitară Clujeană, 2016. Disponibil: <https://ceae.ro/wp-content/uploads/2017/05/Fundamentarea-abordarii.pdf>
25. CONSILIUL UNIUNII EUROPENE. Recomandarea Consiliului din 22 mai 2018 privind competențele cheie pentru învățarea pe tot parcursul vieții (2018/C 189/01). In: Jurnalul Oficial al Uniunii Europene. 2018, C189, pp. 1-13. Disponibil: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX:32018H0604(01))
26. CONSILIUL UNIUNII EUROPENE. Rezoluția Consiliului privind cadrul strategic pentru cooperarea europeană în domeniul educației și formării în direcția realizării și dezvoltării în continuare a Spațiului european al educației (2021-2030) (2021/C 66/01). In: Jurnalul Oficial al Uniunii Europene. 2021, C66, pp. 1-21. Disponibil: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021G0226\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021G0226(01))
27. CRISTEA, S. Educația pentru transformare. In: Didactica Pro.... 2025, 3-4(151-152), 94-96. Disponibil: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16944923>
28. DAVIDENKO, A., BOCANCEA, V. Proiecte STEM/STEAM la fizică. Ghid metodic. Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova, Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare, Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”. – Chișinău : S. n., 2022 (CEP UPSC). – 62p.
29. DESLAURIERS, L., SCHELEW, E., WIEMAN, C. Improved learning in a large-enrollment physics class. In: Science. 2011, 332(6031), 862-864. Disponibil: <https://doi.org/10.1126/science.1201783>
30. EUROPEAN COMMISSION. Boosting STEM participation in tertiary education: A persistent challenge across Europe. European Education Area, 2026. Disponibil: <https://education.ec.europa.eu/resources-and-tools/data-and-analysis-on-education-and-skills/key-trends-in-education/stem-in-tertiary-education>
31. FENSHAM, P. J. Defining an identity: The evolution of science education as a field of research. Springer, 2004.
32. FLORIAN, G., STOENESCU, G. Didactica fizicii (Ed. a III-a, revizuită). București: Editura Didactică și Pedagogică, 2020.
33. FRANȚUZAN, L. Învățarea transformatoare - dimensiune a calității și eficienței procesului educațional la educația științifică (Biologie, Fizică, Chimie). In: Didactica Pro.... 2018, 3(109), 44-47. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/44-47_8.pdf

34. GARCIA I GRAU, F., VALLS, C., PIQUÉ, N., RUIZ-MARTÍN, H. Long-term effects of introducing the 5E instructional model on students' conceptual learning. In: International Journal of Science Education. 2021, 43(9), 1441-1458. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1918354>
35. GATCH, D. Restructuring introductory physics by adapting an active learning studio model. In: International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning. 2010, 4(2), Article 14. Disponibil: <https://doi.org/10.20429/ijsofl.2010.040214>
36. GIL-PÉREZ, D., GUIASOLA, J., MORENO, A., CACHAPUZ, A., PESSOA DE CARVALHO, A. M., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., SALINAS, J., VALDÉS, P., GONZÁLEZ, E., GENÉ, A., DUMAS-CARRÉ, A., TRICÁRICO, H., GALLEGÓ, R. Defending constructivism in science education. In: Science & Education. 2002, 11(6), 557-571. Disponibil: <https://doi.org/10.1023/A:1019639316456>
37. GUȚU, V., BOLIEV, V. Evaluarea curriculară – evaluarea curriculumului: concept și metodologie. In: Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe ale Educației). 2025, 5(185), 8-16. Disponibil: [https://doi.org/10.59295/sum5\(185\)2025_01](https://doi.org/10.59295/sum5(185)2025_01)
38. HADÎRCĂ, M., ȚÎBULEAC, A. Tendințe globale în educație și impactul lor asupra dezvoltării învățământului din Republica Moldova. In: Acta et Commentationes (Științe ale Educației). 2021, 1(23), 97-105. Disponibil: <https://doi.org/10.36120/2587-3636.v23i1.97-105>
39. HARLEN, W. Taking inquiry-based science education into secondary education. International Academy of Education Science Education Programme, 2010. Disponibil: <https://www.ase.org.uk/bigideas>
40. HATTIE, J. A. C. Hattie's 2017 updated list of factors influencing student achievement. Visible Learning Plus, 2017.
41. HATTIE, J. A. C. Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge, 2008. Disponibil: <https://doi.org/10.4324/9780203887332>
42. HATTIE, J. A. C., DONOGHUE, G. M. Learning strategies: A synthesis and conceptual model. In: npj Science of Learning. 2016, 1, Article 16013. Disponibil: <https://doi.org/10.1038/npjscilearn.2016.13>
43. JOHNSON, D. W., JOHNSON, R. T. Cooperation and competition: Theory and research. Interaction Book Company, 1989.
44. JOIȚA, E., coord. Profesorul și alternativa constructivistă a instruirii: Material suport pedagogic pentru studenții viitori profesori (II). Craiova: Universitatea din Craiova, 2007. Disponibil: [http://cis01.central.ucv.ro/DPPD/profesorul%20 si alternativa constructivista a instruirii.pdf](http://cis01.central.ucv.ro/DPPD/profesorul%20si%20alternativa%20constructivista%20a%20instruirii.pdf)
45. KALENDER, Z. Y., STUMP, E., HUBENIG, K., HOLMES, N. G. Restructuring physics labs to cultivate sense of student agency. In: Physical Review Physics Education Research. 2021, 17(2), Article 020128. Disponibil: <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020128>

