

Liliana Ciascai
(Coordonator)

Model ciclic de predare-învățare bazat pe investigație

Presă Universitară Clujeană

Liliana Ciascai

(Coordonator)

**Model ciclic
de predare-învățare
bazat pe investigație**

Presă Universitară Clujeană

2016

Referenți științifici:

Prof. univ. dr. Romiță Iucu

Conf. univ. dr. Luminița Mihaela Drăghicescu

*Proiectul în cadrul căruia a fost realizat materialul a fost 030/2012 –
Reforma curriculară a științelor exacte. Continuarea pilotării și diseminare în 8 județe,
finanțat de Romanian-American Foundation.*

Liliana Ciascai (autor principal) în colaborare cu Andreea Eșanu (contribuții
în capitolele 2.2. și 2.3.) și Lavinia Haiduc (contribuții în capitolul 2.1.).

ISBN 978-606-37-0109-2

© 2016 Coordonatoarea volumului. Toate drepturile rezervate. Reproducerea integrală sau parțială a textului, prin orice mijloace, fără acordul coordonatoarei, este interzisă și se pedepsește conform legii.

Universitatea Babeș-Bolyai
Presa Universitară Clujeană
Director: Codruța Săcelean
Str. Hasdeu nr. 51
400371 Cluj-Napoca, România
Tel./fax: (+40)-264-597.401
E-mail: editura@editura.ubbcluj.ro
<http://www.editura.ubbcluj.ro>

Cuprins

PARTEA I

1. Necesitatea unui nou model	5
2. Fundamentele teoretice și abordări pragmatice	
în modelul de față	9
2.1. Fundamentele modelului	11
a) Învățarea bazată pe investigație (IBL).....	11
b) Învățarea interactivă.....	17
2.2. Structura nucleu a modelului	19
2.2.1. Cadrul ERR (Evocare–Realizarea sensului–Reflecție).....	20
2.2.2. Modelul ciclic al învățării elaborat în cadrul ERR.....	23
2.2.3. Tipologia activităților didactice derivate din modelul ciclic	
al învățării bazat pe investigație (inquiry).....	29
2.2.3.1. Detalierea metodelor didactice asociate modelului	
de predare-învățare bazat pe investigație.....	30
A. Investigația științifică (<i>investigation</i>).....	30
B. Rezolvarea de probleme	32
C. Modelarea.....	34
D. Proiectul (învățarea bazată pe proiect)	36

PARTEA A II-A

2.3. Metodologia promovată în modelul propus de proiect	40
Problematizarea/Instruirea problematizată	45
<i>Problem Based Learning</i> (PBL)	49
În concluzie.....	50
Bibliografie	51

PARTEA I

1. Necesitatea unui nou model

Performanța elevilor români la testări internaționale precum PISA și TIMSS se situează sub media tuturor țărilor europene și central-asiatice, precum și semnificativ sub cea a țărilor UE (Noveanu, Noveanu, Singer & Pop, 2002; Gonzales, Williams, Jocelyn et al., 2008; OECD, 2007). Spre exemplu, la testările PISA la științe mediile internaționale au fost foarte apropiate de 500, scorurile obținute de elevii români s-au situat sub 450 fiind 444 în 2000, 418 în 2006, 428 în 2009 și 438 în 2012 (OECD, 2010, p. 150, OECD, 2014, p.5). Un factor frecvent asociat cu astfel de rezultate îl constituie curriculumul școlar, care stă la baza organizării procesului de învățare (Schmidt, Houang & Cogan, 2002) și care poate orienta procesul de instruire spre o abordare preponderent tradițională, care nu pune accent pe transferul în practică și în viață a cunoștințelor dobândite în școală. Dimpotrivă, curricula Pisa și TIMSS promovează transferul de rezultate (competențe și atitudini), abordările inter și transdisciplinare, facilitând astfel rezolvarea de probleme cu sursa în viața reală.

Analiza unor proiecte de lecție postate de profesori pe Internet, ca bune practici și analiza unor proiecte de lecție propuse de profesori în lucrările de obținere a gradului didactic I permit constatarea

Model ciclic de predare-învățare bazat pe investigație

existenței unor diversități de lecții, situate între două extreme: lecția centrată pe profesor și cea centrată pe elev, cu profesorul în rol de facilitator. Ele presupun utilizarea de metode/strategii diferite:

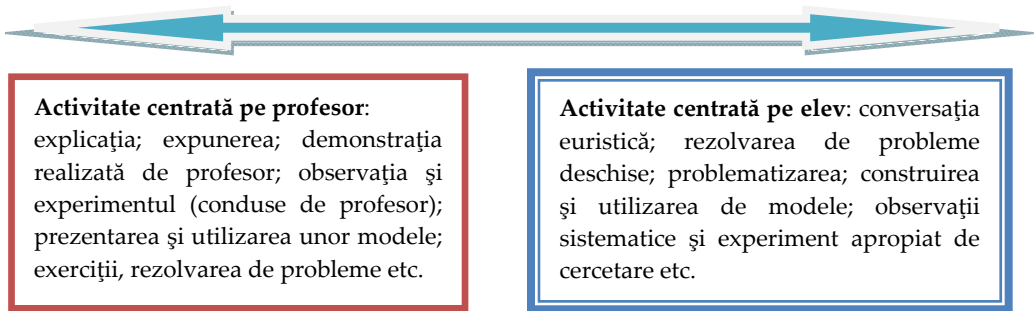


Figura 1. Strategii utilizate în activitățile de învățare centrate pe profesor, respectiv elev

Într-o activitate centrată pe profesor (lecția preponderent expozi-tivă) elevului îi revine rolul de a recepta și asimila noile cunoștințe și de a executa anumite sarcini. Activitatea de învățare la fizică/științe urmează un ciclu de învățare în patru etape, prezentat în figura 2 (Ciascai, 2011, p.86).

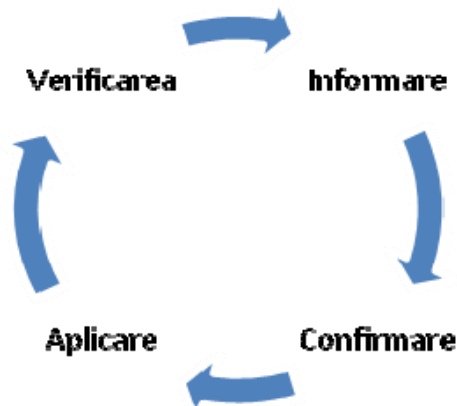


Figura 2. Ciclul învățării la științe, în activitățile de tip expozi-tiv

Detaliam, în cele ce urmează, acțiunile cadrului didactic și ale elevilor, la nivelul fiecăreia dintre etapele amintite (ibidem):

- *Informarea* reprezintă etapa în care elevilor li se comunică cunoștințe și informații referitoare la conținutul ce urmează să facă obiectul instruirii, prin indicarea titlului lecției sau prin comunicarea obiectivelor de evaluare (formulate la nivelul lor de înțelegere).
- *Confirmarea* este etapa în care elevii sunt implicați în realizarea unor observații, demonstrații etc. (adeseori decise și conduse de profesor), menite a evidenția și explicita cunoștințele prezentate în etapa anterioară.
- *Aplicarea* reprezintă etapa de utilizare a cunoștințelor. În această etapă se prezintă aplicații și se rezolvă probleme, în scopul fixării cunoștințelor.
- *Verificarea atingerii de către elevi a performanțelor prestabilite* încheie lecția. Această verificare constă în practică printr-o solicitare, adresată elevilor, de sumarizare a cunoștințelor noi sau de evidențiere a cunoștințelor esențiale.

Limitele utilizării acestui ciclu în procesul de predare-învățare sunt în general cunoscute: procesele de predare și de însușire a cunoștințelor noi de către elevi se desfășoară, destul de frecvent, ca demersuri „paralele” ale gândirii, cu excepția câtorva “intersecții” provocate, spre exemplu, de secvențele de tipul întrebare-răspuns, de conversație, de soluționare a unor sarcini de învățare etc. Elevul urmărește discursul profesorului încercând să rețină/memoreze noile cunoștințe, răspunde întrebărilor profesorului sau execută sarcinile solicitate de profesor (al căror rost/utilitate îl va înțelege probabil ulterior sau niciodată). Rolul pasiv al elevului reprezintă deci dezavantajul principal al acestui tip de demers didactic.

La extremitatea cealaltă se situează lecția în care profesorul își asumă un rol secundar – acela de a facilita activitatea de învățare a elevilor săi. El urmărește ca, prin intermediul unor activități interactive, să dezvolte elevilor săi un sistem încheșat de competențe, valori și atitudini. În ceea ce privește studiul științelor National Research Council/NRC (1996) arată că elevii trebuie sprijiniți să înțeleagă ce este și ce nu este știința, ce poate sau nu poate să facă știința pentru societate și cum contribuie știința la cultura societății (p.21).

Așadar, pedagogia tradițională, centrată mai degrabă asupra profesorului decât asupra elevului, face dificilă învățarea de profunzime și nu pune accent pe responsabilitatea elevului în procesul de învățare, profesorul fiind cel care decide, cel mai frecvent, ce se învață, când se învață și cum se învață (Tan, 2004, p.1).

Modelul propus în proiectul de față propune o organizare a procesului învățării care să centreze în mod real activitatea de învățare asupra elevului, să-l familiarizeze cu procesul cunoașterii științifice și să-i dezvolte competențe și atitudini care să-i permită implicarea activă în construirea propriilor cunoștințe printr-o învățare de profunzime. Considerațiile formulate cu referire la modelul de față conduc la ideea necesității operării unor revizuri la nivelul curriculumului școlar de fizică.

2. Fundamentele teoretice și abordări pragmatice în modelul de față

Ce trebuie să învețe elevii? Cum trebuie să învețe elevii? sunt întrebări la care specialiștii continuă să caute răspunsul (NRC, 2005; Henshall Wilson, 2006).

NRC (1999, p. pp.10-13) și Martinez (2006, citat de Bybee & Scotter, 2007, p. 43-43), evidențiază trei principii care pot sta la baza proiectării, dezvoltării și implementării unui curriculum de științe eficient. Reformulăm aceste principii luând în considerare specificații formulate de OECD (2013):

- *promovarea culturii științifice (scientific literacy)*. Competența științifică, precizează Martinez (2006), include cunoașterea factuală (date, fapte), un cadru conceptual (concepțe și principii) precum și modalități/instrumente de organizare a procesului cunoașterii științifice, iar un curriculum de științe trebuie să includă toate aceste tipuri de cunoștințe. În proiectul de față considerăm important ca, prin curriculumul de științe, să fie dezvoltată **cultura științifică** (scientific literacy). Cultura științifică, în viziunea OECD (2013, p. 24) se referă la cunoștințele științifice ale unui individ și la

capacitatea sa de a utiliza aceste cunoștințe, pentru a identifica întrebări/probleme la care știința poate oferi un răspuns; pentru a explica fenomenele și a elabora noile cunoștințe; pentru a trage, cu privire la probleme științifice, concluzii fundamentate pe fapte. Ea include și înțelegerea trăsăturilor caracteristice ale științei, privită ca domeniu de cercetare și de cunoaștere umană, conștientizarea rolului științei și tehnologiei asupra mediului material, intelectual și cultural și atitudine angajată, în calitate de cetățean care reflectează asupra problemelor și ideilor științifice;

- *stimularea elevilor în practicarea gândirii critice, a metacogniției, autodirijării și autoreglării învățării.* Elevii, arată Martinez (2006), pot învăța cum să preia controlul asupra propriului proces de învățare, prin definirea scopurilor. Acestea oferă standarde cu ajutorul cărora elevii își pot monitoriza și evalua progresele (Mih, 2010, p.24). Curriculumul de științe trebuie să includă experiențe care implică și oferă elevilor oportunități de practicare a metacogniției.

