



CEAE

CENTRUL DE EVALUARE ȘI
ANALIZE EDUCAȚIONALE

OBIECTIVE DE ÎNVĂȚARE PENTRU SECOLUL XXI

Cum operaționalizăm
competențele-cheie?

Andreea Eșanu

Cristian Hatu



Taxonomia lui Bloom (revizuită)



Rețeaua Webb




Matricea Hess

BUCUREȘTI, 2016

ISBN: 978-973-0-21173-3 | www.ceae.ro

CUPRINS



Introducere	3
Conceptul competențelor	4
Elemente de operaționalizare: obiective de învățare	5
Modele ale competențelor: Bloom, Webb, Hess	6
Competențele-cheie în programa de fizică	13
Anexă	22

INTRODUCERE

În România, se discută încă de la sfârșitul anilor '90 despre învățarea centrată pe competențe, ca un aspect important al reformei curriculare (*Curriculum-ul Național. Cadru de referință* din 1998; programele școlare ce au urmat: 2008, 2009). Acest lucru înseamnă, pe scurt, că obiectivele învățării și standardele de performanță ar trebui formulate strict în termeni de competențe, pe care elevii urmează să le dobândească în mod autonom în sala de clasă, prin activități ce stimulează procese cognitive complexe, dobândirea unor deprinderi practice, dar și achiziții conceptuale de lungă durată.

În ciuda preocupării pentru dezvoltarea unui învățământ centrat pe competențe, în țara noastră nu există încă o viziune clară, uniformă și completă cu privire la *natura competențelor* pe care le vizează reforma curriculară anunțată. De pildă, nu există un consens în documentele oficiale din sistemul de educație (cum ar fi programele școlare) cu privire la ce anume este, până la urmă, o competență, respectiv care este relația între competențe, conținuturi disciplinare și obiective/ finalități ale învățării.

Un alt aspect problematic în discuția despre competențe îl reprezintă *operaționalizarea* acestora, adică transformarea lor într-o serie de obiective clare de învățare. Competențele nu sunt identificabile și măsurabile decât în proporția în care sunt asociate cu comportamente observabile specifice. Un solist competent, de pildă, va interpreta fără greșală o partitură de Bach. Comportamentul său observabil este motivul pentru care îl considerăm, de fapt, un muzician competent. Prin urmare, ne putem întreba: ce comportamente observabile urmărim în educația copiilor, astfel încât să îi putem considera la sfârșitul școlii competenți în anumite domenii ale cunoașterii? La această întrebare

nu există un răspuns coerent în documentele oficiale din sistemul de educație, precum în cadrele de referință sau în programele școlare.

Pentru a avea un răspuns, este important să luăm în considerare, dincolo de operaționalizare, și un model explicit și structurat al competențelor, pe care să îl putem aplica în mod sistematic. Fără un model structurat al competențelor este dificilă, între altele, articularea unor standarde consecutive de evaluare pentru absolvenții de gimnaziu și liceu, care să arate dacă și în ce măsură finalitățile educaționale ale școlii sunt atinse sau nu. Orice analizează teste internaționale de tipul PISA sau TIMSS poate constata că standardele de performanță după care sunt concepute aceste teste derivă dintr-un model explicit și structurat al competențelor. Aceste modele prezintă în mod argumentat: (i) ce anume face ca o anumită performanță observabilă a elevilor să fie relevantă pentru ceea ce se numește, potrivit acestor teste, competență lingvistică, competență matematică sau competență științifică, respectiv (ii) pentru ce nivel al acestor competențe este semnificativă o performanță specifică sau alta. Atât cât este articulat în programele școlare de specialitate, modelul competențelor pentru aria curriculară Matematică și Științe, aria de interes a acestui raport, prezintă probleme atât sub aspectul (i), cât și sub aspectul (ii). De pildă, după cum vom vedea în cele ce urmează, programele școlare din țara noastră se concentrează asupra unor performanțe sau comportamente ce nu favorizează aproape deloc atingerea unor niveluri de competență în științe ce se caracterizează printr-un anumit tip de complexitate. Din acest punct de vedere, nu este deloc întâmplător că rezultatele elevilor români rămân mediocre nu doar la testele internaționale, ci și în ceea ce privește felul în care ei înțeleg și se raportează în mod uzual la matematică și științe.

CONCEPTUL COMPETENȚELOR

Pentru a face discuția despre operaționalizarea competențelor cât mai clară, vom propune întâi de toate un concept minimal al competențelor. OECD, de pildă, ne oferă o viziune pragmatică asupra felului în care ar trebui înțeles și folosit acest concept în educație. De-a lungul timpului s-a constatat (prin studii empirice, mai ales) că ceea ce numim în mod curent „inteligentă” (sau abilități cognitive, într-un sens general) nu reprezintă un predictor puternic pentru integrarea și succesul pe piața muncii, în diferite domenii, ale absolvenților învățământului obligatoriu.



Dimpotrivă, ceea ce pare să conteze, în primul rând, este felul în care aceste abilități cognitive sunt exersate de tineri în diferite situații și contexte cu un grad de specificitate anume și cu un caracter mai degrabă concret. Pentru a denumi acest construct (al abilităților cognitive contextualizate și, uneori, chiar asociate unor deprinderi cu caracter practic), a fost propus conceptul „competențelor” (McClelland, 1973). O persoană competentă într-un context/ domeniu oarecare X este, pe scurt, o persoană ce poate realiza o serie de acțiuni determinate, considerate relevante pentru contextul X. De pildă, vom spune despre un pianist că este competent în măsura în care poate interpreta, fără dificultate, o serie de partituri muzicale pentru pian.

Competențele, în acest sens, prezintă următoarele trăsături:

- A) sunt specifice anumitor domenii (sunt contextualizate la anumite domenii); de pildă, competențele științifice diferă de competențele lingvistice (persoanele competente în aceste sensuri realizează acțiuni diferite, deși în esență își folosesc aceleași abilități cognitive);
- B) au o dimensiune cognitivă (nu doar practică); de pildă, realizarea unui experiment concludent pentru o ipoteză presupune, pe lângă folosirea unui aparat experimental și colectarea datelor, capacitatea de a evalua adecvarea datelor experimentale la ipoteza vizată (cu alte cuvinte, o anumită capacitate de a realiza anumite inferențe);
- C) se pot învăța sau dobândi, în timp, prin exersare sistematică în situații diverse. Psihologia cognitivă oferă argumente în acest sens, de pildă prin teoria intitulată „Zone of Proximal Development” sau ZPD propusă inițial de L. Vâgotski.

