

Unitatea de învățare: VII.2

Forța gravitațională și forța elastică

„Cei care sar cu coarda elastică pot sfida gravitația?”

Clasa: a VII-a.

Numărul orelor/lecțiilor repartizate: 5+1.

Conținuturi repartizate unității de învățare: 1. **Forța.** 1.4. Exemple de forțe. Forța gravitațională. Deosebirea dintre masă și greutate. Dependența dintre deformare și forță. Legea deformării elastice. Reprezentare grafică. Forța elastică. (Programa de fizică pentru clasa a VII-a/2009).

*Modelul de predare-învățare asociat unității de învățare: **Investigația științifică.***

Structura unității de învățare:

Secvențele unității de învățare	Tipul lecției	Competențe vizate de model (etapele investigației științifice)
I. Evocare–Anticipare	Lecția 1. Evaluarea inițială a situației de învățare, stabilirea obiectivelor / formarea unei prime reprezentări a situației de rezolvat;	1. Formularea întrebării de investigat și avansarea unor ipoteze (răspunsuri) alternative; proiectarea investigației;
II. Explorare–Experimentare	Lecția 2. Dezvoltarea strategiilor cognitive (de abordare a situațiilor-problemă, a sarcinilor);	2. Colectarea probelor necesare testării explicațiilor posibile, analizarea și interpretarea informațiilor, formularea unor concluzii preliminare (parțiale);
III. Reflecție–Explicare	Lecția 3. Elaborarea/enunțarea noilor cunoștințe (definiții, generalizări);	3. Sinteza datelor și propunerea unei explicații (generalizări);
IV. Aplicare–Transfer	Lecția 4. Sistematizarea și consolidarea noilor cunoștințe;	4. Includerea altor informații, situații, cazuri particulare, extinderea sferei noilor cunoștințe; comunicarea rezultatelor;
	Lecția 5. Dezvoltarea atitudinilor, a percepției valorilor. Evaluarea rezultatelor învățării.	5. Impactul (importanța, interesul) și valorificarea noilor cunoștințe (concepte, proceduri, procese și strategii cognitive; valori și limite). ¹

Mijloace didactice: computer cu acces la Internet și videoproiector (facultativ); fișe de lucru pentru elevi; manuale și alte resurse cu informații vizând tema.

Materiale didactice (pentru grupe de elevi): dinamometre, corpuri cu mase diferite, balanță, cutie cu mase marcate, resorturi din oțel de diferite dimensiuni, fir elastic, dopuri de plută, suport vertical pentru suspendarea resortului, fire cilindrice verticale din cauciuc și din alte materiale elastice, riglă, corp din plumb, corp din plastilină, cârlige pentru discuri crestate (cu masa de 10

¹ De-a lungul celor 4 secvențe sunt implicate mai multe tipuri de raționamente: anticipare (planificare); inducție (generalizare); deducție (particularizare); analogie cu anticiparea efectului, fără anticiparea mijloacelor; analogie cu anticiparea mijloacelor, fără anticiparea efectului.

g), discuri crestate cu masa cunoscută, de 5 g – 4 bucăți și de 10 g – 4 bucăți, coală A4 de hârtie milimetrică, tijă verticală, tijă orizontală cu cârlig, mufe simple de prindere, trepied etc.

O privire de ansamblu asupra strategiei de cunoaștere: Succesiunea lecțiilor corespunde etapelor *investigației științifice* declanșate în clasă pentru a răspunde la întrebarea: „**Cei care sar cu coarda elastică pot sfida gravitația?**”. Strategia abordării problemei este **proactivă**: elevii sunt stimulați să descopere „*ceea ce se cere*”, plecând de la „*ceea ce se dă*”. Pe parcursul unității de învățare, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: „**Forța gravitațională și forța elastică se pot echilibra reciproc!**”.

Derivarea lecțiilor/activităților de învățare din modelul de învățare:

I. Evocare–Anticipare **Ce știu sau cred eu despre asta?**

Lecția 1. Confruntarea cu întrebarea de investigat.

„Cei care sar cu coarda elastică pot sfida gravitația?”

În această lecție, procesul cognitiv (tipul de raționament, demersul de gândire) ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea **competențelor investigative** este *planificarea* (sau *anticiparea*). Aceasta constă în: i) identificarea scopului urmărit (găsirea unor răspunsuri la întrebarea de investigat); ii) identificarea procedurilor care trebuie imaginate pentru acesta (controlul variabilelor); iii) proiectarea demersului de rezolvare (stabilirea etapelor, mijloacelor, anticiparea riscurilor, integrarea constrângerilor care apar).



Elevii (*variantă de abordare*):

Activitatea 1 (Interviul în perechi – 5 min.)