Chiappeta & Koballa (2001, p. 4) subliniază faptul că instruirea prin științe trebuie să conducă la o înțelegere a „naturii științei”. Citând Teller (1991), sursa amintită arată că: un om de știință are trei responsabilități. Prima responsabilitate constă în înțelegerea faptelor și fenomenelor, a doua în explicarea celor înțelese și ultima responsabilitate o reprezintă aplicarea rezultatelor înțelegerii. Termenilor cheie: înțelegere, explicare și aplicare li se adaugă observație, experimentare și raționament. Rezultă astfel o definiție pragmatică a științei care trebuie să ghideze proiectarea activităților de învățare la științe. Astfel, elevii trebuie să înțeleagă conceptele științifice, să le explice (oral sau în scris), să le utilizeze în activități de laborator și în viață (ibidem).

În continuare, urmărim să explicităm optica proiectului nostru cu referire la cea de a doua întrebare (Cum trebuie să învețe elevii?).

2.1. Fundamentele modelului

Nucleul modelului elaborat în contextul proiectului nostru îl reprezintă învățarea prin investigație (*inquiry based learning – l'apprentissage par investigation*) identificată de Flick (2006, p. IX) ca „**o alternativă la predarea tradițională a științei**”. În proiectul nostru investigația va fi utilizată în context interactiv.

Evidențiem, în cele ce urmează, considerațiile care fac ca modelul nostru să reprezinte o alternativă viabilă și flexibilă pentru regândirea procesului predării-învățării fizicii.

a) Învățarea bazată pe investigație (IBL)

Justice et al. (2007, p. 202), citând Lee, Greene, Odom, Schechter & Slatta (2004), definesc investigația/inquiry ca un set de practici educaționale care promovează un proces de învățare ghidat prin întrebări. Căutarea răspunsului la aceste întrebări implică „o varietate de procese și moduri de gândire care sprijină elaborarea de noi cunoștințe științifice” (Flick, 2006, p. IX-X).

Implicați în activități de tip inquiry în studiul disciplinelor din domeniul științe elevii dobândesc:

a) *un set complex de abilități specifice, definite de Bybee (2010, p.45) ca ”abilities of scientific inquiry”:*

- identificarea întrebărilor și conceptelor care pot ghida investigațiile științifice;
- proiectarea și conducerea unor investigații științifice;

- folosirea tehnologiei și a matematicii pentru extinderea investigațiilor și pentru comunicarea rezultatelor;
- formularea și revizuirea explicațiilor științifice și a modelelor folosind dovezi și gândirea logică;
- recunoașterea și analiza explicațiilor alternative și a modelelor;
- comunicarea și susținerea argumentelor științifice.

b) *înțelegerea procesului investigației științifice / "understandings about scientific inquiry"* (Bybee, 2010, p. 46): confrunțați cu un fapt/fenomen necunoscut oamenii de știință își pun întrebări; folosesc cunoștințele și întrebările ca să proiecteze și să realizeze investigații științifice; utilizează investigațiile în scopuri diverse; folosesc cunoștințele matematice și tehnologice ca instrumente de cunoaștere și comunicare; formulează explicații și argumente logice, bazându-se pe dovezi; împărtășesc comunității științifice informații privind rezultatele și procedurile utilizate etc.

Familiarizarea cu procesul investigației științifice facilitează elevilor achiziția, prin efort propriu, atât a cunoștințelor științifice ("knowledge of science") cât și înțelegerea modului în care progresa cunoașterea științifică ("knowledge about science"):

"In addition to the *doing* of science, inquiry also refers to knowledge *about* the processes scientists use to develop knowledge, that is the *nature of science itself*. Thus, inquiry is viewed as two different student outcomes, ability to *do* scientific processes and knowledge *about* these processes." (Flick, 2006, pp.IX-X)

Ambele categorii de cunoștințe au fost valorizate de OECD (OECD, 2007, p. 20; OECD, 2010, p.137), posesia lor fiind investigată sistematic prin testările internaționale realizate de această organizație.

Fundamentarea lecțiilor de științe pe IBL presupune parcurgerea unei succesiuni de activități (National Research Council/NRC, 1996, p.23; NRC, 2000, p.24-29; Bybee, 2002, p.34). Acestea sunt prezentate în cele ce urmează într-o variantă adaptată. Astfel, elevii:

- (i) sunt angajați în învățare prin întrebări științifice orientate (întrebări la care construirea răspunsului se poate face prin investigație). Întrebările pot fi generate de observații, de analiza unor date sau pot fi formulate explicit de elevi. Formularea întrebărilor, dar și încercările de a răspunde, evidențiază reprezentările eronate, lacunare/limitate, achiziționate de elevi din experiența de viață;
- (ii) acordă prioritate dovezilor, care îi ajută la formularea și evaluarea explicațiilor preliminare prin care pot răspunde întrebărilor. În acest scop, observă, se documentează și studiază, experimentează etc. colectând și analizând informații pentru a le tria și a identifica dovezile care le pot susține explicațiile științifice;
- (iii) reformulează explicațiile anterioare și elaborează noi explicații, pe baza dovezilor, pentru a răspunde întrebărilor formulate;
- (iv) comunică colegilor explicațiile, le confruntă, le evaluează (luând în considerare și explicații alternative) și își justifică/argumentează explicațiile;
- (v) își conectează explicațiile la cunoașterea științifică;
- (vi) aplică cunoștințele dobândite în situații noi;
- (vii) evaluează noile cunoștințe și demersul dobândirii lor (dificultăți întâmpinate, modul de depășire a acestora, bune practici, ce trebuie reținute etc.).

Activitățile prezentate anterior urmează modelul învățării în cinci etape "5E" (Engage-Explore-Explain-Elaborate-Evaluate) propus de Bybee în 1989. Acest model este considerat de Settlage & Southerland (2012, p.230) a fi „cel mai cunoscut model de acest tip”. Relația etapelor ciclului cu activitățile IBL mai sus prezentate sunt precizate în figura 3.

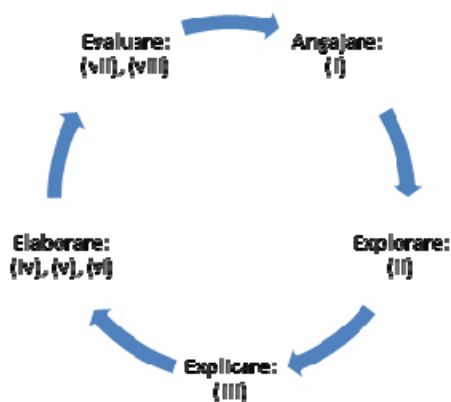


Figura 3. Ciclul "5E" al învățării (Bybee et al., 1989)

Trebuie menționat că Settlage & Southerland (2012, p.230), Magnuson & Palincsar (2006, p. 140-143) consideră puțin realistă descrierea etapelor IBL în termeni de activități centrate preponderent pe elevi, deși arată că acest tip de activități ar fi de dorit.

Utilizând descrierea etapelor modelului Bybee (vezi tabelul 1), Llewellyn (2011, p.3) și proiectul "Pathway - Predarea Științelor prin investigație" propun trei scenarii de învățare prin investigație: deschis (full open inquiry), ghidat și structurat. Primul scenariu centrează activitatea asupra elevului, intervențiile profesorului fiind reduse la minimum (coloana din stânga a tabelului 1.). Al doilea scenariu presupune distribuirea, în fiecare etapă, a sarcinilor între

profesor și elevi (coloana din mijloc). În cel de al treilea scenariu, în fiecare etapă activitatea este centrată pe profesor (coloana din dreapta).

Tabelul 1. Aspecte ale IBL în lecțiile de științe (adaptare după Bybee, 2002, p.33)

Mare	Gradul de autonomie a elevilor			Mic
Mica	Gradul de intervenție a profesorului (directă sau prin instrucțiuni scrise)			Mare
Elevii sunt angajați în învățare prin întrebări orientate științific, ei fiind cei care le formulează	Elevii formulează întrebări	Elevii selectează întrebări sugerate de profesor și formulează altele noi	Elevii reformulează sau clarifică întrebarea primită (provenind din diverse surse)	Elevii încearcă doar să răspundă întrebării primite
Elevii acordă prioritate producerii dovezilor necesare pentru a răspunde întrebărilor	Elevii identifică și colectează dovezi	Elevilor li se cere să colecteze anumite date	Elevilor li se cere să analizeze datele pe care le au la dispoziție	Elevii sunt instruiți cum să analizeze datele pe care le au la dispoziție
Elevii formulează explicații corecte, pe baza dovezilor	Elevii formulează explicații după sumarizarea datelor	Elevii sunt ghidați cum să formuleze explicații pornind de la dovezi	Elevii formulează explicații, având posibilitatea să aleagă ce dovezi folosesc	Elevii formulează explicații folosind dovezile care li se pun la dispoziție
Elevii își evaluează explicațiile.	Elevii își evaluează explicațiile prin confruntarea lor cu explicații alternative.	Elevii își evaluează explicațiile identificând criteriile necesare.	Elevii formulează explicații, având posibilitatea să aleagă ce criterii folosesc.	Elevii își evaluează explicațiile în baza unor criterii indicate de profesor.

Model ciclic de predare-învățare bazat pe investigație

Mare	Gradul de autonomie a elevilor			Mic
Mica	Gradul de intervenție a profesorului (directă sau prin instrucțiuni scrise)			Mare
Elevii comunică și își justifică explicațiile.	Elevii comunică explicațiile însoțindu-le de argumente rezonabile și logice.	Elevii sunt sprijiniți (la cerere) în realizarea comunicării explicațiilor	Elevilor le sunt oferite sugestii pentru o comunicare clară.	Elevii comunică explicațiile, etapele și procedurile fiindu-le oferite.
Elevii conectează noile cunoștințe (explicațiile) la cunoașterea științifică.	Elevii explicitează relațiile dintre explicațiile formulate de ei și cunoașterea științifică (spre ex. Construirea unei hărți conceptuale).	Elevii integrează explicațiile în cunoașterea științifică (spre ex, printr-o hartă conceptuală incompletă furnizată de profesor.)	Elevilor le sunt indicate posibile conexiuni între explicațiile lor și cunoștințele științifice.	Elevilor le sunt evidențiate conexiunile între explicații și cunoștințe.
Elevii aplică cunoștințele dobândite în situații noi (inclusiv din viață) pe care le identifică singuri.	Elevii identifică situații de aplicare a cunoștințelor în situații similare și utilizează corect noile cunoștințe.	Elevii aplică singuri, corect noile cunoștințe în situațiile indicate de profesor.	Elevii aplică cunoștințele cu sprijinul profesorului. Situațiile sunt indicate de profesor.	Elevii aplică cunoștințele fiind dirijați și controlați de profesor. Situațiile sunt indicate de profesor.
Elevii evaluează noile cunoștințe și demersul dobândirii lor identificând criterii.	Elevii realizează evaluarea de proces și rezultate corect, alegând criteriile necesare.	Elevii realizează evaluarea cu sprijinul profesorului care intervine în stabilirea criteriilor.	Elevii realizează corect evaluarea pe baza criteriilor furnizate de profesor.	Elevii realizează evaluarea fiind dirijați și controlați de profesor.

În proiectul de față considerăm însă că implicarea profesorului și a elevilor în activitățile IBL poate diferi de la o etapă la alta, în funcție de complexitatea activităților solicitate, ceea ce permite construirea unei mai mari varietăți de demersuri de învățare ghidată, mai bine adaptate contextului concret al învățării. Astfel, elevii pot formula întrebări diverse, pot colecta date, pot formula explicații folosind dovezi sugerate de profesor, pot comunica ideile însoțindu-le de argumentele potrivite etc.