Un ultim lucru relevant pentru clarificarea conceptului minimal al competențelor vizează următorul fapt. În unele cazuri, mai ales acolo unde este vorba de competențe cu un caracter complex, situațiile ce servesc pentru învățarea sau dobândirea competențelor, sunt la rândul lor complexe și presupun procese de lungă durată. De aceea, reformele curriculare din diferite țări, în măsura în care aderă la acest concept, urmăresc organizarea conținuturilor disciplinare și a situațiilor/ activităților de învățare în module complexe, ce se reiau în timp, în diferite, forme, respectiv la diferite intervale și niveluri de școlaritate.

ELEMENTE DE OPERAȚIONALIZARE

Obiective de învățare

A. **Contexte asociate competențelor:** este vorba despre conținuturi disciplinare (termeni, concepte, legi).

B. **Aspecte ce pot fi dobândite prin învățare,** asociate competențelor: este vorba, de exemplu, despre deprinderi practice sau experimentale.

C. **Aspecte cognitive** (din „zone of proximal development”) asociate competențelor:

C1) **cunoaștere** (contextualizată în sensul A);

C2) **abilitatea de a aplica** cunoașterea în situații uzuale;

C3) **abilitatea de a extinde**, prin tehnici de raționare diverse, cunoașterea la contexte și situații noi.

Astfel, dobândirea competențelor de bază în științe, precum capacitatea de a explica în termenii științei actuale o varietate de fenomene din natură, pot fi caracterizate prin trei tipuri de obiective de învățare: a) **obiective disciplinare** (termeni, concepte, legi); b) **o serie de deprinderi** (precum manipularea unor date observaționale); c) **o serie de abilități** cu caracter cognitiv (precum înțelegerea unui concept și punerea lui în relație cu alte concepte asemănătoare; abilitatea de a-l aplica în situații uzuale; abilitatea de a-l folosi pentru a explica situații noi).

Chiar dacă există un consens internațional din ce

în ce mai larg cu privire la trăsăturile generice ale competențelor de bază în științe, fiecare dintre cele trei tipuri de obiective, ce servesc la operaționalizarea lor, prezintă interpretări diferite în paradigme și sisteme de educație diferite. Mai mult decât atât, pentru fiecare dintre cele trei variabile, indicatorii observabili par să aibă accepțiuni neuniforme de la un sistem de referință la altul (în acest sens, se pot constata, de exemplu, diferențe mari între tipurile de evaluare TIMSS și PISA).

În secțiunea următoare, vom propune conceptul de model al competențelor. Astfel, vom ilustra în ce măsură, pornind de la o listă larg agreată a competențelor de bază în științe se pot construi în mod coerent două lucruri:

i) o interpretare a celor trei tipuri de obiective amintite, în acord cu felul în care evoluează înțelegerea educației științifice și a mizelor ei;

(ii) o serie de indicatori observabili pentru aceste variabile, prin care să atingem inclusiv problema operaționalizării competențelor cu caracteristici complexe (de tipul C3, în taxonomia minimală de mai sus) pentru care sistemul de educație din țara noastră nu a găsit încă soluții satisfăcătoare.

MODELE ALE COMPETENȚELOR

Cadrul PISA (OECD)

Potrivit cadrului de evaluare PISA (OECD), există trei competențe științifice de bază pe care ar trebui să le dobândească un copil care iese din sistemul obligatoriu de educație de opt (sau nouă) clase. Aceste competențe caracterizează ceea ce OECD numește sumar „alfabetizare științifică”. Alfabetizarea științifică (înțeleasă în lumina celor trei competențe științifice de bază) ar trebui să fie una dintre mizele centrale ale învățământului obligatoriu de 8-9 clase.

Cele trei competențe sunt:

1. Capacitatea de a explica în termeni științifici fenomene diverse din natură (în cazul fizicii, este vorba despre fenomene fizice), demonstrând abilitatea (cognitivă):

- să își amintească și să aplice cunoștințe științifice;
- să identifice, să folosească și să construiască modele explicative și reprezentări;
- să facă și să justifice predicții relevante;
- să ofere ipoteze explicative;
- să explice posibilele implicații ale cunoașterii științifice pentru societate.

2. Capacitatea de a evalua și concepe investigații științifice, demonstrând abilitatea (cognitivă):

- să identifice întrebarea explorată într-un studiu științific anume;
- să distingă acele întrebări ce pot fi investigate într-o manieră științifică de alte întrebări;
- să propună un mod de a investiga în mod științific o anumită întrebare;
- să evalueze căi alternative de investigare științifică a unei întrebări;
- să descrie și să evalueze diferite modalități

prin care oamenii de știință asigură acuratețea datelor, dar și obiectivitatea și caracterul generalizabil al explicațiilor propuse.

3. Capacitatea de a interpreta în mod științific datele și dovezile experimentale, demonstrând abilitatea (cognitivă):

- să transforme datele dintr-un mod de reprezentare în altul;
- să analizeze, să interpreteze și să tragă concluzii adecvate;
- să identifice asumptii, dovezi și raționamente în contexte legate de știință;
- să distingă între argumente care se bazează pe dovezi experimentale și pe teorii științifice de alte tipuri de considerații;
- să evalueze argumente științifice și dovezi experimentale din diferite surse (ziare, internet, reviste).

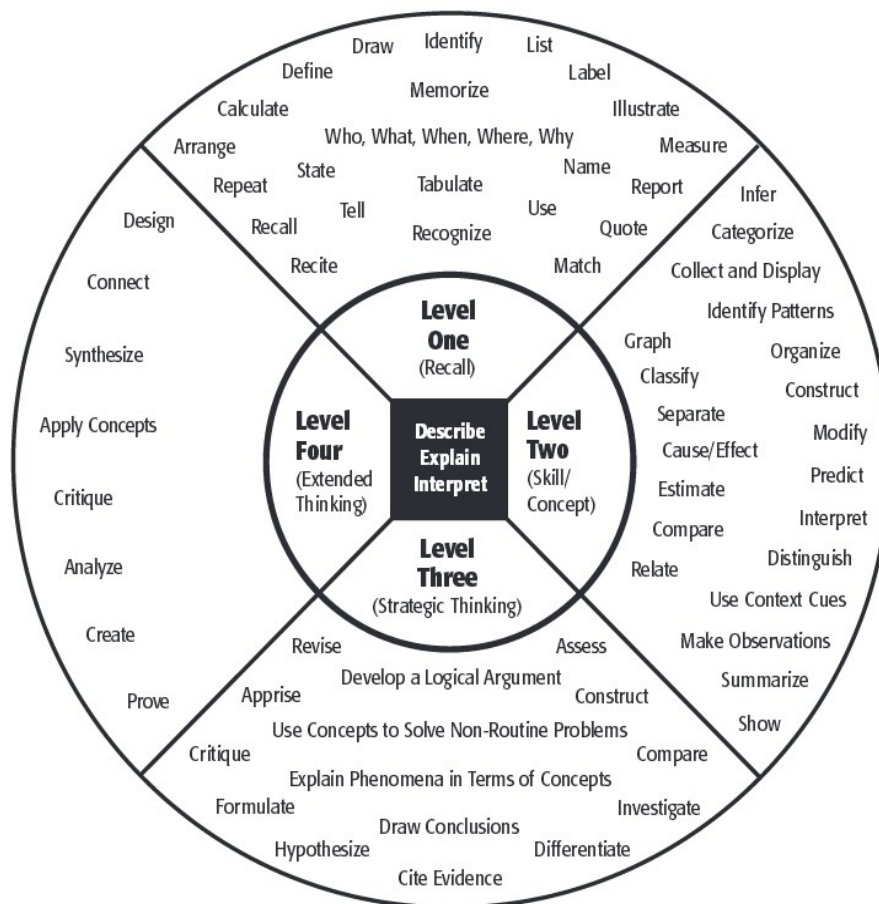
În tipul de evaluare PISA (OECD), modelul competențelor în științe este unul complex. Cele trei competențe ce corespund conceptului „alfabetizării științifice” sunt modelate în așa fel încât să depindă de:

- cunoașterea-înțelegerea unor conținuturi, caracterizată nu doar de amintirea unor concepte, legi sau principii, ci și de cunoaștere procedurală – de pildă, elementul (1iii) sau (2iii) și cunoaștere epistemică – de pildă, elementul (2v) sau elementul (3iv). În **Anexa 1**, prezentăm mai pe larg conceptele „cunoașterii procedurale” și „cunoașterii epistemice”;
- o serie de atitudini (interes pentru știință, aprecierea demersurilor științifice ca demersuri de cunoaștere, sensibilitate pentru mediul înconjurător)

toate observabile într-o serie de contexte legate de știință. Nivelul de competență al unui elev (pe dimensiunea 1, 2, sau 3) este măsurat în funcție de efortul cognitiv pe care îl cere îndeplinirea unor sarcini specifice, corelate indicatorilor din lista asociată fiecărei competențe. În modelul PISA, acești indicatori (de exemplu: *să identifice...*, *să distingă...*, *să analizeze...*, *să evalueze...* etc.) sunt ierar-

hizați după profunzimea cunoașterii (vezi diagrama DOK de la pagina 8) și traduc nivelurile progresive de competență în comportamente măsurabile.

Pentru PISA, indicatorii sunt construiți potrivit unei taxonomii numită **Webb's Depth of Knowledge** (Rețeaua Webb a profunzimii cunoașterii).



Sursa: <http://pdesas.org/>

OECD aplică DOK, prezentând învățarea ca un proces ce se desfășoară într-o anumită progresie – de la simpla amintire sau recunoaștere a unor fapte și concepte științifice, până la evaluarea critică a unor argumente cu caracter științific – bazate pe fapte, concepte, relații cauză-efect și legi ale naturii. DOK permite operaționalizarea competențelor de bază în științe prin formularea unor obiective structurate ce implică unul sau mai mulți indicatori din diagramă. De pildă, pentru aspectele comple-

xe ale celor trei competențe PISA, de felul (3ii) sau (3v) din lista de pe pagina anterioară, vor fi concepuți indicatori și obiective de felul: *analizează...*, *critică...*, *dovedește cu argumente...* etc. Pe măsură ce astfel de comportamente cognitive din ZPD (zone of proximal development) se transformă în achiziții durabile, se produce și învățarea.

PISA - diagrama DOK (depth of knowledge)

		Competencies			DOK		
		Explain phenomena scientifically	Evaluate and design scientific enquiry	Interpret data and evidence scientifically	Low	Medium	High
Knowledge	Content Knowledge						
	Procedural Knowledge						
	Epistemic Knowledge						

2015 PISA Draft Science Framework, 2013

DOK – Low (scăzut, nivelul 1): ducerea la bun sfârșit a unei proceduri simple, precum amintirea unui fapt, a unui concept sau localizarea pe un grafic sau într-un tabel a unui punct sau a unei informații.

DOK – Medium (mediu, nivelul 2): folosirea și aplicarea unor concepte pentru a descrie sau explica un fenomen; selectarea unei proceduri mai elaborate: organizarea și prezentarea datelor, interpretarea și folosirea unor seturi de date sau a unor grafice.

DOK – High (ridicat, nivelurile 3 și 4): analiza unor informații complexe, sinteza și evaluarea unor date experimentale, justificarea, raționarea din surse diverse, planificarea unei secvențe de pași pentru abordarea unei probleme.

Se poate constata că dobândirea competențelor în științe presupune un efort cognitiv progresiv și, în cele din urmă, ridicat (ceea ce, pe scurt, arată că aceste competențe prezintă trăsături complexe).

Cadrul TIMSS

În cadrul de evaluare TIMSS abordarea este puțin diferită. TIMSS nu introduce în mod explicit conceptul competențelor ci conceptul înțelegerii științifice („scientific understanding”), contextualizată la o serie de conținuturi, și o listă de deprinderi („skills”) caracteristice tipului de activitate pe care

îl numim în general științific, de asemenea contextualizate la o serie de conținuturi curriculare. Atât înțelegerea, cât și deprinderile sunt organizate pe niveluri de complexitate.

Iată un exemplu. Pentru conținutul curricular electricitate și magnetism, TIMSS propune următorii indicatori ai înțelegerii conceptuale:

Physics: Electricity and Magnetism

1. Conductors and the flow of electricity in electrical circuits:
 - A. Classify materials as electrical conductors or insulators.
 - B. Identify diagrams representing complete circuits (series and parallel) and distinguish how the flow of electrical current differs between series and parallel circuits.
 - C. Describe factors that affect electrical currents in series or parallel circuits, such as number of batteries and/or bulbs.
2. Properties and uses of magnets and electromagnets:
 - A. Describe the properties of permanent magnets (attraction/repulsion; and strength of the magnetic force varies with distance).
 - B. Describe the properties that are unique to electromagnets (the strength varies with current and number of coils, the magnetic field can be turned on and off, and the poles can switch).
 - C. Describe uses of permanent magnets and electromagnets in everyday life, such as in a compass, doorbell, or recycling factory.