46. KUHN, T. S. The structure of scientific revolutions. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1962.
47. MCDERMOTT, L. C. Physics education research: The key to student learning. In: American Journal of Physics. 2001, 69(11), 1127-1137. Disponibil: <https://doi.org/10.1119/1.1389280>
48. MELTZER, D. E., THORNTON, R. K. Resource letter ALIP-1: Active-learning instruction in physics. In: American Journal of Physics. 2012, 80(6), 478-496. Disponibil: <https://doi.org/10.1119/1.3678299>
49. MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA. Concepția disciplinei școlare Fizică. Astronomie. 2026. Disponibil: <https://drive.google.com/file/d/1IR8-8kuyAIHtXKSnOhS4-6CjOHafZTDi/view>
50. NAILS, D. The people of Plato: A prosopography of Plato and other Socratics. Indianapolis, IN: Hackett Publishing, 2002.
51. NIKAJ, K., GEGA, E., GUZINA, M., IFTI, M. The dynamics of physics student enrollment: A comparative study of Albanian and European universities over the last 20 years. In: The Paris Conference on Education 2025 Official Conference Proceedings. 2025, pp. 909-916. Disponibil: <https://doi.org/10.22492/issn.2758-0962.2025.71>
52. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Future of Education and skills 2030: OECD learning compass 2030. Paris: OECD Publishing, 2019. Disponibil: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/concept-notes/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf
53. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). PISA 2025 science framework (Draft). Paris: OECD Publishing, 2023. Disponibil: https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf
54. PERKINS, D. Technology meets constructivism. In: Educational Technology. 1991, 31(9), 19-21.
55. PÎRVU, I., CUCOȘ, C. Actualitatea concepției despre educație a Sfântului Ioan Gură de Aur. In: Revista de Pedagogie. 2023, 71(1), 261-284. Disponibil: <https://doi.org/10.26755/RevPed/2023.1/261>
56. REDISH, E. F., SAUL, J. M., STEINBERG, R. N. On the effectiveness of active-engagement microcomputer-based laboratories. In: American Journal of Physics. 1997, 65(1), 45-54. Disponibil: <https://doi.org/10.1119/1.18498>
57. RODRIGUEZ, L. V., et al. Designing inquiry-based learning environments for quantum physics education in secondary schools. In: Physics Education. 2020, 55(6), Article 065026.
58. RUDOLPH, J. L. How we teach science: What's changed, and why it matters. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2019. Disponibil: <https://doi.org/10.4159/9780674240377>