În concluzie, practicarea IBL, arată Alberta Learning (citând Kühne, 1995), le dezvoltă elevilor abilități utile în viața de zi cu zi, le dezvoltă creativitatea, independența și încrederea în sine. Organizația amintită pledează pentru construirea, în instituțiile școlare a unei culturi de tip inquiry / "building a culture of inquiry" (ibidem, p.1). O asemenea cultură, subliniază sursa citată, este o cultură deschisă, participativă, mereu în căutarea sensurilor, adică exact opusul culturii care promovează autoritatea profesorului, reguli impuse și obediență.

Acesta a fost principalul considerent care a stat la baza fundamentării proiectului nostru pe IBL.

b) Învățarea interactivă

Așa cum rezultă din descrierea activităților IBL, *interactivitatea este omniprezentă în modelele IBL, sub aspectele sale: a) interacțiunea elev-elev, b) interacțiunea elev-profesor și c) interacțiunea elev-mijloc de învățare.*

Învățarea prin instruire interactivă este definită de Bocoș (2002, p.4; 2013, p.4) ca „un tip superior de instruire”. Cerghit (2006, p.74) evidențiază, cu referire la învățarea interactivă, atât „interschimbul de

informații și de idei, de experiențe și reflecții, de interpretări și sugestii de rezolvare, de opinii și convingeri” cât și „schimbul de atitudini și impresii și interacțiunile sociale care se instituie astfel la nivelul clasei, micro-grupurilor sau perechilor”.

În proiectul de față promovăm *învățarea prin colaborare*, numită de Brahier (2012, p.199) „interacțiune simultană” deoarece cei care lucrează împreună își împărtășesc ideile simultan. Interacțiunile pe care le presupune colaborarea joacă un rol important în dezvoltarea gândirii, a metacogniției (Schraw et al., 2006). În plus, atunci când schimbă idei, elevii își descoperă neînțelegerile (preconcepțiile, concepțiile) și lacunele din cunoștințele lor sau își aprofundează înțelegerea fenomenului explicat. Lucrând împreună, elevii realizează că: probleme dificile, complexe pot fi rezolvate prin efort comun; au nevoie unii de alții pentru a realiza sarcina dată; trebuie să fie atenți ca toți membrii grupului să-și însușească cunoștințele necesare rezolvării sarcinii conform cerințelor; sunt recompensați dacă își îndeplinesc cu responsabilitate sarcinile primite; utilizează resurse comune; îndeplinesc un anumit rol în cadrul grupului. Pentru reușita muncii în colaborare, elevilor trebuie să li se explice condițiile care asigură eficiența muncii în grup: interdependența pozitivă (înțelegerea faptului că fiecare își poate atinge obiectivele dacă și numai dacă obiectivele grupului au fost atinse), stabilirea unor reguli privind colaborarea și comunicarea eficientă între elevi, distribuirea și asumarea unor roluri, sarcini și responsabilități în grup, planificarea muncii grupului etc.

Optica proiectului de față cu referire la relația profesor-elev în activitățile IBL a fost explicitată în considerațiile mai sus formulate. În ceea ce privește relația elevului cu mijloacele de instruire, adoptăm punctul de vedere exprimat de Llewellyn (2011, p.3) care arată că,

deși investigația științifică poate exista și numai ca o activitate de tip "minds-on" (care se sprijină pe documentare și utilizarea unor resurse diverse, inclusiv web), totuși este de preferat combinația între activitățile de tip "minds-on" și "hands-on". Pledăm însă în proiectul de față, pentru un grad mai mare de libertate acordat elevului în alegerea mijloacelor de instruire.

2.2. Structura nucleu a modelului

Nucleul modelului propus în proiectul de față are la bază cadrul ERR (Evocare – Realizarea sensului – Reflecție), promovat prin intermediul proiectului Reading and Writing for Critical Thinking (RWCT). Acest cadru favorizează construirea cunoștințelor prin investigație. Luând în considerare specificul fizicii ca disciplină școlară, am asociat acestui cadru un model ciclic ce dezvoltă modelul Bybee (1989). Acest model ciclic trebuie privit ca abordare logică și organizată (etapizată) a studiului unui fenomen/proces fizic, fiind menit să facă obiectul unei învățări implicite (prin utilizare sistematică în procesul învățării) în cazul elevilor mici și explicite (prin instrucțiuni clare), în cazul elevilor mai mari.

Metodele prin care cadrul ERR este pus în practică la clasă sunt de tip inductiv, din următoarele motive:

- Westwood (2008, p.28) și Prince & Felder (2006, p.2) încadrează IBL în categoria metodelor inductive de predare-învățare. IBL este asociată cu dezvoltarea abilităților de gândire critică, dezvoltarea responsabilității pentru procesul de învățare, dezvoltarea abilităților analitice și creative și stimularea învățării de profunzime (Prince și Felder, 2006, p. 10; Shymansky, Hedges & Woodworth, 1990; Spronken-Smith, 2007, p. 2).

- Metodele inductive promovează învățarea centrată pe elev și învățarea activă și beneficiază de învățarea prin colaborare sau cooperare (Harlen, 2004, p.2). Metodele inductive de predare-învățare au la bază învățarea prin cicluri/learning cycle-based instruction (Prince & Felder, 2006, p.7). După cum observă Prince și Felder (2006, p.7), învățarea ciclică se adresează unor stiluri diferite de învățare (de la concret la abstract și de la activ la reflexiv), astfel că, într-un ciclu de învățare, fiecare elev va fi motivat să se implice în propriul proces de învățare.

2.2.1. Cadrul ERR (*Evocare-Realizarea sensului-Reflecție*)

Cadrul ERR (Evocare – Realizarea sensului – Reflecție) promovează învățarea activă prin realizarea de conexiuni între vechile cunoștințe (naive, preștiințifice) și noile cunoștințe (dobândite prin studiul sistematic al științei). Cadrul ERR reprezintă un tip de organizare ciclică a procesului învățării, cu următoarele etape (Temple et al. 2003, p.14-21, Dumitru, 2000, p.64, Ciascai, 2010, p. 36-37):

- *Evocarea* – În faza evocării, elevii sunt solicitați să-și amintească ce știu despre un anumit subiect pe care urmează să-l examineze în detaliu. Principalele întrebări la care răspund elevii în faza de evocare sunt: Ce știm despre acest subiect? Ce așteptăm, vrem sau trebuie să aflăm în legătură cu acest subiect? De ce dorim să cunoaștem aceste lucruri? Căutarea și elaborarea răspunsului la aceste întrebări implică activ elevii în procesul învățării.
- *Realizarea sensului* – Aceasta este faza în care cel/cea care învață vine în contact cu noile informații sau idei. Reali-

zarea sensului are două dimensiuni: pe de o parte, este vorba despre un proces de asimilare a noilor cunoștințe (orientat pe căutarea răspunsurilor la întrebările mai sus menționate sau la întrebări derivate din acestea); pe de altă parte, este vorba despre un proces de construire a semnificației noilor cunoștințe prin reflecție critică și interpretarea lor în baza experienței cognitive personale. Înțelegerea ideilor științifice este facilitată dacă profesorul adresează elevilor întrebări menite să-i determine să-și argumenteze opiniile, punctele de vedere și să-și justifice soluțiile la problema/situația-problemă formulată inițial.

- **Reflecția** – În această fază, elevii își consolidează cunoștințele noi. Reflectând, elevii elaborează opinii personale asupra cunoștințelor noi și își aprofundează cunoașterea prin schimb de idei, dezbateri etc. cu colegii. Interogația, verbalizarea și argumentarea sunt demersuri ce trebuie încurajate de profesor. Reflecția practică sistematic stimulează dezvoltarea gândirii critice, care integrează abilități specifice, dispoziția spre interogare/autointerogare, contextul și conștientizarea propriului proces de gândire (Weissinger, 2004 în Ciascai, 2013, p. 30).

Cadrul ERR prezintă avantaje clare pentru utilizarea lui în activitățile educaționale. Un prim merit este acela de a favoriza formarea și dezvoltarea gândirii critice și integrarea creativă a informațiilor (Nicu, 2007, p. 66). Din acest punct de vedere, cadrul ERR trebuie privit ca un *ghid de instruire* (Steele, 2001, p.7). Un al doilea merit al cadrului ERR este acela de a asigura, arată Dumitru (2000), un echilibru la nivelul celor două componente ale procesului

de învățare: *componenta cognitivă* – de procesare și de integrare a informației în scheme de cunoaștere, respectiv de restructurare a cunoștințelor și *componenta afectivă* – satisfacția personală care însoțește învățarea. Lor li se adaugă *componenta socială*, datorată contextului de învățare prin lucrul în grup, caracteristic cadrului ERR.

De asemenea, cadrul ERR favorizează organizarea în spirală a procesului învățării, integrând firesc demersurile de aprofundare și extindere a cunoștințelor. Astfel, învățarea unei teme poate fi extinsă, reluând ciclul, prin adresarea de întrebări precum: Ce am vrea să mai știm? Ce ar mai trebui studiat? Ce credeți că veți mai afla? (Temple et al, 2003, p.16).

Un al patrulea merit privește fiabilitatea modelului, mai precis deschiderea lui spre integrarea de experiențe și strategii de predare-învățare diverse. Rezultat al experienței (nefiind deci un model teoretic), cadrul ERR este „asemenea unei umbrele ce poate acoperi și alte (...) strategii unite într-un cadru eficient de instruire” (Temple et al., 2003, p.6). Astfel, cadrul ERR permite o integrare firească a strategiilor de învățare prin investigație și experimentare, prin descoperire, problematizare, învățare bazată pe proiecte etc. De asemenea, trebuie menționată și deschiderea cadrului spre organizarea flexibilă a elevilor: muncă individuală, în perechi, grup mic/mare sau clasă de elevi.

Celor patru merite deja menționate li se adaugă alte trei:

- a) eficiența modelului a fost dovedită, arată Steele (2001, p.7) și Ridgeway (2005, p.1), prin faptul că acesta a fost utilizat cu succes în țările în care cadrul a fost implementat;
- b) familiaritatea cadrelor didactice din țara noastră cu modelul ERR (un mare număr de cadre didactice au beneficiat de programe de formare în ERR);

- c) interesul cadrelor didactice pentru utilizarea cadrului ERR, dovedit de abundența de proiecte de lecție și materiale de învățare realizate, unele disponibile online și altele în lucrări pentru obținerea gradului didactic I, dar și de numeroase publicații dedicate.

Succesul de care se bucură în practica didactică, dar și meritele mai sus menționate, fac din cadrul ERR un model fiabil, care poate fi utilizat ca fundament al modelului promovat în cadrul proiectului de față.

Vom arăta în cele ce urmează cât de flexibilă este aplicarea cadrului ERR în structurarea modelului și a strategiilor de predare-învățare dezvoltate în proiectul nostru.

2.2.2. Modelul ciclic al învățării elaborat în cadrul ERR

Fundamentat pe cadrul ERR, modelul de predare-învățare a fizicii elaborat în contextul proiectului nostru este de asemenea unul ciclic. Un avantaj important al acestei abordări îl reprezintă faptul că fiecare ciclu permite integrarea unor subcicluri cu o structură similară menite să conducă la o învățare de profunzime.

Modelul ciclic elaborat în proiectul de față are ca punct de plecare modele ciclice clasice propuse de Atkin & Karplus (1962), Kolb (1984), Bybee et al. (1989), Eisenkraft (2003) sau Alaska Science Consortium (2011).

Modelul este structurat în patru secvențe (etape) ale învățării, la care se adaugă o a cincea, rezervată evaluării. Secvențele modelului sunt următoarele:

- I. Evocare – Anticipare
- II. Explorare – Experimentare

III. Reflecție – Explicare

IV. Aplicare – Transfer

V. Evaluare

Ca logică și structură, modelul propus în proiectul de față se apropie cel mai mult de modelul ciclic în cinci etape avansat de R. Bybee (1989).