- **observă** acțiunea unui corp asupra altui corp, căderea corpurilor, alungirea și comprimarea resorturilor, prin experiențe cu corpuri agățate de resorturi, vizionare de filme, planșe, fotografii etc.) și se **confruntă cu întrebarea**: „Ce efect dinamic poate avea greutatea unui corp asupra unui resort?” sau „Dacă un resort a fost deformat, după încetarea acțiunii forței deformatoare el revine la forma și la lungimea inițiale? Ce se întâmplă cu resortul în timpul deformării?” (*conflict cognitiv*), apoi **evaluează** întrebarea de investigat: „Este interesantă?”; „Este relevantă pentru conceptul de studiat (căderea corpurilor sau deformarea corpurilor)?”; „Exprimă fapte sau opinii?”; „Oferă variate cauze posibile de analizat?” etc.;

Activitatea 2 (Brainstorming în grup – 5 min.)

- **formulează răspunsuri** (ipoteze, explicații) la întrebarea de investigat, de exemplu: greutatea modifică mărimea vitezei corpului; două corpuri cu mase diferite au greutate diferite; două corpuri de mase diferite pot avea greutate egale, dacă ele se află în locuri diferite din Univers; dacă un resort este deformat, între părțile lui componente se exercită forțe care tind să readucă resortul la starea inițială; când un resort este alungit apar forțe care tind să micșoreze

distanțele dintre spire, iar în cazul celui comprimat, să le mărească; forța deformatoare este o forță externă, în timp ce forța ce tinde să readucă resortul la starea relaxată se manifestă în resort; vectorul forței deformatoare și vectorul forței elastice au sensuri opuse;

Activitatea 3 (Tabloul conceptelor – 10 min.)

- **reformulează ipotezele** ca enunțuri bine definite, testabile, în funcție de variabile (proprietăți) precum: greutatea unui corp este forța cu care respectivul corp este atras de Pământ; între valoarea deformării unui resort și mărimea forței deformatoare există o directă proporționalitate;

Activitatea 4 (Investigație în grup – 20 min.)

- **verifică experimental** situații pentru a explica diferența dintre noțiunile: masă/greutate; forță deformatoare / forță elastică; toate corpurile sunt atrase de Pământ cu o forță proporțională cu masa; determină greutatea unor corpuri cu mase diferite, utilizând dinamometrul; măsoară forța deformatoare a unui corp elastic – și **comunică** rezultatele.

Pe parcursul lecției și la finalul acesteia, elevii sunt implicați în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competențe de înșușit, procese cognitive / raționamente dezvoltate) și proiectării lecțiilor următoare:

- **evaluarea** nevoilor de învățare ale elevilor (**Știu, vreau să știu, am învățat, Eseul de 5 min., Fișe de autoevaluare** individuală și de grup și altele – 7 min.);

- **dezbaterea** portofoliului individual, a temei pentru acasă (extinderea activității în afara orelor de clasă), a protocolului evaluării finale (**Interviul în grup** – 3 min.).²

II. Explorare–Experimentare

Cum se potrivește această informație cu ceea ce știu sau cred eu despre ea?

Lecția 2. Explorarea soluțiilor posibile, colectarea/înșușirea informațiilor necesare.

„Ce este? Când se utilizează? Cum funcționează?”

În această lecție, întrebarea rămâne aceeași: „Ce efect dinamic poate avea greutatea unui corp asupra unui resort?” sau „Dacă un resort a fost deformat, după încetarea acțiunii forței deformatoare el revine la forma și la lungimea inițiale? Ce se întâmplă cu resortul în timpul deformării?” (*conflict cognitiv*). Procesul cognitiv ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea competențelor este *analogia cu anticiparea efectului*: elevii vor încerca să identifice modul în care alungirea absolută a materialului elastic solicitat depinde de mărimea forței deformatoare, de lungimea inițială a materialului, de aria secțiunii transversale a materialului și de natura materialului supus solicitării.

Elevii sunt stimulați (*variantă de abordare*):

Activitatea 1 (Interviul în perechi – 10 min.)

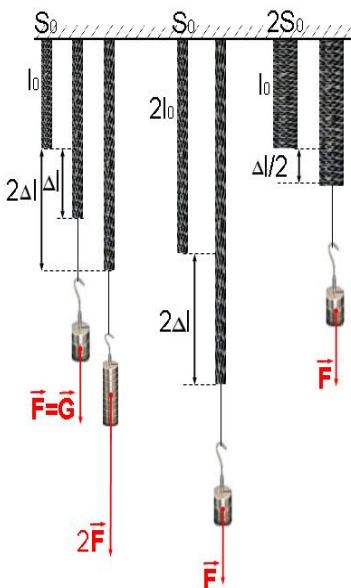
- **să evoce** dificultăți și reușite ale activităților/experiențelor anterioare (în clasă, în afara orelor de clasă, teme efectuate acasă), respectiv constatări de genul: utilizarea corectă a unor instrumente de măsură (dinamometru, balanță); norme de protecția muncii în laboratorul de fizică; toate corpurile sunt atrase de Pământ cu o forță proporțională cu masa; masa unui corp se determină folosind balanța și cutia cu mase marcate; greutatea unui corp se determină folosind dinamometrul etc.