59. SCHMIDT, J. A., ROSENBERG, J. M., BEYMER, P. N. A person-in-context approach to student engagement in science: Examining learning activities and choice. In: Journal of Research in Science Teaching. 2018, 55(1), 19-43.
60. STEIDTMANN, L., KLEICKMANN, T., STEFFENSKY, M. Declining interest in science in lower secondary school classes: Quasi-experimental and longitudinal evidence on the role of teaching and teaching quality. In: Journal of Research in Science Teaching. 2023, 60(1), pp. 164-195. Disponibil: <https://doi.org/10.1002/tea.21794>
61. UWAMAHORO, J., UWORWABAYEHO, A., NDAYAMBAJE, I., NSENGIMANA, T. Physics laboratory activities and students' conceptual understanding of physics concepts: Evidence from secondary schools. In: Journal of Baltic Science Education. 2021, 20(4), 648-662.
62. WALSH, C., LEWANDOWSKI, H. J., HOLMES, N. G. Skills-focused lab instruction improves critical thinking skills and experimentation views for all students. In: Physical Review Physics Education Research. 2022, 18(1), Article 010128. Disponibil: <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010128>
63. WHITE, S., CHU, R. Y., OMAN, J. Has the number of students taking physics in US high schools declined? Preliminary results from the 2023-2024 nationwide survey of high school physics. In: Physics Today. 2025. Disponibil: <https://doi.org/10.1063/pt.6.3.20250310a>
64. **ZELENSCHI, I.** Evoluția și analiza comparativă a paradigmelor educaționale. In: Univers Pedagogic, 2025, nr. 4(88), pp. 91-98. ISSN 1811-5470. <https://doi.org/10.52387/1811-5470.2025.4.12>
65. **ZELENSCHI, I.** Premise constructiviste în noua concepție a disciplinei Fizică și Astronomie. In: Perspective interdisciplinare asupra cunoașterii, 8 mai 2026, Chișinău UPSC, pp. 134-139. ISBN 978-9975-48-419-0. <https://doi.org/10.46727/c.08-05-2026.p134-139>
66. **ZELENSCHI, I., CALALB, M.** Applying the flipped classroom method in studying rotational equilibrium in 7th grade physics. In: Studia Universitatis Moldaviae (Seriă Științe ale Educației), 2024, nr. 9(179), pp. 217-223. ISSN 1857-2103. [https://doi.org/10.59295/sum9\(176\)2024_31](https://doi.org/10.59295/sum9(176)2024_31)
67. ДАВИДЕНКО, А. А. Методика розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики (теоретичні основи). Ніжин: ТОВ “Видавництво “Аспект Поліграф”, 2004. – 264 с.
68. ДАВИДЕНКО, А. Роль информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе по физике. In: Acta et commentationes (Științe ale Educației), 2021, nr. 4(26), pp. 17-27. ISSN 1857-0623. DOI: <https://doi.org/10.36120/2587-3636.v26i4.17-27>

LISTA PUBLICAȚIILOR AUTOAREI LA TEMA TEZEI

Articole în reviste internaționale

1. Calalb, M., **Zelenschi, I.** (2024). The Effects of Constructivist Physics Lessons and Laboratories on Students' Academic Success. In: Acta Didactica Napocensia, 17(2), 99-111. <https://doi.org/10.24193/adn.17.2.8>

Articole în reviste naționale

2. **Zelenschi, I.**, Calalb, M. (2024). Applying the flipped classroom method in studying rotational equilibrium in 7th grade physics. In: Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe ale Educației), 9(179), 217-223. ISSN 1857-2103. [https://doi.org/10.59295/sum9\(176\)2024_31](https://doi.org/10.59295/sum9(176)2024_31)
3. Calalb, M., **Zelenschi, I.** (2023). Constructivismul în predarea fizicii. In: Acta et Commentationes, Sciences of Education, 3(33), 76-85. ISSN 1857-0623, E-ISSN 2587-3636. <https://doi.org/10.36120/2587-3636.v33i3.76-85>
4. **Zelenschi, I.** (2025). Evoluția și analiza comparativă a paradigmelor educaționale. In: Univers Pedagogic, 4(88), 91-98. ISSN 1811-5470. <https://doi.org/10.52387/1811-5470.2025.4.12>

Articole în culegeri conferințe internaționale în Republica Moldova

5. **Zelenschi, I.** (2026). Premise constructiviste în noua concepție a disciplinei Fizică și Astronomie. In: Perspective interdisciplinare asupra cunoașterii, 8 mai 2026, Chișinău: UPSC, pp. 134-139. ISBN 978-9975-48-419-0. <https://doi.org/10.46727/c.08-05-2026.p134-139>
6. Calalb, M., Dabija, V., **Zelenschi, I.** (2024). Integrating Black Holes and Gravitational Waves into School Physics. In: Învățare activă pentru dezvoltare durabilă, 15 noiembrie 2024, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: CEP UPS "I. Creangă", pp. 34-44. ISBN 978-9975-46-989-0. <https://doi.org/10.46727/c.15-11-2024.p34-44>
7. Calalb, M., **Zelenschi, I.** (2024). Impactul lucrărilor de laborator asupra rezultatelor evaluării sumative la studierea electrocineticii în clasa a VIII-a. In: Perspective interdisciplinare asupra predării și învățării științelor, 25 aprilie 2024, Chișinău. Chișinău: CEP UPS "I. Creangă", pp. 233-244. ISBN 978-9975-46-933-3. <https://doi.org/10.46727/c.25-04-2024.p233-244>
8. Calalb, M., **Zelenschi, I.** (2023). Modele de medii constructiviste de învățare a fizicii. In: Science and education: new approaches and perspectives, Ed. 25, 24-25 martie 2023, Chișinău. Chișinău: CEP UPSC, Seria 25, Vol. 3, pp. 346-352. ISBN 978-9975-46-787-2. <https://doi.org/10.46727/c.v3.24-25-03-2023.p346-352>
9. Calalb, M., **Zelenschi, I.** (2022). Metode constructiviste de predare a interacțiunilor în clasa VII. Analiză comparativă. In: Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale

(concept STEAM), Ediția a 2-a, 28-29 octombrie 2022, Chișinău. Tipografia UST, pp. 388-393. ISBN 978-9975-76-411-7. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/388-393_3.pdf

Articole în culegeri conferințe naționale în Republica Moldova

10. Calalb, M., **Zelenschi, I.** (2022). Abordări constructiviste la lecția de fizică. In: Materialele Conferinței Republicane a Cadrelor Didactice: Didactica științelor exacte, 26-27 februarie 2022, Chișinău. Chișinău: Tipografia Universității de Stat din Tiraspol, Vol. 1, pp. 264-268. ISBN 978-9975-76-382-0. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/p-264-268_1.pdf

ADNOTARE
Zelenschi Irina

Dezvoltarea și aplicarea conceptelor constructiviste moderne în predarea fizicii
Teză de doctor în științe ale educației. Chișinău, 2026

Structura tezei: Teza este alcătuită din introducere, 3 capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie (214 surse). Lucrarea conține 137 de pagini de text de bază, 31 tabele, 18 figuri, 13 anexe. Rezultatele sunt publicate în 10 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: constructivism didactic, înțelegere conceptuală, învățare prin cercetare, metacogniție, predarea fizicii.

Scopul lucrării constă în determinarea premiselor teoretice, metodologice și didactice ale organizării învățării constructiviste a fizicii, validate empiric în condiții reale de predare.

Obiectivele cercetării: 1) analiza fundamentelor teoretico-didactice ale constructivismului în predarea fizicii; 2) modelarea și ierarhizarea paradigmelor educaționale în funcție de efectul lor asupra învățării; 3) proiectarea metodologică a lecției de fizică pe baza principiilor constructiviste, prin integrarea strategiilor didactice cu mărirea efectului demonstrată; 4) validarea empirică a impactului organizării constructiviste asupra performanței elevilor din gimnaziu și liceu; 5) examinarea funcționării constructivismului în cadrul curricular național și identificarea limitelor aplicării sale; 6) explorarea specificului epistemic al conținuturilor de fizică modernă și a implicațiilor acestuia asupra construirii cunoașterii.

Noutatea și originalitatea științifică constă în: 1) propunerea scării paradigmelor educaționale constructiviste ierarhizate după mărirea efectului; 2) formularea triadei operaționale a învățării constructiviste: efort cognitiv, cunoștințe anterioare și metacogniție; 3) validarea empirică a strategiilor constructiviste în școala moldovenească; 4) demonstrarea că fizica modernă impune, prin natura sa epistemică, un demers didactic constructivist.

Rezultatul obținut contribuie la soluționarea problemei operaționalizării constructivismului în predarea fizicii, evidențiind teoretic și empiric asocierea organizării învățării centrate pe efortul cognitiv al elevului, pe metacogniție și pe feedback sistematic cu înțelegerea conceptuală și performanța academică.

Semnificația teoretică a cercetării: se fundamentează un cadru teoretic al constructivismului aplicat la fizică, articulând paradigme educaționale, mecanisme cognitive și modele didactice într-o viziune unitară.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în oferirea pentru profesorii de fizică a unor modele de lecții constructiviste, lucrări de laborator validate empiric și un cadru de analiză a documentelor curriculare.

Implementarea rezultatelor științifice a fost realizată în cadrul activităților educaționale cu elevii Liceului Teoretic „Hyperion” din mun. Chișinău, precum și prin intermediul conferințelor și publicațiilor științifice.

ABSTRACT
Irina Zelenschi

Development and Application of Modern Constructivist Concepts in Physics Education
Doctoral dissertation in Education Sciences. Chişinău, 2026

Dissertation structure: The dissertation consists of an introduction, three chapters, general conclusions and recommendations, and a bibliography comprising 214 references. The thesis contains 137 pages of main text, 31 tables, 18 figures and 13 annexes. The research results have been published in 10 scientific papers.

Keywords: educational constructivism, conceptual understanding, inquiry-based learning, metacognition, physics teaching.

The aim of the research is to determine the theoretical, methodological, and didactic foundations of constructivist physics learning and to validate them empirically under authentic classroom conditions.