În detaliu, etapele modelului - sunt următoarele:

- *Evocare-anticipare*: în această etapă profesorul le solicită elevilor reactualizarea selectivă a cunoștințelor anterioare. În acest scop elevii, cu sprijinul profesorului, își reamintesc fapte, date, informații, formulează întrebări și/sau probleme, fac observații, discută despre cunoștințele lor (spre ex. despre un fenomen sesizat în natură sau în experiența lor de viață etc.) Toate aceste activități sunt puse în relație cu subiectul ce urmează să fie studiat și au rolul de: a) a provoca curiozitatea și interesul elevilor pentru subiect; b) a-i sprijini să-și expliceze cunoștințele inițiale referitoare la subiectul studiului și c) a ajuta elevii să imagineze răspunsuri sau soluții posibile la întrebările și problemele formulate; d) a ajuta elevii să-și imagineze și planifice demersurile prin care pot afla răspunsurile dorite.
- *Explorare-Experimentare*: în această etapă, elevii proiectează/realizează observații, colectează și organizează date cantitative și calitative care să le permită identificarea unor tipare în desfășurarea fenomenului studiat. Totodată, elevii se familiarizează cu aparatura experimentală și realizează investigații ghidate (observații, analize și studii) și experimente. Rolul profesorului este de a le facilita elevilor înțelegerea sarcinii prin întrebări și sugestii, prin oferirea aparaturii experimentale necesare și de a monitoriza procesul de colectare și organizare a informațiilor. Pentru a le

dezvolta abilități necesare în realizarea investigațiilor, profesorul solicită elevii să abordeze experimentul de o manieră organizată, prin formularea de întrebări care pot fi testate experimental, formularea unor ipoteze, controlul variabilelor, formularea concluziilor, calculul erorilor etc. În vederea facilitării procesului interpretării datelor/rezultatelor colectate, profesorul le propune elevilor să utilizeze tabele, grafice și scheme sau alți organizatori grafici. De asemenea, profesorul le creează elevilor oportunități de colaborare și reflecție.

- *Reflecție-Explicare*: profesorul le cere elevilor să explice felul în care au înțeles fenomenele, problemele etc. studiate. Elevii analizează/filtrează observațiile, relaționează și interpretează datele, formulează constatări și concluzii, generalizează și integrează cunoștințele noi în sistemul cunoștințelor anterioare. Limbajul oferă posibilitatea organizării observațiilor, constatărilor etc. în lanțuri logice. Comunicarea are loc între elevi, între elevi și profesori, în cadrul unui proces de reflecție individuală și în grup.
- *Aplicare-Transfer*: elevii sunt încurajați să folosească noile cunoștințe și să continue să exploreze implicațiile, consecințele acestora. Ei reflectează, aprofundează și extind/dezvoltă ceea ce au învățat, fac conexiuni cu alte concepte înrudite, aplică înțelegerea dobândită în lumea din jurul lor, în moduri și în situații noi, mai puțin familiare. Această etapă trebuie privită ca fiind foarte importantă pentru că utilizarea cunoștințelor de către elevi reprezintă adevărata confirmare a înțelegerii acestora.
- *Evaluarea*: profesorul le solicită elevilor să își evalueze cunoștințele și abilitățile. Odată cu evaluarea nivelului învățării și a eficienței lecției, este supus evaluării și procesul prin care elevii și-au construit noua cunoaștere.

Modelul ciclic avansat în proiectul nostru amendează și completează atât cadrul ERR, cât și modelul Bybee (1989). Prezentăm aceste nuanțări introduse în cele ce urmează. Astfel, nici etapa evocării din cadrul ERR și nici etapa Angajării din ciclul Bybee (1989) nu evidențiază, explicit, importanța anticipării de către elevi a rezultatelor învățării și a demersurilor de realizat. Ori, capacitatea de a-ți fixa obiective, de a anticipa rezultate și de a proiecta demersul obținerii acestora este extrem de valoroasă pentru procesul învățării. Ca urmare, în modelul propus, prima etapă a fost numită *Evocare – Anticipare* și ea include activități ce dezvoltă capacitatea elevilor de a reflecta asupra cunoștințelor lor inițiale, de a formula întrebări și probleme, de a-și fixa obiective și de a anticipa rezultate și demersuri de realizat.

De asemenea, față de modelul Bybee, modelul propus de noi accentuează în cea de a doua etapă (a *explorării*), importanța activităților de tipul hands-on și minds-on: experimente, măsurători, observații, modelare și rezolvare de probleme pentru construirea cunoașterii științifice de către elevi. Aceștia sunt astfel familiarizați cu metoda științifică care presupune, după confruntarea cu o întrebare sau problemă: observarea și colectarea datelor; analiza și procesarea informațiilor pentru identificarea unor regularități, tipare (modelul); formularea de ipoteze și predicții etc. și conturarea unor explicații; testarea ipotezelor și implicit, a modelului prin observații, experimente, demonstrații matematice etc.; confirmarea sau respingerea ipotezelor și comunicarea rezultatelor; modificarea, dezvoltarea sau invalidarea modelului, în funcție de constatări și concluzii.

Ca urmare a ponderii mari a activităților investigative, am numit această etapă *Explorare – Experimentare*. Importanța integrării în educația științifică a elementelor practice (hands-on) este subliniată,

bunăoară, în modelul avansat de Alaska Science Consortium, iar modelul nostru a preluat sugestia.

În privința celei de a treia etape (*Reflecție-Explicare*) modelul avansat în proiectul de față se diferențiază de modelul Bybee (1989) prin faptul că evidențiază, rolul *reflecției* în formarea competențelor elevilor. Astfel, în această etapă sunt vizate două aspecte:

- a) Pe de o parte, elevii folosesc informațiile, observațiile și datele colectate în etapa anterioară pentru a explica faptele, observațiile experimentale și a formula concluzii. Profesorul denumește conceptele științifice și legile implicate, formulează întrebări convergente care să-i ajute pe elevi să-și expună ideile, iar elevii reformulează informațiile (concluzii și generalizări) utilizând terminologia indicată de profesor. Cunoașterea elevilor se rafinează: elevii învață să distingă ceea ce este esențial pentru producerea unui fenomen fizic de ceea ce e doar accidental; descoperă și înțeleg conexiuni cauzale, se familiarizează cu importanța lor în formularea legilor fizicii. Acest aspect ține de *Explicare*.
- b) Pe de altă parte, elevii sunt invitați să își revizuiască ideile și cunoștințele anterioare în baza rezultatelor investigației pe care au desfășurat-o. Prin verbalizare și dialog, elevii sunt angajați într-un demers de elaborare a unor explicații sau a unor alternative explicative logice și coerente. Elevii folosesc datele obținute pentru a stabili dacă ipotezele și explicațiile propuse sunt valide sau trebuie respinse, descoperă ce înseamnă să produci o explicație, să justifici sau să argumentezi o ipoteză. Acest aspect ține de *Reflecție*.

Și referitor la cea de a patra etapă, modelul avansat în proiectul nostru aduce unele precizări față de modelul Bybee. Extinderea

cunoașterii dobândite în faza anterioară are cel puțin două dimensiuni distincte: pe de o parte, ea poate fi *aplicată* în contexte similare în care ea este relevantă, de pildă din viața cotidiană, dar pe de altă parte, ea poate fi *transferată* cu succes în contexte foarte diverse, mai puțin similare. Elevul descoperă singur că poate folosi cunoașterea dobândită pentru a rezolva probleme și sarcini noi, pentru a lua decizii ce presupun analiza, sinteza, interpretarea unor date, validarea unor ipoteze etc. Aplicarea și transferul conferă un sens mai profund cunoașterii nou dobândite, transformând-o practic într-o achiziție durabilă. Diagrama de mai jos redă sintetic structura modelului ciclic propus în metodologia noastră.

Diferențiindu-se prin etapele Explorare-Experimentare, Reflecție-Explicare și Aplicare-Transfer menționate de modelul Bybee (1989), modelul elaborat în proiectul nostru detaliază etapele Realizarea sensului și Reflecție ale cadrului ERR.

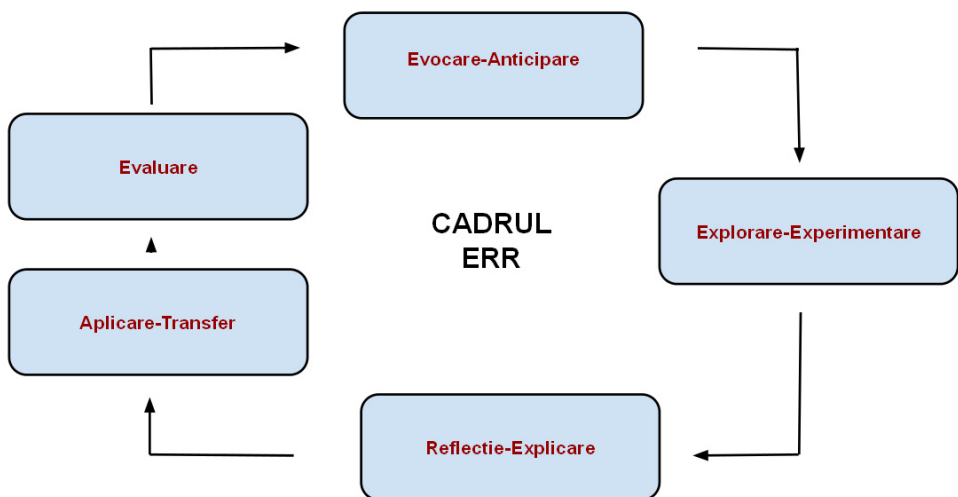


Figura 4. Diagrama prezintă modelul ciclic al învățării propus în acest proiect – toate unitățile de învățare din ghidul metodologic sunt structurate potrivit acestui model; secvențele unităților de învățare corespund etapelor ciclului ERR din diagramă

2.2.3. Tipologia activităților didactice derivate din modelul ciclic al învățării bazat pe investigație (inquiry)

În inventarul următor am selectat 4 tipuri de activități didactice. Acestea au la bază investigația științifică, învățarea prin rezolvare de probleme, modelare și proiect. Ele stau la baza strategiilor asociate modelului ciclic al învățării prezentat anterior și au meritul de a facilita elevilor înțelegerea „naturii cunoașterii științifice” (Lederman, 2007, 832-835). Unele dintre metodele mai sus precizate sunt utilizate frecvent în predarea disciplinelor științifice dar noutatea propunerii noastre constă în integrarea lor într-o organizare *ciclică potrivit modelului în patru secvențe (plus evaluarea)*, dezvoltat pornind de la cadrul ERR. Astfel, unitățile de învățare din *Ghidul metologic de învățare a fizicii* sunt structurate fiecare potrivit unuia dintre cele patru strategii didactice bazate pe metodele enumerate mai sus.

Alegerea uneia sau a alteia dintre strategii (investigația/investigation, rezolvarea de probleme, modelarea și proiectul) pentru organizarea fiecărei unități de învățare a fost gândită pornind de la analiza modalităților optime de abordare a curriculumului, în vederea formării la elevii care studiază fizica a competențelor urmărite de curriculum. Mai mult, ele au fost alese dintre exemplele de bune practici în predarea-învățarea științelor exacte utilizate în țările cu sisteme educaționale performante. Precizăm însă că profesorul are libertatea de a utiliza la clasă și alte metode didactice pe care le consideră eficiente¹. Aceste metode sunt prezentate pe larg în 2.2.3.1.

¹ Una dintre aceste metode ar fi și *descoperirea dirijată*; din păcate, în momentul finalizării actualei forme a *Ghidului metodologic* nu a existat o masă critică de profesori care să poată utiliza această metodă în construirea unităților de învățare.