TIMSS Assessment Frameworks, 2013

Deprinderile, pe de altă parte, sunt urmărite în toate conținuturile curriculare dintr-o anumită arie (e.g. matematică și științe) și fac obiectul unei învățări de lungă durată. În viziunea TIMSS, deprinderile au o dimensiune cognitivă, nu doar practică, și nu se pot învăța/ dobândi decât în timp prin exersare sistematică. Aceste deprinderi caracteristice educației STEM sunt în număr de cinci (spre deosebire de cele trei ale cadrului PISA):

1. Abilitatea de a pune întrebări bazate pe observație: investigația științifică include observarea

de fenomene naturale cu trăsături sau proprietăți nefamiliare. Aceste observații conduc la întrebări, care sunt folosite ulterior pentru a formula ipoteze testabile.

2. Abilitatea de a genera dovezi: testarea ipotezelor necesită conceperea și executarea unor investigații sistematice și experimente controlate cu scopul de a genera dovezi. Oamenii de știință corelează înțelegerea conceptelor științifice cu proprietăți ce pot fi observate sau măsurate. În felul acesta, ei determină ce dovezi sau probe experimentale trebuie colectate, ce echipamente și proceduri trebuie folosi-

- te în colectarea datelor și ce măsurători trebuie înregistrate.
3. Abilitatea de a lucra cu date: odată ce datele sunt colectate, oamenii de știință le organizează în diferite categorii și forme vizuale, apoi identifică și interpretează pattern-uri, iar în final explorează diferite relații între variabile.
 4. Abilitatea de răspunde întrebării de la care pornește investigația științifică: oamenii de știință folosesc dovezile observaționale și investigațiile pentru a răspunde unor întrebări, respectiv pentru a susține sau a respinge ipoteze.
 5. Abilitatea de a construi argumente pornind de la dovezi observaționale: oamenii de știință folosesc dovezile științifice și cunoașterea științifică pentru a construi explicații, pentru a justifica și pentru a întări plauzibilitatea explicațiilor și concluziilor propuse, pentru a extinde concluziile obținute la situații noi.

Astfel, pe scurt, în modelul TIMSS competența în este modelată în așa fel încât să depindă de:

- Cunoașterea și înțelegerea unor conținuturi (concepte, legi, principii) – traductibilă în realizarea unor acțiuni de felul celor enumerate în exemplul de la pagina 7;
- O serie de deprinderi (practice sau de gândire) – cele cinci amintite la pagina 8

toate observabile într-o serie de contexte legate de știință. Nivelul de competență al unui elev este măsurat în funcție de efortul cognitiv pe care îl cere îndeplinirea unor obiective specifice, corelate cu indicatorii pentru înțelegerea conceptuală și pentru deprinderi. În modelul TIMSS, acești indicatori (de exemplu: *să identifice...*, *să descrie...*, *să interpreteze...*, *să construiască...*, *să justifice...* etc.) sunt ierarhizați după complexitate și traduc nivelurile progresive de competență în comportamente observabile.

Indicatorii TIMSS (atât pentru înțelegerea conceptuală, cât și pentru cele cinci deprinderi cu caracter științific) sunt construiți după cum urmează.

Nivelul 1 (scăzut) – CUNOAȘTERE/ ÎNȚELEGERE (TIMSS Assessment Frameworks, 2013)

Recall/Recognize	Identify or state facts, relationships, and concepts; identify the characteristics or properties of specific organisms, materials, and processes; identify the appropriate uses for scientific equipment and procedures; and recognize and use scientific vocabulary, symbols, abbreviations, units, and scales.
Describe	Describe or identify descriptions of properties, structures, and functions of organisms and materials, and relationships among organisms, materials, and processes and phenomena.
Provide Examples	Provide or identify examples of organisms, materials, and processes that possess certain specified characteristics; and clarify statements of facts or concepts with appropriate examples.

Acțiuni caracteristice (descriptori) ce se pot folosi în elaborarea sarcinilor de lucru pentru elevi: *identifică...*, *descrie...*, *exemplifică...*, *clarifică...* .

Nivelul 2 (mediu) – APLICARE *TIMSS Assessment Frameworks, 2013*)

Compare/Contrast/Classify	Identify or describe similarities and differences between groups of organisms, materials, or processes; and distinguish, classify, or sort individual objects, materials, organisms, and process based on given characteristic and properties.
Relate	Relate knowledge of an underlying science concept to an observed or inferred property, behavior, or use of objects, organisms, or materials.
Use Models	Use a diagram or other model to demonstrate knowledge of science concepts, to illustrate a process cycle relationship, or system, or to find solutions to science problems.
Interpret Information	Use knowledge of science concepts to interpret relevant textual, tabular, pictorial, and graphical information.
Explain	Provide or identify an explanation for an observation or a natural phenomenon using a science concept or principle.

Nivelul 3 (ridicat) – RAȚIONARE (*TIMSS Assessment Frameworks, 2013*)

Analyze	Identify the elements of a scientific problem and use relevant information, concepts, relationships, and data patterns to answer questions and solve problems.
Synthesize	Answer questions that require consideration of a number of different factors or related concepts.
Formulate Questions/Hypothesize/Predict	Formulate questions that can be answered by investigation and predict results of an investigation given information about the design; formulate testable assumptions based on conceptual understanding and knowledge from experience, observation, and/or analysis of scientific information; and use evidence and conceptual understanding to make predictions about the effects of changes in biological or physical conditions.
Design Investigations	Plan investigations or procedures appropriate for answering scientific questions or testing hypotheses; and describe or recognize the characteristics of well-designed investigations in terms of variables to be measured and controlled and cause-and-effect relationships.
Evaluate	Evaluate alternative explanations; weigh advantages and disadvantages to make decisions about alternative processes and materials; and evaluate results of investigations with respect to sufficiency of data to support conclusions.
Draw Conclusions	Make valid inferences on the basis of observations, evidence, and/or understanding of science concepts; and draw appropriate conclusions that address questions or hypotheses, and demonstrate understanding of cause and effect.

Acțiuni caracteristice (descriptori) pentru nivelul 2 sunt: *distinge...*, *clasifică...*, *corelează* un concept abstract cu o proprietate observabilă..., *aplică* o diagramă (model) pentru a ilustra un proces sau pentru a găsi soluția la o problemă, interpretează un tabel, un text, un grafic, explică un fapt observațional printr-un concept sau principiu științific.

Acțiuni caracteristice (descriptori) pentru nivelul 3: *formulează întrebări* la care se poate răspunde printr-o investigație, *formulează predicții*, *formulează ipoteze* testabile pe baza unei înțelegeri con-

ceptuale a fenomenelor sau pe baza cunoașterii din experiență, *analizează informația științifică*, *planifică investigații* pentru testarea unor ipoteze în termenii unor variabile ce trebuie măsurate și controlate, respectiv în termenii unor relații cauză-efect; *evaluatează explicații* alternative și rezultatele unor investigații științifice din punctul de vedere al suficienței datelor pentru susținerea concluziilor propuse; *formulează raționamente* valide pe baza observațiilor, dovezilor și a înțelegerii unor concepte științifice.