Research objectives: (1) to analyze the theoretical and didactic foundations of constructivism in physics education; (2) to model and hierarchically classify educational paradigms according to their effect size on learning; (3) to design a methodological framework for physics lessons based on constructivist principles through the integration of instructional strategies with demonstrated effect sizes; (4) to empirically validate the impact of constructivist instructional organization on the achievement of lower and upper secondary school students; (5) to examine the functioning of constructivism within the national curriculum and identify the limits of its implementation; (6) to explore the epistemic characteristics of modern physics content and their implications for knowledge construction.

Scientific novelty and originality consist of: (1) proposing a hierarchy of constructivist educational paradigms based on effect size; (2) formulating the operational triad of constructivist learning—cognitive effort, prior knowledge, and metacognition; (3) empirically validating constructivist instructional strategies in Moldovan schools; (4) demonstrating that the epistemic nature of modern physics inherently requires a constructivist instructional approach.

The research outcome contributes to operationalizing constructivism in physics teaching, showing theoretically and empirically that learning centered on students' cognitive effort, metacognition, and systematic feedback fosters conceptual understanding and higher academic performance.

The theoretical significance of the study lies in establishing a theoretical framework for constructivism in physics education by integrating educational paradigms, cognitive mechanisms, and instructional models into a coherent conceptual vision.

The practical value of the dissertation consists in providing physics teachers with empirically validated constructivist lesson models, laboratory activities, and a framework for the analysis of curriculum documents.

Implementation of the scientific results was carried out through educational activities with students of the *Hyperion* Theoretical High School in Chişinău, as well as through scientific conferences and publications.

АННОТАЦИЯ

Зеленски Ирина

Разработка и применение современных конструктивистских концепций в преподавании физики

Диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук

Кишинёв, 2026

Структура диссертации: Диссертация состоит из введения, 3 глав, общих выводов и рекомендаций, библиографии (214 источников). Работа содержит 137 страниц основного текста, 31 таблиц, 18 рисунков, 13 приложений. Результаты опубликованы в 10 научных работах.

Ключевые слова: дидактический конструктивизм, концептуальное понимание, исследовательское обучение, метакогниция, преподавание физики.

Цель исследования состоит в определении теоретических, методологических и дидактических предпосылок организации конструктивистского обучения физике, эмпирически апробированных в реальных условиях преподавания.

Задачи исследования: 1) анализ теоретико-дидактических основ конструктивизма в преподавании физики; 2) моделирование и иерархизация образовательных парадигм в зависимости от их влияния на обучение; 3) методическая разработка урока физики на основе конструктивистских принципов путём интеграции дидактических стратегий с доказанной величиной эффекта; 4) эмпирическая проверка влияния конструктивистской организации обучения на успеваемость учащихся гимназии и лицея; 5) изучение функционирования конструктивизма в рамках национальной учебной программы и выявление ограничений его применения; 6) исследование гносеологической специфики содержания современной физики и её последствий для формирования знания.

Научная новизна и оригинальность исследования заключается в: 1) разработке шкалы конструктивистских образовательных парадигм, ранжированных по величине эффекта; 2) формулировании функциональной триады конструктивистского обучения: когнитивное усилие, предварительные знания и метакогниция; 3) эмпирической апробации конструктивистских стратегий в молдавской школе; 4) доказательстве того, что современная физика в силу своей гносеологической природы требует конструктивистского дидактического подхода.

Полученный результат операционализации конструктивизма в преподавании физики, теоретически и эмпирически показывая, что обучение, основанное на когнитивных усилиях учащихся, метакогниции и систематической обратной связи, способствует концептуальному пониманию и более высокой академической успеваемости.

Теоретическая значимость исследования: обосновывается теоретическая база конструктивизма применительно к физике, объединяющая образовательные парадигмы, когнитивные механизмы и дидактические модели в единую концепцию.

Прикладная ценность работы заключается в предоставлении учителям физики моделей конструктивистских уроков, эмпирически апробированных лабораторных работ и инструментария для анализа программных документов.

Внедрение научных результатов осуществлялось в рамках образовательной деятельности с учащимися Теоретического лицея «Нурегіон» г. Кишинёва, а также через научные конференции и публикации.

ZELENSCHI IRINA

**DEZVOLTAREA ȘI APLICAREA CONCEPTELOR
CONSTRUCTIVISTE MODERNE ÎN PREDAREA FIZICII**

Specialitatea 532.02 Didactica școlară (fizica)

Rezumatul tezei de doctor în științe ale educației

Aprobat spre tipar: 07.10.2026

Hârtie offset. Tipar offset.

Coli de tipar: 3,0

Formatul hârtiei: 60 x 84 1/16

Tiraj 25 ex

Comanda nr. 64

**Centrul Editorial-Poligrafic al Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău,
str. Ion Creangă, nr. 1, MD-2069**