Activitatea 2 (Investigație în grup – 20 min.)

- **să exploreze** factori (controlul variabilelor); studierea mărimilor care influențează alungirea absolută a unui resort (sau material elastic), și anume mărimea forței deformatoare, lungimea inițială a materialului, aria secțiunii transversale a materialului și natura materialului supus

² Cele două activități care se referă la evaluare se regăsesc la sfârșitul fiecărei lecții și sunt asemănătoare.

solicitării; **să înregistreze** în tabele: lungimea inițială și finală a resortului, alungirea resortului, aria secțiunii transversale, valoarea forței deformatoare, natura materialului studiat;



Activitatea 3 (Interviul în perechi – 10 min.)

- **să formuleze** concluzii parțiale sau preliminare, de exemplu: a) alungirea resortului este proporțională cu mărimea forței deformatoare; b) alungirea resortului este proporțională cu lungimea inițială a resortului; c) alungirea resortului este invers proporțională cu aria secțiunii transversale a resortului; d) alungirea depinde de natura materialului din care este realizat resortul etc. și **să comunice** rezultatele.

Pe parcursul lecției și la finalul acesteia, elevii sunt implicați în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competențe de însușit, procese cognitive / raționamente dezvoltate) și proiectării lecțiilor următoare:

- **evaluarea** nevoilor de învățare ale elevilor (**Stiu, vreau să știu, am învățat, Eseul de 5 min., Fișe de autoevaluare** individuală și de grup și altele – 7 min.);

- **dezbaterea** portofoliului individual, a temei pentru acasă (extinderea activității în afara orelor de clasă), a protocolului evaluării finale (**Interviul în grup** – 3 min.).

III. Reflecție–Explicare

Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecția 3. Sinteza datelor colectate și propunerea unei explicații.

„Dacă un resort a fost deformat, după încetarea acțiunii forței deformatoare el revine la forma și la lungimea inițiale? Ce se întâmplă cu resortul în timpul deformării?”

În această etapă, întrebarea inițială rămâne aceeași; alungirea depinde de natura materialului din care este realizat resortul, este proporțională cu mărimea forței deformatoare și lungimea inițială și invers proporțională cu aria secțiunii transversale (*conflict cognitiv*). Procesul cognitiv ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea competențelor este *inducția* (sau *generalizarea*), un tip de raționament prin care elevii, plecând de la sinteza datelor colectate în etapa de *Explorare*, descoperă aspecte comune (sau „constante”) ale fenomenelor observate și disting *pattern-uri* (relații existente) între datele colectate.

Astfel, activitatea elevilor este îndrumată către sinteza datelor și formularea unor generalizări (*variantă de abordare*):

Li se cere elevilor:

Activitatea 1 (*Investigație în grup – 20 min.*)

- **să grupeze** datele colectate sub formă de tabele: lungimea inițială și finală a resortului, alungirea resortului, aria secțiunii transversale, valoarea forței deformatoare, natura materialului studiat;

- **să realizeze** schița dispozitivului experimental și să calculeze alungirea resortului folosind datele din tabel;

- **să idealizeze (simplifice)** această reprezentare și **să observe ca pattern** (regulă) că $\Delta l \sim \frac{F \cdot l_0}{S_0}$ și „ Δl ” depinde și de natura materialului elastic; $E = \frac{F \cdot l_0}{S_0 \cdot \Delta l}$, unde E – modulul de

elasticitate la tracțiune (constantă de material); $F = \kappa \cdot \Delta l$ este relație de definiție dinamică a forței deformatoare, „ κ ” fiind constanta elastică a materialului sollicitat;

- **să exprime** constatările (concluziile) sub forma unor enunțuri (definiții și legi) generale, de exemplu: 1) alungirea materialului elastic este proporțională cu mărimea forței deformatoare și cu lungimea inițială a resortului; 2) alungirea materialului elastic este invers proporțională cu aria secțiunii transversale a materialului; 3) alungirea depinde de natura materialului elastic; 4) E, l_0, S_0 sunt constante specifice unui material elastic; 5) $[E]_{S.I.} = N/m^2$; 6) dacă asupra unui corp acționează două sau mai multe forțe, efectul poate fi deformarea corpului; 7) corpuri precum cele din plumb sau din plastilină, dacă au fost deformate, nu mai revin la forma inițială după încetarea acțiunii forțelor; 8) un resort din oțel se deformează elastic sub acțiunea unor forțe deformatoare; dacă acestea depășesc anumite limite, resortul nu mai revine la dimensiunile inițiale.