Matricea HESS

Matricea (rigorii cognitive) Hess este un model combinat al competențelor, obținut prin suprapunerea rețelei lui Webb (DOK) peste taxonomia lui Bloom (revizuită). Această matrice bidimensională (tabelul de mai jos) permite categorizarea oricărei competențe, acțiuni sau activitate de învățare dintr-un material curricular (e.g., dintr-o programă de studii) după nivelurile DOK și Bloom corespunzătoare.

La ora actuală matricea Hess este considerată un instrument teoretic performant de măsurare a calității curriculum-ului și, implicit, a standardelor de performanță pentru învățământul de 12 ani (Hess et al., 2009). De exemplu, ea este aplicată încă din 2012 în Statele Unite, stând la baza evaluării calității NGSS (*Next Generation Science Standards*). Dacă aplicăm această matrice standardelor PISA și TIMSS, vom constata fără dificultate că formarea competențelor în științe presupune invariabil procese cognitive complexe (cum ar fi raționarea ipotetic-deductivă) și o înțelegere conceptuală de profunzime a fenomenelor naturale (precum sinteza informațiilor relevante din surse experimentale variate). Fie că ne uităm la cele trei competențe PISA, fie că ne uităm la cele cinci deprinderi TIMSS, proiectate pe matricea Hess, observația principală este aceeași: competențele în ști-

ințe (precum abilitatea de a explica în termeni științifici fenomene diverse din natură, abilitatea de a evalua și concepe investigații științifice sau abilitatea de a interpreta în mod științific date și dovezi experimentale) cer un model de operaționalizare complex, care să permită dobândirea (în progresie și de-a lungul unor perioade mai lungi de timp) a deprinderilor practice și cognitive pe care le presupun până la urmă aceste competențe la rândul lor complexe.

Mai departe, dacă aplicăm matricea Hess elementelor de curriculum din țara noastră (precum programele de fizică), vom constata cât de problematic este modelul competențelor în științe propus. Vom înțelege și de ce performanțele medii ale elevilor români la testele internaționale PISA sau TIMSS sunt la un nivel mediocru, în ciuda a numeroase eforturi de reformă. Atâta vreme cât matricea de operaționalizare nu conține progrese coerente către (i) procese cognitive complexe (de felul raționării ipotetice), respectiv (ii) înțelegerea conceptuală de profunzime a fenomenelor naturale, este impropriu să ne așteptăm la rezultate diferite. O proiecție a competențelor din programele de fizică pe matricea Hess este suficientă pentru a scoate la lumină toate aceste inadvertențe (Matricea Hess e prezentată la paginile 14-15).

COMPETENȚELE-CHEIE ÎN PROGRAMA DE FIZICĂ

Discuția de până acum despre competențe și modele ale competențelor urmărește, în primul rând, *identificarea unui instrument de analiză* pertinent pentru programele pentru științe (pentru fizică, în particular) și, în al doilea rând, *găsirea unei strategii de design* pentru obiective de învățare. Matricea Hess este instrumentul teoretic cu care putem da conținut ambelor scopuri.

În programele de fizică, competențele sunt grupate în 2 categorii: competențe generale și competențe specifice. Competențele generale sunt următoarele:

1. Cunoașterea și înțelegerea fenomenelor fizice (termeni, concepte, legi), la care se adaugă explicarea funcționării unor produse ale tehnicii întâlnite în viața de zi cu zi.
2. Investigarea științifică experimentală și teoretică.
3. Rezolvarea de probleme practice și teoretice prin metode specifice.
4. Comunicarea folosind limbajul științific.
5. Protecția propriei persoane, a celorlalți și a mediului înconjurător.

Înainte de a trece la lista „competențelor specifice”, este important de notat aici că unele dintre competențele generale din lista de mai sus prezintă trăsături complexe.). De pildă, înțelegerea fenomenelor fizice și capacitatea de a le explica presupun, între altele, ca elevii:

- (i) să poată face și justifica conjecturi cu privire la natura unor fenomene,
- (ii) să poată explica felul în care gândesc atunci când sunt posibile mai multe răspunsuri cu privire la natura unui fenomen,

- (iii) să poată corela concepte matematice și fizice din domenii diferite, respectiv,
- (iv) să poată produce generalizări ale unor concepte dobândite prin studiul unei clase restrânse de fenomene.

Asemenea elemente arată că înțelegerea științifică a fenomenelor naturale are o dimensiune profundă, chiar dacă atunci când ne referim la **Cunoaștere/ Înțelegere**, potrivit taxonomiei lui Bloom standard, suntem tentați să o plasăm pe primul nivel cognitiv și, drept urmare, să îi asociem obiective de învățare repetitive, ce nu stimulează procese de gândire foarte elaborate. Or, matricea Hess tocmai acest lucru ne arată: înțelegerea unor fenomene naturale oarecare, în măsura în care este o înțelegere profundă, presupune gândire strategică (i-ii) și gândire extinsă (iii-iv) - a se vedea mai jos.

Strategic Thinking	Extended Thinking
Use concepts to solve non-routine problems	Relate mathematical or scientific concepts to other content areas , other domains, or other concepts
Explain, generalize, or connect ideas using supporting evidence	Develop generalizations of the results obtained and the strategies used (from investigation or readings) and apply them to new problem situations
Make and justify conjectures	
Explain thinking when more than one response is possible	
Explain phenomena in terms of concepts	