2.2.3.1. Detalierea metodelor didactice asociate modelului de predare-învățare bazat pe investigație

În cele ce urmează vom detalia modul în care cele 4 metode didactice menționate mai sus se integrează în modelul ciclic de predare-învățare a fizicii bazat în sens generic pe investigație (*inquiry*). De asemenea, vom arăta și ce *competențe* sunt vizate prin fiecare dintre cele patru metode didactice. În acord cu paradigma procesului de învățământ centrat pe competențe, dar și potrivit recomandărilor OECD (2010), competențele sunt operaționalizate în model sub formă de *acțiuni*. Este vorba despre acțiuni specifice, pe care elevii trebuie să le deprindă, prin instruire, în sala de clasă (în acest fel, competențele sunt deosebite de simpla posesie de cunoștințe). În cadrul unităților de învățare, ansamblul de competențe vizat (prin aplicarea diferitelor strategii didactice) este operaționalizat/se concretizează printr-un set de obiective pedagogice sau acțiuni ce trebuie îndeplinite de către elevi pe parcursul fiecărei lecții. Atingerea sistematică a obiectivelor pedagogice de către elevi indică măsura în care aceștia dobândesc competențele vizate.

A. Investigația științifică (*investigation*) – Unitatea de învățare bazată pe investigație științifică este o succesiune de lecții, organizate sistematic:

- plecând de la o întrebare deschisă privind explicarea unui fenomen sau de la o situație-problemă care generează un conflict cognitiv;
- reprezentând etapele unei activități bazate pe acțiune din partea elevilor (elevii se angajează într-o investigație științifică autentică, în căutarea răspunsului la întrebarea inițială sau pentru rezolvarea conflictului cognitiv de care se izbesc);

- în care elevii observă, formulează la rândul lor întrebări, ipoteze, reflectează asupra dovezilor colectate, comunică rezultate (Ciascai, 2016, p.70-71).
- potrivit unei strategii de învățare *proactivă* (cunoștințele și competențele elevilor dezvoltându-se în mod natural, o dată cu investigarea răspunsurilor la întrebarea inițială care a generat conflictul cognitiv). Vecchi (1992, p.111) apreciază că o activitate didactică concentrată în jurul unui obiectiv-obstacol sau obiectiv-problemă îl plasează cu adevărat pe elev în centrul procesului de învățare.²

Tabelul 2 evidențiază maniera în care investigația științifică (metodă dominantă în strategiile didactice asociate unora dintre unitățile de învățare) se integrează în modelul ciclic propus în acest proiect.

Secvențele unității de învățare	Strategie didactică bazată predominant pe investigație- obiective pedagogice vizate
I. Evocare– Anticipare	1. Formularea întrebării de investigat și avansarea unor ipoteze (răspunsuri) alternative; proiectarea investigației
II. Explorare– Experimentare	2. Colectarea probelor necesare testării explicațiilor posibile, analizarea și interpretarea informațiilor, formularea unor concluzii preliminare (parțiale)
III. Reflecție– Explicare	3. Sinteza datelor și propunerea unei explicații (generalizări)
IV. Aplicare– Transfer	4. Includerea altor informații , situații, cazuri particulare; comunicarea rezultatelor; 5. Valorificarea noilor cunoștințe (concepte, proceduri, procese și strategii cognitive; valori și limite; extinderea sferei noilor cunoștințe).

² În stabilirea caracteristicilor celor 4 metode didactice s-a plecat de la descrierile propuse de dl Iulian Leahu în momentul în care a fost demarat proiectul „Reforma predării fizicii” (mai 2011), finanțat de Romanian-American Foundation.

B. Rezolvarea de probleme – Unitatea de învățare bazată pe rezolvarea de probleme este o succesiune de lecții:

- declanșate de sesizarea unei probleme (cel mai adesea complexă, fără soluții definitive clare), de obicei din viața cotidiană, dar legată de tema în discuție;
- urmărind ca elevii să ajungă: să definească mai structurat problema în discuție; (b) să formuleze ipoteze; (c) să se documenteze, să analizeze, să cerceteze ca să obțină noi informații din diverse surse și să le filtreze; (d) să-și revizuiască ipotezele formulate inițial în lumina noilor date (obținute prin documentare sau cercetare); (e) să elaboreze soluții; și (f) să justifice soluțiile și rezultatele obținute în baza dovezilor și a raționamentelor realizate (Gallagher et al., 1995 citați de Karakas, 2008).
- potrivit unei strategii de învățare *proactivă*.

Învățarea prin rezolvare de probleme se concentrează pe două direcții: a) elaborarea/construirea unei strategii de rezolvare a unei probleme sau b) utilizarea unei strategii elaborate pentru rezolvarea unei probleme la rezolvarea unei alte probleme. În acest ultim caz, strategia poate fi modificată sau adaptată în funcție de particularitățile problemei de rezolvat.

În rezolvarea unei probleme de fizică este utilă abordarea etapizată, fiecare etapă putând fi astfel mai bine înțeleasă. O atenție deosebită trebuie acordată etapei de analiză a conținutului problemei (identificarea sistemului fizic, al fenomenelor și al proceselor fizice, al mărimilor fizice date și cerute etc.) care conduce la integrarea problemei în teorie. În acest scop, dar și pentru o reprezentare cât mai corectă a spațiului problemei, se apelează, de regulă, la modelare

grafică. Alegerea metodei de rezolvare, construirea sistemului de ecuații și elaborarea soluției trebuie să se finalizeze cu verificarea completitudinii și compatibilității sistemului de ecuații și a acceptabilității soluției. Interpretarea soluției este o etapă absolut necesară.

Valorificarea în învățare a problemei/metodei de rezolvare sau soluției presupune:

- construirea unei noi probleme pornind având ca cerință ceva ce s-a dat în problema rezolvată (datele de intrare devin date de ieșire și invers);
- reformularea problemei prin luarea în considerare a unor parametri neglijați în problema rezolvată;
- transferul metodei de rezolvare a problemei în alt domeniu;
- identificarea unei metode alternative de rezolvare;
- valorificarea rezultatelor (pentru extinderea cunoștințelor elevilor), în situații din viață sau practice, prin generalizări sau particularizări ale soluției (Ciascai, 1999).

Aceste demersuri sunt adesea omise în practica școlară dar valorizate în cadrul proiectului de față. Mai trebuie observat că raportarea soluției la conținutul problemei prefigurează un demers ciclic menit să aprofundeze cunoașterea obținută. Privită din această perspectivă, problema reprezintă o amorsă pentru o serie de activități de aprofundare și extindere a cunoștințelor (apropiind rezolvarea de probleme de învățarea bazată pe probleme).

S-a constatat de-a lungul timpului că elevii implicați într-o activitate de învățare bazată pe rezolvare de probleme: (a) participă mai activ la procesul de învățare; (b) își asumă responsabilitatea pentru propria învățare și (c) devin mai eficienți sub aspect organizatoric (managementul timpului, managementul altor resurse) și al capacității de a defini probleme și teme de studiu și (d) sunt capabili să

evalueze realist și eficient resursele disponibile (Gallagher et al., 1995 citați de Karakas, 2008). Parte din aceste abilități sunt incluse printre abilitățile de autoreglare a învățării (Sungur & Tekkaya, 2006).

Tabelul 3 evidențiază maniera în care rezolvarea de probleme (metodă dominantă în strategiile didactice asociate unora dintre unitățile de învățare) se integrează în modelul învățării propus în acest proiect.

Secvențele unității de învățare	Strategie didactică bazată predominant pe rezolvare de probleme – obiective pedagogice vizate
I. Evocare–Anticipare	1. Sesizarea problemei și avansarea strategiilor de rezolvare;
II. Explorare–Experimentare	2. Generarea soluțiilor alternative (identificarea componentelor, analiza secvențelor);
III. Reflecție–Explicare	3. Evaluarea și alegerea soluției adecvate;
IV. Aplicare–Transfer	4. Testarea soluției și a predicțiilor bazate pe ea și raportarea rezultatelor; 5. Valorificarea soluției (concepte și strategii cognitive; valori și limite).

C. Modelarea

Trebuie spus aici că *modelarea și modelul* joacă în știință și în predarea științei un rol extrem de important, prin faptul că facilitează oamenilor de știință, dar și celor care învață (atunci când e desfășurată ca exercițiu), înțelegerea unor procese și concepte complexe.

Modelul reprezintă un instrument teoretic sau concret, construit artificial cu scopul de a descrie, explica/interpreta și de a prevedea evenimente din desfășurarea unor fenomene (Ciascai, 1999, p.81). Modelul descrie structura (sistemică, geometrică, temporală, a interacțiunilor)

și/sau proprietățile unui sistem fizic (Hestenes, 1996, p.8). Clasificarea modelelor cunoaște în literatură o mare diversitate. Astfel, putem vorbi despre: a) modele mentale analogice/calitative și propoziționale (Cerghit, 2006, p.228); b) modele conceptuale (matematice, lingvistice, numerice, machete la o anumită scară, diagrame, imagini statice, simulări și filme) (Hestenes, 2006, p.11-15); c) modele fizice; d) modele ale obiectelor, modele ale sistemelor fizice, modele ale interacțiunilor, modele ale proceselor (calitative și cantitative), modele temporale (Hestenes, 1996, p.9-12; Etkina, Warren, & Gentile, 2006, p. 35; Hestenes, 2006, p.10) etc.

Din punct de vedere didactic, prezintă interes atât construirea de modele, cât și utilizarea acestora. Ambele sunt posibile numai dacă se ține seama de următoarea regulă: sistemul model este construit pe baza unui sistem sau proces care a fost bine înțeles și va fi folosit pentru a explica un alt sistem sau proces care se dovedește greu de înțeles sau la care accesul direct este dificil sau nu e posibil.

Demersul modelării implică, în mare, următoarele etape (Ciascai, 1999, p.81-93): (a) analiza originalului pentru identificarea unui model posibil a fi utilizat în studiul sistemului original sau al procesului (cel mai adesea apelând la analogie); (b) concretizarea modelului în funcție de scopul modelării (și validarea modelului); (c) utilizarea modelului în scopul producerii noilor cunoștințe; (d) transferarea asupra originalului a rezultatelor obținute prin utilizarea modelului. Acest demers este unul ciclic (Hestenes, 1995, p.27).

Tabelul 4 evidențiază maniera în care modelarea, ca metodă dominantă în strategiile didactice asociate unora dintre unitățile de învățare, se integrează în modelul ciclic propus în acest proiect.

Secvențele unității de învățare	Strategie didactică bazată predominant pe modelare - obiective pedagogice vizate
I. Evocare–Anticipare	1. Sesizarea modelului (conceptual, material, procedural)/ sesizarea necesității elaborării unui model;
II. Explorare–Experimentare	2. Identificarea componentelor modelului (concepțe, secvențe, proceduri)/ construirea modelului. Utilizarea modelului pentru a stabili limitele domeniului în care descrie corect realitatea și limitele de aplicare;
III. Reflecție–Explicare	3. Organizarea datelor obținute prin utilizarea modelului, compararea cu modelul original și propunerea unor generalizări;
IV. Aplicare–Transfer	4. Testarea modelului obținut, prin includerea altor cazuri particulare; 5. Extinderea sferei noilor cunoștințe prin includerea altor informații.

D. Proiectul (învățarea bazată pe proiect) – Unitatea de învățare bazată pe proiect este o succesiune de lecții:

- caracterizate de etapele realizării unor *produse materiale* (referate, demonstrații, experimente, compoziții pe teme științifice etc.) legate de tema în discuție;
- reprezentând o activitate propriu-zisă de cercetare-documentare;
- potrivit unei strategii de învățare *proactivă* (cunoștințele și competențelor elevilor dezvoltându-se o dată cu parcurgerea etapelor proiectului).