Revised Bloom's Taxonomy	Webb's DOK Level 1 Recall & Reproduction	Webb's DOK Level 2 Skills & Concepts	Webb's DOK Level 3 Strategic Thinking/ Reasoning	Webb's DOK Level 4 Extended Thinking
Remember Retrieve knowledge from long-term memory, recognize, recall, locate, identify	Recall, observe, & recognize facts, principles, properties Recall/ identify conversions among representations or numbers (e.g., customary and metric)			
Understand Construct meaning, clarify, paraphrase, represent, translate, illustrate, give examples, classify, categorize, summarize, generalize, infer a logical conclusion (such as from examples given), predict, compare/contrast, match like ideas, explain, construct models	Evaluate an expression Locate points on a grid or number on number line Solve a one-step problem Represent math relationships in words, pictures, or symbols Read, write, compare decimals in scientific notation	Specify and explain relationships (e.g., non-examples/examples; cause-effect) Make and record observations Explain steps followed Summarize results or concepts Make basic inferences or logical predictions from data/observations Use models /diagrams to represent or explain mathematical concepts	Use concepts to solve non-routine problems Explain, generalize, or connect ideas using supporting evidence Make and justify conjectures Explain thinking when more than one response is possible Explain phenomena in terms of concepts	Relate mathematical or scientific concepts to other content areas, other domains, or other concepts Develop generalizations of the results obtained and the strategies used (from investigation or readings) and apply them to new problem situations
Apply Carry out or use a procedure in a given situation; carry out (apply to a familiar task), or use (apply) to an unfamiliar task	Follow simple procedures (recipe-type directions) Calculate, measure, apply a rule (e.g., rounding) Apply algorithm or formula (e.g., area, perimeter) Solve linear equations Make conversions among representations or numbers, or within and between customary and metric measures	Select a procedure according to criteria and perform it Solve routine problem applying multiple concepts or decision points Retrieve information from a table, graph, or figure and use it solve a problem requiring multiple steps Translate between tables, graphs, words, and symbolic notations (e.g., graph data from a table) Construct models given criteria	Design investigation for a specific purpose or research question Conduct a designed investigation Use concepts to solve non-routine problems Use & show reasoning, planning, and evidence Translate between problem & symbolic notation when not a direct translation	Select or devise approach among many alternatives to solve a problem Conduct a project that specifies a problem, identifies solution paths, solves the problem, and reports results
Analyze Break into constituent parts, determine how parts relate, differentiate between relevant-irrelevant, distinguish, focus, select, organize, outline, find coherence, deconstruct	Retrieve information from a table or graph to answer a question Identify whether specific information is contained in graphic representations (e.g., table, graph, T-chart, diagram) Identify a pattern/trend	Categorize, classify materials, data, figures based on characteristics Organize or order data Compare/ contrast figures or data Select appropriate graph and organize & display data Interpret data from a simple graph Extend a pattern	Compare information within or across data sets or texts Analyze and draw conclusions from data, citing evidence Generalize a pattern Interpret data from complex graph Analyze similarities/differences between procedures or solutions	Analyze multiple sources of evidence analyze complex/abstract themes Gather, analyze, and evaluate information
Evaluate Make judgments based on criteria, check, detect inconsistencies or fallacies, judge, critique			Cite evidence and develop a logical argument for concepts or solutions Describe, compare, and contrast solution methods Verify reasonableness of results	Gather, analyze, & evaluate information to draw conclusions Apply understanding in a novel way, provide argument or justification for
Create Reorganize elements into new patterns/ structures, generate, hypothesize, design, plan, construct, produce	Brainstorm ideas, concepts, or perspectives related to a topic	Generate conjectures or hypotheses based on observations or prior knowledge and experience	Synthesize information within one data set, source, or text Formulate an original problem given a situation Develop a scientific/mathematical model for a complex	Synthesize information across multiple sources or texts Design a mathematical model to inform and solve a practical or abstract situation

Dacă trecem acum la „competențele specifice” prezentate în programa de fizică drept „derivând din competențele generale și fiind etape în formarea acestora” (Programa de fizică VI-VIII, p.1), constatăm că avem de a face cu un model al competențelor cu multe neclarități.

Ne vom opri pentru ilustrare la prima competență, discutată și mai sus. Lista „competențelor specifice” este următoarea:

- 1.1 diferențierea fenomenelor fizice în viața de zi cu zi (clasa a VI-a);
- 1.2 recunoașterea în activitatea practică a fenomenelor studiate (clasa a VI-a);
- 1.3 definirea și explicarea fenomenelor fizice

- (clasa a VI-a);
- 1.4 reprezentarea grafică a variației unor mărimi (clasa a VI-a);
- 1.5 stabilirea unor legături între domenii ale fizicii și alte domenii (clasa a VI-a).

Să le proiectăm acum pe matricea Hess, ținând seama de faptul că 1.1.- 1.5 reprezintă, nu competențe specifice, ci elemente de operaționalizare ale competențelor (numite generale). Vom considera complexitatea proceselor cognitive (axa verticală) și profunzimea cunoașterii/ înțelegerii (axa orizontală), ambele contextualizate la conținuturi curriculare (mecanică, electricitate și magnetism, optică etc.).

Remember Retrieve knowledge from long-term memory, recognize, recall, locate, identify	Recall and Reproduction Recall, observe, & recognize facts, principles, properties Recall/ identify conversions among representations or numbers (e.g., customary and metric measures)	Concepts and Skills	Strategic Thinking	Extended Thinking
Understand Construct meaning, clarify, paraphrase, represent, translate, illustrate, give examples, classify, categorize, summarize, generalize, infer a logical conclusion (such as from examples given), predict, compare/contrast, match like ideas, explain, construct models	Evaluate an expression Locate points on a grid or number on number line Solve a one-step problem Represent math relationships in words, pictures, or symbols Read, write, compare decimals in scientific notation	Specify and explain relationships (e.g., non-examples/ examples; cause-effect) Make and record observations Explain steps followed Summarize results or concepts Make basic inferences or logical predictions from data/ observations Use models /diagrams to represent or explain mathematical concepts Make and explain estimates	Use concepts to solve non-routine problems Explain, generalize, or connect ideas using supporting evidence Make and justify conjectures Explain thinking when more than one response is possible Explain phenomena in terms of concepts	Relate mathematical or scientific concepts to other content areas, other domains, or other concepts Develop generalizations of the results obtained and the strategies used (from investigation or readings) and apply them to new problem situations

Cu roșu am marcat elemente de operaționalizare care lipsesc din modelul aproximativ propus în programă. Se vede, de pildă, că deși apare un element de gândire extinsă în model, pentru înțelegerea științifică, nu putem identifica nici un element de gândire strategică, ceea ce ne înseamnă că aspectele cele mai complexe ale competenței 1 nu sunt proiectate în curriculum într-un mod progresiv, lipsind integral pasul 3. Prin urmare, procesul dobândirii acestei înțelegeri de profunzime a naturii nu este conceput într-un mod coerent. Majoritatea descriptorilor pentru deprinderi cognitive din lista 1.1 -1.5 sunt de tipul: *distinge...*, *recunoaște...*, *definește...*, ceea ce indică procese simple. Totuși, în final, apare și descriptorul *corelează* (într-un mod sintetic) concepte științifice, ceea ce indică un proces complex. Este important de subliniat aici că din listă lipsește orice acțiune cu caracter intermediar care să conducă învățarea de la recunoaște un fenomen (sau concept) la corelează (într-un mod sintetic) concepte științifice.

Să vedem încă un exemplu, de data aceasta din

programa pentru clasa a VII-a. Să ne uităm la cea de a doua competență (generală): Investigarea științifică experimentală și teoretică. Potrivit programei, elementele de operaționalizare sau descriptorii (cognitivi și practici) pentru această competență sunt:

- 2.1 identificarea unor caracteristici ale fenomenelor pe baza observării acestora (clasa a VII-a);
- 2.2 realizarea unor aplicații experimentale, prin urmarea unor instrucțiuni date (clasa a VII-a);
- 2.3 utilizarea instrumentelor de măsură alese în vederea efectuării unor determinări cantitative (clasa a VII-a);
- 2.4 elaborarea unor experimente simple și verificarea validității lor prin experiment dirijat sau nedirijat (clasa a VII-a; acest descriptor nu este clar formulat).