Tabelul 5 evidențiază maniera în care învățarea bazată pe proiect se integrează în modelul ciclic al învățării propus în acest proiect.

Secvențele unității de învățare	Strategie didactică bazată predominant pe proiect – obiective pedagogice vizate
I. Evocare - Anticipare	1. Realizarea planului operațional al proiectului/al realizării produsului (motivare, analiză de nevoi, criterii de evaluare, planificarea etapelor);
II. Explorare - Experimentare	2. Explorarea criteriilor de evaluare a produsului și formularea unor generalizări parțiale;
III. Reflecție - Explicare	3. Selecția mijloacelor (materiale, conceptuale) necesare realizării produsului; analiza criteriilor de selecție și formularea concluziilor;
IV. Aplicare - Transfer	4. Testarea calității produsului obținut și revizuirea planului operațional; includerea altor cazuri particulare; raportarea rezultatelor; 5. Valorificarea noilor cunoștințe (concepte, proceduri, procese și strategii cognitive; valori și limite, extinderea sferei noilor cunoștințe).

Învățarea bazată pe proiecte reprezintă, în practica didactică, o alternativă la metodele tradiționale de predare-învățare (fiind concomitent o metodă de învățare și o metodă de evaluare).

Etapele realizării unui proiect sunt următoarele. (a) etapa pregătitoare/organizatorică care presupune: selectarea temei proiectului; stabilirea structurii (sarcini, termene de realizare, activități, surse de documentare, aspectele pentru care pot solicita sprijinul profesorului etc.); organizarea muncii în echipă; (b) etapa de realizare propriu-zisă a proiectului vizează: desfășurarea proiectului; monitorizarea realizării proiectului de către profesor; profesorul este persoană resursă pentru elevii implicați în proiect; (c) finalizarea proiectului și evaluarea internă: asamblarea produselor individuale; autoevaluarea și evalua-

rea în grupul de lucru; realizarea unor remedieri, retușuri; elaborarea și redactarea raportului scris; (d) raportarea și evaluarea externă: prezentarea proiectului și a rezultatelor individuale în fața întregului colectiv de elevi; evaluarea la nivel de proces și de rezultate a proiectului, realizată în colectivul clasei; autoevaluarea și evaluarea de progres realizată de/pentru fiecare elev; (e) diseminarea rezultatelor (proceduri, produse): selectarea rezultatelor, a procedurilor și a competențelor transferabile; selectarea elementelor-model și difuzarea lor la nivelul școlii etc. (Ciascai, 2010, p.38).

Ca *alternativă* la metodologia clasică, pedagogia proiectului are numeroase avantaje (ibidem): aduce o schimbare în rutina zilnică, ceea ce oferă elevilor un plus de motivație; implică elevii în activități de o complexitate sporită și de durată mai mare; este antrenantă pentru elevi, fiindcă transferă activitatea în afara clasei; presupune, pentru realizarea proiectului, apelarea mai puțin la cunoștințele factuale și mai mult la capacități, competențe; îmbină, în realizarea proiectului, o gamă largă de capacități și aptitudini ale elevilor; presupune o marjă mai mare de autonomie a elevului.

Această autonomie ar putea fi percepută ca un stres de către elevul conștient că i se solicită realizarea unui produs complex dacă responsabilitatea n-ar fi împărțită cu ceilalți membri ai grupului de lucru; accentul se mută de la competiția dintre elevi spre colaborare; durata mare de realizare a proiectului permite elevului/elevilor reglarea procesului (remedieri, îmbogățiri etc.); evaluarea pe care o implică proiectul este în egală măsură de proces, de produs și de progres; monitorizarea realizării proiectului îi permite profesorului sesizarea dificultăților întâmpinate de către fiecare elev în parte și a modului în care aceste dificultăți sunt depășite de elev.

PARTEA A II-A

2.3. Metodologia promovată în modelul propus de proiect

Învățarea prin investigație (Inquiry Based Learning/IBL) poate fi privită atât ca o filosofie a educației, cât și ca o metodologie (Cleverly, 2003, p.9). Reamintim că sursa citată subliniază că, implementată la nivel strategic și privită ca filosofie, IBL ar trebui să conducă la revizuirea și regândirea curriculumului de științe în ansamblul său. Dar, privită ca metodologie a predării-învățării, IBL poate fi integrată cu succes la nivelul curriculumului tradițional.

Modelul ciclic avansat în acest proiect vizează dezvoltarea holistă a competențelor din domeniul științelor (OECD, 2007, 2010). Ca urmare, din punct de vedere metodologic a contat în mod deosebit pentru noi modul în care elevii ajung să cunoască și să abordeze:

A. *Momentul inițierii unei investigații* – Metodele didactice folosite în acest moment al lecției urmăresc stârnirea curiozității (interesului) elevilor pentru a învăța. Profesorul poate utiliza conversația euristică adresând elevilor întrebări/ situații-problemă izvorâte din experiența lor de viață (sau raportabile la această experiență și prezentate cel mai adesea sub forma unui conflict cognitiv; poate apela la observația sistematică a unor fapte, fenomene; la documentare (studiul unor materiale) etc. Este important ca elevii să fie provocați să identifice și formuleze întrebări și probleme sau să extindă problemele formulate de profesor sau colegi. Prin aceste modalități de introducere a temelor științifice, elevii își formează deprinderea de a privi problemele, mai mult sau mai puțin complexe din existența cotidiană, cu curiozitate și interes, cu dorința de a le rezolva și a le înțelege (și nu de le evita).

B. *Scopul/obiectivele investigației* – În cadrul fiecărei unități de învățare elevii exersează planificarea unei investigații (*inquiry*), încercând să formuleze întrebarea de plecare sau situația-problemă în termeni cât mai apropiați de cei științifici și încercând să anticipeze rezultatele investigației pe care o vor realiza. În acest proces, elevii realizează că se află în căutarea unui răspuns la o problemă științifică, că sunt implicați în elaborarea sau susținerea unei ipoteze, a unui model etc. și că toate aceste demersuri fac parte din scopul/obiectivele unei investigații cu caracter științific.

C. *Experimentele (sau studiile de caz)* – În cadrul unităților de învățare ce propun experimente sau studii de caz, elevii învață să condiționeze alegerea tipului de cercetare a situației-problemă/întrebării inițiale în funcție de natura acesteia (bunăoară, nu toate întrebările se pretează la abordări experimentale), proiectează experimentul (studiul de caz), realizează controlul și sinteza datelor. În aceste cazuri învățarea este de natură practică, însă trebuie specificat că ea este permanent însoțită de momente de reflecție ce îi ajută pe elevi să conceptualizeze/expliciteze activitatea pe care o realizează și să înțeleagă rolul experimentelor (studiilor de caz) în știință. Relativ la C, modelul ciclic propus ține seama de încă două aspecte: Tipologia datelor rezultate din experimente și Proceduri și instrumente de măsurare.

D. *Tipologia datelor rezultate din experimente* (cantitative și calitative, empirice, provizorii sau susceptibile de a fi testate, falsificate sau corectate).

E. *Măsurarea – proceduri și instrumente de măsurare* (variații, precizia aparatelor și a procedurilor aplicate, inclusiv asigurarea reproductibilității).

F. *Tipuri de explicații* (ipoteze, teorii, modele, legi științifice) – Potrivit modelului ciclic propus, un aspect important al învățării îl reprezintă competențelor elevilor de formulare a explicațiilor științifice și de elaborare a argumentelor. Dezvoltarea competențelor ce permit oferirea de explicații științifice, pentru fenomene și situații dintre cele mai diverse este vizată unanim de toate modelele de predare subsumate modelului ciclic propus. De cele mai multe ori, înțelegerea unui fenomen, proces, situație etc. este relevată de pertinența explicației oferite pentru producerea sa și, drept urmare, familiarizarea cu explicațiile și exersarea tipurilor standard de explicații din știință este urmărită îndeaproape în metodologia noastră.

G. *Construirea explicațiilor* (reprezentarea datelor, rolul cunoștințelor existente și al dovezilor disponibile, rolul creativității și imaginației, logica etc.). Prin faptul că metodele didactice propuse în metodologia noastră nu îi îngăduie profesorului să ofere în mod direct soluția, răspunsul, ipoteza sau predicțiile corecte la întrebarea/situația de pornire, ci calea de la problemă la soluție este construită pas cu pas pe parcursul fiecărei unități de învățare prin implicarea directă a elevilor, aceștia devin foarte activi în formularea explicațiilor, în analizarea (acceptarea/respingerea) alternativelor explicative și în structurarea predicțiilor. Este de evidențiat că acest proces, în care profesorul joacă doar rolul de facilitator, mobilizează și pune în mod sistematic în exercițiu resurse cognitive diverse (cunoaștere prealabilă, imaginație, gândire logică, creativitatea sau gândirea laterală). Mai mult, prin momentele de reflecție rezervate în structura fiecărei unități de învățare, elevii devin atenți la rolul datelor, al dovezilor disponibile, al raționamentelor (inductive sau deductive) în formularea de explicații sau predicții cu caracter științific și învață cum să abordeze o explicație științifică și în alte situații decât cea de la ora de fizică. Acest din urmă aspect este întărit mai jos.

H. *Regulile/principiile privind elaborarea explicațiilor* (consistența logică, întemeierea explicațiilor pe fapte etc.). Pentru că elevii sunt cei de la care se așteaptă explicații ale fenomenelor problematice, situațiilor-problemă etc. este important ca ei să facă distincția între explicații pertinente și explicații mai puțin pertinente. Exercițiile de argumentare inserate în metodele didactice propuse de noi, prin care elevii sunt îndemnați să susțină varianta explicativă aleasă de ei în fața alternativelor formulate de ceilalți, integrate într-un discurs coerent, reprezintă prilejul prin care profesorii familiarizează elevii cu metodele gândirii critice. Bunăoară, prin încercări repetate de argumentare, elevii învață să stabilească dacă o explicație este sau nu necontradictorie (dacă este contradictorie, atunci ea nu poate fi acceptată) sau dacă dovezile/datele invocate în sprijinul unei explicații sau ipoteze sunt relevante și reprezintă temeuri (solide și suficiente) pentru acceptarea acesteia. În acest fel, elevii devin competenți în evaluarea explicațiilor, realizând evaluarea în baza unor criterii adecvate. Ulterior ei pot folosi această competență în situații de viață dintre cele mai diverse.

I. *Rezultatele/produsele științei*. Nu în ultimul rând, prin modelul ciclic de predare-învățare avansat, elevii dobândesc și își fixează cunoștințe. Urmând metodele didactice prezentate, putem spune că elevii asimilează mai ușor conținuturile (cunoștințele) prescrise de programa de fizică întrucât acest model propune o învățare **contextualizată** (se pornește întotdeauna de la experiențele de viață ale elevilor), iar cunoașterea dobândită este **internalizată** (elevii înțeleg semnificația unei investigații științifice pe măsură ce o realizează ei înșiși, transpunând cunoașterea nouă în experiența proprie, extrapolând-o sau modificând-o pentru a ajunge la explicații sau ipoteze pertinente. Acest aspect dă o latură intuitivă și reprezentabilă conceptelor fizice, legilor naturii etc., transformându-le în achiziții durabile.

În completarea celor anterior prezentate detaliem pe scurt și alte metode pe care proiectul nostru le valorizează, care se regăsesc aplicate în proiectele unităților de învățare dezvoltate (chiar dacă într-o măsură mai mică).

Experimentul. Referirile la experiment s-au făcut în tratarea culturii științifice și a IBL. În cele ce urmează facem următoarele precizări suplimentare:

Învățarea prin experimentare presupune existența unui cadru de învățare care să favorizeze: a) identificarea problemelor de investigat de către elevi; b) avansarea de predicții și ipoteze; c) testarea ipotezelor sau a soluțiilor elaborate și d) interpretarea și extinderea/valorificarea rezultatelor.