Dacă proiectăm această competență pe matricea Hess, atunci pe axa verticală ar trebui să ne plasăm în linia **Aplicare** (Apply). Deci tabelul ar fi următorul:

Apply	Recall and Reproduction	Skills and Concepts	Strategic Thinking	Extended-Thinking
Carry out or use a procedure in a given situation; carry out (apply to a familiar task), or use (apply) to an unfamiliar task	<p>Follow simple procedures (recipe-type directions)</p> <p>Calculate, measure, apply a rule (e.g., rounding)</p> <p>Apply algorithm or formula (e.g., area, perimeter)</p> <p>Solve linear equations</p> <p>Make conversions among representations or numbers, or within and between customary and metric measures</p>	<p>Select a procedure according to criteria and perform it</p> <p>Solve routine problem applying multiple concepts or decision points</p> <p>Retrieve information from a table, graph, or figure and use it solve a problem requiring multiple steps</p> <p>Translate between tables, graphs, words, and symbolic notations (e.g., graph data from a table)</p> <p>Construct models given criteria</p>	<p>Design investigation for a specific purpose or research question</p> <p>Conduct a designed investigation</p> <p>Use concepts to solve non-routine problems</p> <p>Use & show reasoning, planning, and evidence</p> <p>Translate between problem & symbolic notation when not a direct translation</p>	<p>Select or devise approach among many alternatives to solve a problem</p> <p>Conduct a project that specifies a problem, identifies solution paths, solves the problem, and reports results</p>

Uitându-ne la acest tabel, constatăm din nou că descriptorii din programa de fizică (marcați cu albastru) se concentrează în zona de deprinderi cognitive și practice simple, deși abilitatea de a investiga natura presupune de fapt (așa cum putem vedea potrivit matricei Hess) aspecte cognitive și practice mai complexe – pașii 3 și 4 din tabel, marcați cu roșu. Este lesne vizibil că, deși competența vizată este una investigativă, elementelor de operaționalizare le lipsește din nou coerența, fiind în cea mai mare măsură concentrate pe sarcini repetitive, ce nu presupun elemente de gândire prea elaborate (de felul gândire strategică sau gândire extinsă). Acest lucru înseamnă, pe scurt, că această competență investigativă, ce se dobândește cu predilecție prin studiul științelor naturii, este urmărită doar într-un mod simplificat. De pildă, lipsesc concepte esențiale precum: *întrebarea investigației, ipoteză sau dovadă experimentală*. Mai mult, aspecte mai complexe ale competenței investigative (precum abilitatea de a selecta, având mai multe alternative, și a planifica o investigație experimentală) nu sunt nici măcar atinse în programa de fizică pentru clasa a VII-a. Să vedem dacă această progresie este urmată măcar în clasa a VIII-a. Potrivit matricei Hess, pe măsură ce ne apropiem de încheierea învățământului obligatoriu, elevii ar trebui să avanseze pe axa verticală a deprinderilor cognitive (sau de gândire) către **Analiză, Evaluare și Gândire sintetică**, demonstrând cu privire la domeniul științelor naturii comportamente de felul: abilitatea de a analiza date experimentale din surse multiple; abilitatea de a construi modele matematice/științifice pentru a înțelege și soluționa probleme noi, cu un caracter complex; abilitatea de a verifica plauzibilitatea științifică a rezultatelor unei investigații; abilitatea de a sintetiza informații relevante din surse (inclusiv textuale) diverse. Acestea sunt doar câteva exemple pe care le-am evidențiat cu verde în matricea Hess. Ele sunt prezente, de pildă, în evaluările de competențe în științe PISA și TIMSS (după cum am văzut în capitolul 3), fiind elemente-reper pentru ceea ce numește la ora actuală „alfabetizare științifică” – vezi tabelul 1.

Să proiectăm acum competențele 2 (Investigarea științifică experimentală și teoretică), 3 (Rezolvarea de probleme practice și teoretice prin metode specifice) și 4 (Comunicarea folosind limbajul științific) din programa de fizică pentru clasa a VIII-a pe matrice. Vom folosi elementele de operaționalizare (numite „competențe specifice”) din programa de clasa a VIII-a, pentru a vedea cum se populează matricea – vezi tabelul 2.

Așa cum se poate observa din tabel, popularea matricei Hess potrivit modelului competențelor din programa de fizică este destul de sinoptică. Părțile cu albastru se pot identifica relativ ușor în lista de „competențe specifice”, care sunt de fapt elemente de operaționalizare potrivit taxonomiei lui și a rețelei lui Webb (DOK) însă cele cu roșu nu – Acest lucru înseamnă că elemente importante ale competențelor în științe (avem aici în vedere competențele 2, 3 și 4: investigarea realității cu mijloace științifice, rezolvarea de probleme sau comunicarea argumentată în limbajul științei) nu sunt deloc atinse în învățământul obligatoriu din țara noastră. Este vorba în primul rând de elemente din zona cunoașterii procedurale și epistemice (potrivit DOK), respectiv din zona cognitivă: analiză, evaluare, gândire sintetică (potrivit taxonomiei Bloom revizuită).

Avantajul folosirii matricei (rigorii cognitive) Hess îl reprezintă tocmai faptul că ea oferă descriptori (acțiuni sau comportamente cognitive/ practice) structurați pentru fiecare competență pe care o avem în vedere (inclusiv pentru competența 1, după cum am văzut mai sus) și formulați în progresii ce facilitează învățarea. Mai mult, aceste progresii structurate pot fi contextualizate la orice conținuturi din programele pentru științe, nu numai pentru fizică – ceea ce, în final, permite articularea unui model coerent al competențelor pentru toate disciplinele din aria matematică și științe. De asemenea, descriptorii matricei Hess pot fi utilizați pentru formularea de obiective și sarcini de învățare în sala de clasă, în ideea dezvoltării coerente a competențelor din curriculum.