Spre exemplu, elementele procedurale cheie implicate în experimentul realizat pentru testarea unei ipoteze sunt:

- planificarea realizării experimentului, la nivel global și de etape;
- stabilirea listei de materiale necesare și a condițiilor de utilizare ale acestora;
- stabilirea procedurii experimentale: categoriile de variabile necesar a fi luate în calcul: variabilele care nu se modifică (controlate) și variabilele care suferă schimbări (independente și dependente) respectiv selecția grupurilor experimentale și de control, stabilirea numărului de subiecți per grup, descrierea grupurilor și explicarea modului de stabilire a echivalenței lor;
- planificarea procedurilor implicate în colectarea datelor (cum se menține constantă valoarea variabilelor de control, cum se realizează modificarea valorilor variabilelor independente și dependente; tabele de date, grafice; numărul de determinări realizate);

- numărul de repetări ale experimentului pentru a asigura reproductibilitatea rezultatelor lui;
- posibilitatea replicării experimentului de către o altă persoană, urmând aceeași procedură (Ciascai, 2007, p. 68).

Problematizarea/Instruirea problematizată

Problematizarea reprezintă una dintre metodele cel mai frecvent utilizate de profesori pentru angajarea și implicarea activă a elevilor în procesul predării-învățării în general și al fizicii, în particular (Ciascai, 2011, p.27). Trebuie menționată opinia unor pedagogi (Bocoș & Diaconu, 2011, p.17; Cerghit, 2006, p.155) care consideră problematizarea o metodologie respectiv un principiu care orientează practica școlară.

Orice problematizare demarează cu formularea unei situații-problemă. Literatura domeniului (Bocoș & Diaconu, 2011, p.23; Cerghit, 2006, p.156; Ciascai, 2007, p.65; Leroy, 1975, citat de Minder, 2011, p.164) operează distincția între problemă și situație-problemă. Astfel, problema și rezolvarea de probleme trebuie privite ca demersuri de aplicare, întărire (confirmare) respectiv de verificare a unor reguli anterior însușite (Gagné, 1975, în Cerghit, 2006, p.156), în timp ce situația-problemă presupune o situație conflictuală, un blocaj cognitiv.

Problema reprezintă de fapt un construct căreia i se poate asocia o structură (elemente și relații între elemente). Rezolvarea problemei presupune re-structurare, iar soluția este o nouă structură (Minder, 2011, p.200).

Miclea (1994, p. 406) privește problema ca „o sarcină” supusă analizei elevilor pe două planuri:

- „problema ca atare, așa cum este prezentată ea” adică datele problemei: ce se dă și ce se cere într-o problemă și cerințele impuse rezolvării. Aceste informații reprezintă „*conținutul problemei*”;
- „modul în care subiectul își reprezintă problema” (ibidem). Această reprezentare internă a problemei este numită „*spațiul problemei*”. Spațiul problemei vizează atât datele problemei, cât și metacunoștințele: algoritmul sau etapele rezolvării problemei, strategiile adecvate de memorare sau reactualizare a informațiilor necesare rezolvării, raționamentele etc.

Trebuie adăugat faptul că didacticienii Guilbert & Ouellet (1999) iau în considerare existența unui „spațiu al soluției” (care include procedurile realizate pentru elaborarea soluției) precum și a unui „spațiu de reflecție și evaluare”.

Situația-problemă se diferențiază de problemă prin faptul că presupune existența unei stări conflictuale, provocate de confruntarea experienței cognitiv-emoționale anterioare cu necunoscutul prezent în problemă. Cerghit (2006, p.156) arată că o întrebare devine întrebare-problemă atunci când generează în plan psihic curiozitate, nedumerire, uimire iar în plan afectiv neliniște, insatisfacție, contestare și uneori chiar revoltă („asta nu e posibil/nu poate fi rezolvat/ceva e greșit” etc.). Acest conflict cognitiv (sau socio-cognitiv, în situațiile de colaborare și confruntare a schemelor cognitive diferite) este suportat cu dificultate de persoana care depune un efort suplimentar pentru depășirea lui (Festinger, teoria disonanței cognitive).

Deoarece caracteristica principală a situațiilor-problemă este aceea de a fi incitante, motivante, se consideră adesea, în mod eronat, că orice problemă sau întrebare care generează celui căruia i se

adresează curiozitate și interes este o situație-problemă. În fapt, o situație-problemă este percepută ca atare numai de elevii care posedă baza de cunoștințe necesară sesizării lacunei din cunoștințele lor sau contradicției dintre acestea și altele opozabile. Doar acești elevi pot sesiza faptul că se confruntă cu un obstacol și că, deși pentru moment nu văd o cale de depășire, acesta poate fi și va fi depășit prin integrarea cunoștințelor și a experiențelor de învățare anterioare (Ciascai, 1999, p.108; 2007, p.66). Am menționat astfel ceea ce Leroy (1975 citat în Minder, 2011, p.164) identifică drept a doua caracteristică importantă a situației-problemă și anume incertitudinea privind calea și mijloacele de rezolvare. Această incertitudine invită la căutarea răspunsului.

Minder (2011) identifică patru strategii de rezolvare a situației-problemă: căutarea răspunsului prin încercare și eroare (p.218), descoperirea răspunsului prin intuiție (p.242), emiterea răspunsului prin condiționare operantă (p.265) și achiziția răspunsului prin învățare verbal semnificativă (p.285). În proiectul de față optăm însă pentru o abordare strategică bazată pe cercetare (documentară, explorare/investigație). Această abordare este structurată la două niveluri, în baza considerentului că trebuie făcută o distincție între „treapta extragerii problemei și treapta rezolvării problemei” (Cerghit, 2006, p.161). Cu referire la aceste aspecte, în proiectul de față optăm pentru o explicitare treptată a situației-problemă, constând în restructurări succesive, bazate pe explorarea și analiza a situației-problemă:

Situație-problemă – Întrebare-problemă – Problemă deschisă – (Problemă închisă) – ... Soluție

Concretizarea situației-problemă se realizează deci printr-un demers de *cercetare* finalizat printr-o soluție, o diagnoză, o explicație, un mod de raționare etc. Căutarea unei soluții presupune identificarea componentelor și stabilirea relației între acestea, prin inducție

și printr-o abordare sistemică. Cercetarea conduce la prefigurarea unei soluții și presupune efort colectiv. Reflecția și evaluarea nu se vor centra doar asupra verificării soluției, ci și asupra modului de obținere a acesteia. *Verificarea soluției* implică confruntarea ei cu alte soluții obținute în alte contexte sau condiții, tot prin demers inductiv și efort colectiv; această confruntare poate conduce la confirmarea, modificarea sau respingerea soluției (Ciascai, 1999, p. 126-134)

Cel mai adesea situația-problemă este sugerată de profesor. Ea trebuie identificată în experiența de viață a elevilor și mai puțin în activitatea de laborator. În proiectul de față pledăm însă pentru instruirea elevilor cu privire la tehnicile de problematizare a unui conținut, sub îndrumarea profesorului care: (a) pune la dispoziția elevilor un material conflictual și le cere să sesizeze și să enunțe obstacolul/problema ce rezultă din acesta; (b) enunță situația-problemă și cere elevilor să găsească materialul necesar rezolvării ei; (c) solicită elevilor identificarea situației-problemă într-un material aparent lipsit de contradicții (Ciascai, 1999, p.117-128). Bruhardel (apud Cerghit, 1981, p.135) recunoaște că mai comodă este varianta a doua, dar, în funcție de gradul de inițiere al elevilor în tehnica problematizării unui conținut, se poate apela la celelalte variante.

Rezolvarea de probleme, metodă corelată problematizării, este utilizată sistematic în lecțiile de fizică. Cu referire la aceasta prezentăm critica formulată de Gil-Perez & Torregrosa (1983, p.289) care semnalează faptul că adeseori profesorii nu tratează rezolvarea de probleme ca o modalitate de aplicare a metodei științifice unui element de conținut științific ci ca un exercițiu de achiziție de cunoștințe prin memorare. Abordarea promovată în proiectul de față, propunând o abordare etapizată a rezolvării de probleme, caracterizată de o reflecție sistematică, urmărește să rezolve deficiența semnalată.

Problem Based Learning (PBL)

Învățarea bazată pe probleme, introdusă la mijlocul anilor '60 în cadrul învățământului medical, se caracterizează prin faptul că face din probleme, cel mai adesea culese din viața cotidiană, punctul de pornire al unei situații de învățare. Practicarea învățării bazate pe probleme facilitează, de asemenea, dezvoltarea abilităților metacognitive și de auto-reglare ale elevilor. În acest tip de activități, elevii se confruntă cu probleme care le solicită: (a) să definească o problemă insuficient precizată sau o problemă nestructurată; (b) să formuleze ipoteze; (c) să se documenteze, să analizeze, să cerceteze ca să obțină noi informații din diverse surse și să le filtreze; (d) să-și revizuiască ipotezele formulate inițial în lumina noilor date (obținute prin documentare sau cercetare); (e) să elaboreze soluții; și (f) să justifice soluțiile și rezultatele obținute în baza dovezilor și a raționamentelor realizate (Gallagher et al, 1995 citați de Karakas, 2008). Prin urmare, elevii implicați într-o activitate de învățare bazată pe probleme: (a) participă activ la procesul de învățare; (b) își asumă responsabilitatea pentru propria învățare și (c) devin mai eficienți sub aspect organizatoric (managementul timpului, managementul altor resurse) și al capacității de a defini probleme și teme de studiu și (d) sunt capabili să evalueze realist și eficient resursele disponibile (ibidem). Parte din aceste abilități sunt incluse între abilitățile de autoreglare a învățării (Sungur & Tekkaya, 2006).

În cazul învățării bazate pe probleme, ca și al învățării problematizate, profesorul – în loc să țină o prelegere, să specifice sarcini de lucru sau să propună exerciții – prezintă elevilor o situație-problemă și apoi sprijină, din poziția de facilitator, procesul rezolvării acesteia.

Învățarea devine activă în sensul că elevii vor descoperi noile cunoștințe. Lucrând în echipă, elevii vor avea ocazia să obțină performanțe superioare, să-și îmbunătățească abilitățile de comunicare, să persevereze în sarcină, să își apere pozițiile cu argumente și probe, să devină mai flexibili în prelucrarea informațiilor și să își dezvolte aptitudinile practice de care vor avea nevoie după finalizarea școlii.

În concluzie

Modelul promovat prin proiectul nostru este centrat pe investigație. După cum bine observă Prince și Felder (2006, p. 21), învățarea prin investigație este cea mai simplă, dar și cea mai eficientă metodă inductivă care poate fi utilizată de profesori, inclusiv de cei de fizică, în procesul de instruire. Cu ajutorul întrebărilor și al elaborării răspunsurilor la aceste întrebări, investigația permite o tranziție firească de la predarea-învățarea focalizată asupra profesorului la predarea-învățarea centrată pe elev. Dacă inițial profesorii adresează întrebări elevilor și oferă atât problema de rezolvat, cât și un plan sau metodele care să ghideze rezolvarea acesteia (*investigația structurată*), treptat, se face trecerea la identificarea planului de către elev, pentru o problemă definită de profesor (*investigația ghidată*) și în final la generarea problemei de rezolvat și a planului de rezolvare a acesteia de către elev (*investigația deschisă*). Pregătirea și exersarea elevilor în formularea de întrebări relevante pentru procesul învățării este facilitată de gândirea critică. Clearly (2003, p. 7) relaționează IBL cu gândirea critică, arătând că IBL presupune aplicarea unor abilități de investigație și deducție specifice gândirii critice.

Bibliografie

- Alberta Education. (2004). *Focus on inquiry: A teacher's guide to implementing inquiry-based learning*. Edmonton, AB: Alberta Education. http://www.learning.gov.ab.ca/k_12/curriculum/bySubject/focusoninquiry.pdf
- Alaska Science Consortium, (2011). *The Learning Science Model for Science Teaching*. <http://www.aksci.org/pdf/TheLearningCycleModelForScienceTeaching.pdf>.
- Atkin, J.M. & Karplus, R. (1962). Discovery or invention? *The Science Teacher*, 29(5), 45-51.
- Bocoș, M. (2002). *Instruire interactivă. Repere pentru reflecție și acțiune*. Cluj-Napoca: P.U.C.
- Bocoș, M., Diaconu, M. (2009). *Problematizarea. Aplicații la nivel universitar*. Cluj-Napoca: P.U.C.
- Bocoș, M.-D. (2013). *Instruirea interactivă*. Iași: Polirom.
- Brahier, D.J. (2013). *Teaching secondary and middle school mathematics*. Boston: Pearson.
- Bybee, R.W. et al. (1989). *Science and technology education for the elementary years: Frameworks for curriculum and instruction*. Washington, D.C.: The National Center for Improving Instruction. The 5E Learning Cycle: <http://faculty.mwsu.edu/west/maryann.coe/coe/inquire/inquiry.htm>. (22 Septembrie 2011).
- Bybee, R.W. (2002). Scientific Inquiry, Student Learning, and the Science Curriculum. În: *Learning Science and the science of learning*. Rodger W. Bybee (ed.). USA: National Science Teachers Association.
- Bybee, R.W., Van Scotter, P. (2007). Reinventing the Science Curriculum. The Biological Sciences Curriculum Study proposes a curriculum that puts meaningful learning first. *Educational Leadership, Science in the Spotlight*, 64(4), pp. 43-47.
- Bybee, R.W. (2010). *The teaching of science. 21st Century Perspectives*. NSTA Press.

Model ciclic de predare-învățare bazat pe investigație

- Bybee, R.W. (2013). *Translating the NGSS for classroom instruction*. NSTA Press.
- Cerghit, I. (2006). *Metode de învățământ*. Iași: Polirom.
- Chiappetta, E.L., Koballa, Th.R. (2001). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools* (5th Edition). Prentice Hall.
- Ciascai, L. (1999). *Strategii euristice de instruire la fizică*. Cluj-Napoca: Presa Universitară Clujeană.
- Ciascai, L. (2006). *Didactica științelor naturii*. Cluj-Napoca: Casa Cărții de Știință
- Ciascai, L. (2007). *Didactica fizicii*. București: Corint
- Ciascai, L. (2010). Modele de învățare autoreglată și dezvoltare metacognitivă a elevilor la matematică și științe. În: L. Ciascai (coord.), Codruța Mih, Lavinia Haiduc, Iuliana Marchiș, Alexandru Brad, *Învățarea autoreglată și dezvoltarea metacognitivă la matematică și științe. Studii și cercetări*. Cluj-Napoca: Casa Cărții de Știință, p.27-41.
- Ciascai, L. (2011). *Practici educaționale în domeniul învățării autoreglate și dezvoltării metacognitive*. Cluj-Napoca: Casa Cărții de Știință.
- Ciascai, L. (2013). *Fundamente ale unei Didactici a fizicii centrate pe competențe*. București: Editura MATRIX.
- Cleverly, D. (2003). *Implementing inquiry-based learning in nursing*. London, NY: Routledge, Taylor & Francis e-Library.
- Dumitru I.A.I. (2000). *Dezvoltarea gândirii critice și învățarea eficientă*. Timișoara: Editura de Vest.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *A proposed 7E model emphasizes "transfer of learning" and the importance of eliciting prior understanding*. The Science Teacher", National Science Teachers Association (NSTA) 70, 6, 56-59. <http://www.its-about-time.com/htmls/ap/eisenkraftst.pdf>. (26 august 2012).
- Etkina, E., Warren, A. & Gentile M. (2006). The role of models in physics instruction. *The Physics Teacher*, 44, 34-39.
- Flick, B. (2006). Developing understanding of scientific inquiry in secondary students. In: L.B. Flick, & N.G. Lederman (eds.) *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Netherlands: Springer, 157-172.
- Gil-Perez, D., Torregrosa, Y.-M. (1983). Problem Solving in Physics. A Critical Analysis. *International Summer Workshop Research on Physics Education*. June 26 - July 13, 1983. La Londe les Maures, France, Paris: Edition de CNRS. p. 289-296.
- Giry, M. (1994). *Apprendre à raisonner, apprendre à penser*. Paris: Hachette.

- Gonzales, P., Williams, T., Jocelyn, L., Roey, S., Kastberg, D. & Brenwald, S. (2008). *Highlights from TIMSS 2007: Mathematics and Science Achievement of U.S. Fourth- and Eighth-Grade Students in an International Context* (NCES 2009–001) (U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics) (Washington, DC: U.S. Government Printing Office).
- Guilbert, L., Oullet, L. (1999). *Études de cas - Apprentissage par problèmes*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Harlen, W. (2004). Evaluation of Inquiry-based Science. National Academy of Science. http://www7.nationalacademies.org/bose/wharlen_inquiry_mtg_paper.pdf (14 septembrie, 2012)
- Henshall Wilson, L. (2006). *How students really learn: instructional strategies that work*. Rowman & Littlefield Education.
- Hestenes, D. (1995) Modeling Software for Learning and Doing Physics. *Thinking Physics for Teaching*. In C. Bernardini, C.Tarsiatni & M. Vicentini (Eds). New York & London: Plenum Press.
- Hestenes, D. (1996). Modeling Method for Physics teachers. *Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education* (College Park, August 1996).
- Hestenes, D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. *Proceedings of the 2006 GIREP conference: Modelling in Physics and Physics Education*.
- Karakas, M. (2008) Graduating reflective science teachers through problem based learning instruction. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 2 (1).
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Lederman, N.G. Nature of Science: Past, Present, and Future. Chapter 28. In Abell, S.K. and Lederman, N.G. (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* p. 831-880
- Llewellyn, D. (2013). *Differentiated Science Inquiry*. Corwin Press
- Magnusson, S.J., Sullivan Palincsar, A.,Templin, M, (2006). Community, culture, and conversation in inquiry-based science instruction. In: L.B. Flick, & N.G. Lederman (Eds.) *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Netherlands: Springer, 131-155.

Model ciclic de predare-învățare bazat pe investigație

- Mih, C. (2010). *Învățarea auto-reglată și dezvoltarea metacognitivă. Modele teoretice și aplicații*. Cluj-Napoca: Casa Cărții de Știință.
- Minder, M. (2011). *Didactică funcțională. Obiective, strategii, evaluare. Constructivismul operant*. Cluj-Napoca: Editura ASCR.
- National Research Council (NRC)/ National Academy of Sciences (1996). *National Science Education Standards*. Washington D.S. National Academy Press.
- National Research Council (NRC)/ Committee on Learning, Research and Educational Practice. (1999). In M.S. Donovan, J.D. Bransford & J.W. Pellegrino (eds.) *How People Learn: Bridging Research and Practice*, Washington D.S. National Academy Press.
- National Research Council (NRC)/Committee on How People Learn (2005). *How Students Learn: Mathematics in the Classroom. A Targeted Report for Teachers*. Board on Behavioral, Cognitive, and Sensory Sciences, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, National Academies Press.
- Nicu, A. (2007). *Strategii de formare a gândirii critice*. București: Editura Didactică și Pedagogică, R.A.
- Noveanu, G., Noveanu, D., Singer, M. & Pop, V. (2002). *Invațarea matematicii și a științelor naturii. Studiu comparativ (1)*. București: S.C. Aramis print S.R. L., Consiliul Național pentru Curriculum, 21-25.
- OECD (2007). *PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World, Vol. 1. A profile of student performance in reading and mathematics from PISA 2000 to PISA 2006* (Paris: OECD).
- OECD (2010). *Pisa 2009 Results: What students Know and Can Do. Student Performance in Reading, Mathematics and Science. Volume 1*. Paris: OECD.
- OCDE (2013), *Résultats du PISA 2012 : Savoirs et savoir-faire des élèves: Performance des élèves en mathématiques, en compréhension de l'écrit et en sciences*. Paris: Éditions OCDE.
- OECD (2014). *PISA 2012 Results in Focus: What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. Paris: Éditions OCDE.
- Prince, M.J., Felder, R.M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*. www.ncsu.edu
- Ridgeway, V. G. (2005, Spring). Reading and Writing for Critical Thinking: Open minds, open hearts, open schools. *Literacy & Social Responsibility*, 1(1). www.clemson.edu/uwp/.../Ridgeway.doc

- Settlage, J., Southerland, S. (2012). *Teaching Science to Every Child: Using Culture as a Starting Point*. Routledge.
- Schmidt, W., Houang, R. & Cogan, L. (2002). A Coherent Curriculum: The Case of Mathematics. *American Educator*: 1–17. <http://www.aft.org/pdfs/americaneducator/summer2002/curriculum.pdf> (12 august 2012)
- Schraw, G., Crippen, J.K, Hartley, K. (2006). Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning, *Research in Science Education* (2006) 36, 111–139, Springer.
- Steele, J.L. (2001). The Reading and Writing for Critical Thinking Project: A Framework for School Change. Chapter 1. In D. Klooster, J. Steele, & P. Bloem (Eds.), *Ideas Without Boundaries: International Educational Reform through Reading, Writing and Critical Thinking*. International Reading Association (capitol disponibil online la adresa <http://www.rwctic.org/The-Reading-and-Writing-for-Critical-Thinking-Project-2.pdf> (15 august 2012).
- Shymansky, J., Hedges, L., and Woodworth, G. (1990). A Reassessment of the Effects of Inquiry-Based Science Curricula of the 60's on Student Performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (2), 127–144.
- Spronken-Smith, R., Angelo, T., Matthews, H., O'Steen, B., Robertson, J. (2007). How Effective is Inquiry-Based Learning in Linking Teaching and Research? Paper prepared for *An International Colloquium on International Policies and Practices for Academic Enquiry*, Marwell, Winchester, UK, April 19-21.
- Sungur, S., Tekkaya, C. (2006). Effects of Problem-Based Learning and Traditional Instruction on Self-Regulated Learning, *The Journal of Educational Research*, 99(5), 307-317.
- Tan, O.S. (2004). Cognition, Metacognition, and Problem-based Learning. In O.S. Tan (Ed.), *Enhancing thinking through problem-based learning approaches: international perspectives*. Asia: Cengage Learning.
- Temple, Ch., Steele, J.L, Meredith, K.S. (2003). Inițiere în metodologia dezvoltării gândirii critice. Lectura și scrierea pentru dezvoltarea gândirii critice, Ediția a II-a. *Supliment al revistei DidacticaPro*, 1(7), Chișinău.
- Vecchi, de G. (1992). *Aider les élèves à apprendre*. Paris, Hachette
- Westwood, P. (2008). *What teachers need to know about Teaching methods*. Camberwell, Vic.: ACER Press.
- Weissinger, P.A. (2004). Critical thinking, metacognition and problem-based learning. In Tan, O. (Ed.) *Enhancing thinking through problem-based learning approaches: international perspectives*. Asia: Cengage Learning, 39-62.

Model ciclic de predare-învățare bazat pe investigație

*** Pathway – The Pathway to Inquiry Based Science Teaching. FP7-Science-in-Society-2010-1-SiS-2010-2.2.1-1-266624. Ghid pentru profesori.
www.pathway-project.eu/sites/default/.../ROMANIAN_d4.3pathway.pdf



ISBN: 978-606-37-0109-2