TABELUL 1

<p>Analyze Break into constituent parts, determine how parts relate, differentiate between relevant-irrelevant, distinguish, focus, select, organize, outline, find coherence, deconstruct</p>	<p>Recall and Reproduction</p> <p>Retrieve information from a table or graph to answer a question</p> <p>Identify whether specific information is contained in graphic representations (e.g., table, graph, T-chart, diagram)</p> <p>Identify a pattern/trend</p>	<p>Skills and Concepts</p> <p>Categorize, classify materials, data, figures based on characteristics</p> <p>Organize or order data Compare/ contrast figures or data</p> <p>Select appropriate graph and organize & display data</p> <p>Interpret data from a simple graph</p> <p>Extend a pattern</p>	<p>Strategic Thinking</p> <p>Compare information within or across data sets or texts</p> <p>Analyze and draw conclusions from data, citing evidence</p> <p>Generalize a pattern Interpret data from complex graph</p> <p>Analyze similarities/ differences between procedures or solutions</p>	<p>Extended Thinking</p> <p>Analyze multiple sources of evidence</p> <p>Analyze complex/ abstract themes</p> <p>Gather, analyze, and evaluate information</p>
<p>Evaluate Make judgments based on criteria, check, detect inconsistencies or fallacies, judge, critique</p>			<p>Cite evidence and develop a logical argument for concepts or solutions</p> <p>Describe, compare, and contrast solution methods</p> <p>Verify reasonableness of results</p>	<p>Gather, analyze, & evaluate information to draw conclusions</p> <p>Apply understanding in a novel way, provide argument or justification for the application</p>
<p>Create Reorganize elements into new patterns/ structures, generate, hypothesize, design, plan, construct, produce</p>	<p>Brainstorm ideas, concepts, or perspectives related to a topic</p>	<p>Generate conjectures or hypotheses based on observations or prior knowledge and experience</p>	<p>Synthesize information within one data set, source, or text</p> <p>Formulate an original problem given a situation</p> <p>Develop a scientific/mathematical model for a complex situation</p>	<p>Synthesize information across multiple sources or texts</p> <p>Design a mathematical model to inform and solve a practical or abstract situation</p>

TABELUL 2

<p>Analyze Break into constituent parts, determine how parts relate, differentiate between relevant-irrelevant, distinguish, focus, select, organize, outline, find coherence, deconstruct</p>	<p>Recall and Reproduction</p> <p>Retrieve information from a table or graph to answer a question</p> <p>Identify whether specific information is contained in graphic representations (e.g., table, graph, T-chart, diagram)</p> <p>Identify a pattern/trend</p>	<p>Skills and Concepts</p> <p>Categorize, classify materials, data, figures based on characteristics</p> <p>Organize or order data</p> <p>Compare/ contrast figures or data</p> <p>Select appropriate graph and organize & display data</p> <p>Interpret data from a simple graph</p> <p>Extend a pattern</p>	<p>Strategic Thinking</p> <p>Compare information within or across data sets or texts</p> <p>Analyze and draw conclusions from data, citing evidence</p> <p>Generalize a pattern Interpret data from complex graph</p> <p>Analyze similarities/ differences between procedures or solutions</p>	<p>Extended Thinking</p> <p>Analyze multiple sources of evidence</p> <p>Analyze complex/ abstract themes</p> <p>Gather, analyze, and evaluate information</p>
<p>Evaluate Make judgments based on criteria, check, detect inconsistencies or fallacies, judge, critique</p>			<p>Cite evidence and develop a logical argument for concepts or solutions</p> <p>Describe, compare, and contrast solution methods</p> <p>Verify reasonableness of results</p>	<p>Gather, analyze, & evaluate information to draw conclusions</p> <p>Apply understanding in a novel way, provide argument or justification for the application</p>
<p>Create Reorganize elements into new patterns/ structures, generate, hypothesize, design, plan, construct, produce</p>	<p>Brainstorm ideas, concepts, or perspectives related to a topic</p>	<p>Generate conjectures or hypotheses based on observations or prior knowledge and experience</p>	<p>Synthesize information within one data set, source, or text</p> <p>Formulate an original problem given a situation</p> <p>Develop a scientific/ mathematical model for a complex situation</p>	<p>Synthesize information across multiple sources or texts</p> <p>Design a mathematical model to inform and solve a practical or abstract situation</p>

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE:

McClelland, D. (1973). Testing for competence rather than for "intelligence". *American Psychologist* (28), pp: 1-14.

Hess, K., Jones, B.S., Carlock, D., & Walkup, J.R. (2009). Cognitive Rigor: Blending the strengths of Bloom's Taxonomy and Webb's Depth-of-Knowledge to enhance classroom-level processes. [Technical Report]. Retrieved from ERIC database. (ED517804). <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED517804.pdf>.

PISA 2015 Draft Science Framework, March 2013: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>.

Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.). (2013). TIMSS Assessment Frameworks: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/frameworks.html>.

Programă școlară de fizică – clasele a VI-a, a VII-a, a VIII-a.(2009).

Crișan, A. et al. (1998). Curriculum Național pentru învățământul obligatoriu. Cadru de referință. București.

ANEXĂ

Cunoaștere procedurală – PISA

Procedural Knowledge

The concept of variables including dependent, independent and control variables;

Concepts of measurement *e.g.*, quantitative [measurements], qualitative [observations], the use of a scale, categorical and continuous variables;

Ways of assessing and minimising uncertainty such as repeating and averaging measurements;

Mechanisms to ensure the replicability (closeness of agreement between repeated measures of the same quantity) and accuracy of data (the closeness of agreement between a measured quantity and a true value of the measure);

Common ways of abstracting and representing data using tables, graphs and charts and their appropriate use;

The control of variables strategy and its role in experimental design or the use of randomised controlled trials to avoid confounded findings and identify possible causal mechanisms;

The nature of an appropriate design for a given scientific question *e.g.*, experimental, field based or pattern seeking.

2015 PISA Draft Science Framework, 2013

Cunoaștere epistemică - PISA

Epistemic Knowledge

The constructs and defining features of science. That is:

The nature of scientific observations, facts, hypotheses, models and theories;

The purpose and goals of science (to produce explanations of the natural world) as distinguished from technology (to produce an optimal solution to human need), what constitutes a scientific or technological question and appropriate data;

The values of science *e.g.*, a commitment to publication, objectivity and the elimination of bias;

The nature of reasoning used in science *e.g.*, deductive, inductive, inference to the best explanation (abductive), analogical, and model-based;

The role of these constructs and features in justifying the knowledge produced by science.

That is:

How scientific claims are supported by data and reasoning in science;

The function of different forms of empirical enquiry in establishing knowledge, their goal (to test explanatory hypotheses or identify patterns) and their design (observation, controlled experiments, correlational studies);

How measurement error affects the degree of confidence in scientific knowledge;

The use and role of physical, system and abstract models and their limits;

The role of collaboration and critique and how peer review helps to establish confidence in scientific claims;

The role of scientific knowledge, along with other forms of knowledge, in identifying and addressing societal and technological issues.

2015 PISA Draft Science Framework, 2013