Alternativ:

Activitatea 2 (*Investigație în grup – 10 min.*)

- **să reprezinte grafic** datele colectate;

- **să idealizeze (simplifice)** această reprezentare și **să observe ca pattern-uri** (reguli) în datele colectate: forța deformatoare este o forță externă, în timp ce forța ce tinde să readucă resortul la starea relaxată se manifestă în resort; vectorul forță deformatoare și vectorul forță elastică au sensuri opuse;

- **să enunțe concluzii** (generalizări) sub forma unor definiții și legi;

- **să comunice** rezultatele.

Apoi:

Activitatea 3 (*Gândiți, lucrați în perechi, comunicați – 10 min.*)

- **se definesc** noțiunile: E – modul de elasticitate la tracțiune; $F = \kappa \cdot \Delta l$ este legea deformărilor elastice; „ κ ” reprezintă constanta elastică a materialului; $[E]_{S.I.} = N/m^2$; $[\kappa]_{S.I.} = \frac{N}{m}$;

- **se reformulează concluziile** anterioare, de exemplu: pentru același solid elastic, deformările elastice sunt direct proporționale cu forțele deformatoare ($\Delta l \sim F$);

- **se evaluează explicațiile** propuse: „Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm?”; „Este această explicație/soluție mai bună decât alta?”; „Ce explicații nu sunt încă susținute de probe?”; „Ce soluție mai bună am putea adopta?” etc.

Pe parcursul lecției și la finalul acesteia, elevii sunt implicați în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competențe de însușit, procese cognitive / raționamente dezvoltate) și proiectării lecțiilor următoare:

- **evaluarea** nevoilor de învățare ale elevilor (***Știu, vreau să știu, am învățat, Eseul de 5 min., Fișe de autoevaluare*** individuală și de grup și altele – 7 min.);

- **dezbaterea** portofoliului individual, a temei pentru acasă (extinderea activității în afara orelor de clasă), a protocolului evaluării finale (***Interviul în grup – 3 min.***).

IV. Aplicare–Transfer

Ce convingeri îmi oferă această informație?

Ce anume pot face în alt fel, acum când dețin această informație?

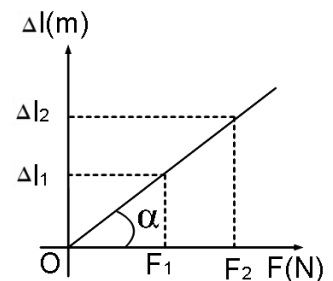
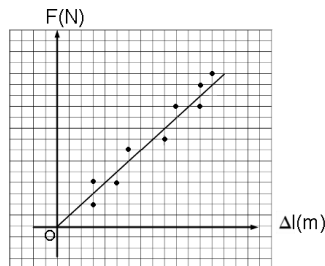
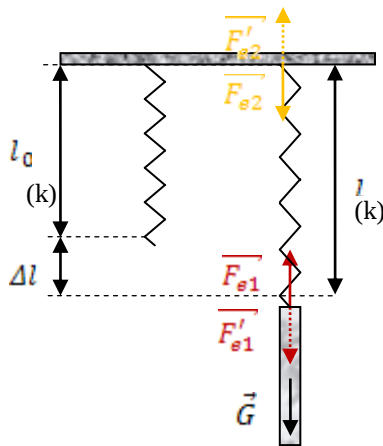
Lecția 4. Includerea altor cazuri particulare, extinderea sferei noilor cunoștințe

În lecția a 4-a, atenția elevilor se va concentra asupra consolidării conceptelor obținute (forța gravitațională, forța elastică) în lumina a noi probe, relativ similare celor deja experimentate. În etapa de *Aplicare*, procesul cognitiv ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea competențelor este *deducția* sau *particularizarea* (inversul procesului inductiv): plecând de la enunțuri generale cum sunt definiția forței gravitaționale, a forței elastice („Dacă...”), elevii trebuie să ajungă la exemple particulare ale acestora („Atunci...”).

Ca urmare, elevii vor fi stimulați să **rezolve probleme** și să **comunique rezultatele** obținute (*Investigație în grup* – 30 min.), de tipul (*variantă de abordare*):

Activitatea 1 (*Investigație în grup* – 40 min.)

1. **calcularea** alungirii resortului, a greutateii corpului; determinarea constantei elastice a unui resort, a forței elastice; erorile de determinare;
2. **rezolvarea** problemelor propuse prin fișele de lucru;
3. **reprezentarea grafică** $\Delta l = f(F)$;
4. **determinarea experimentală**: constantele elastice ale resorturilor dinamometrelor, prelucrând datele experimentale, comparând valorile obținute pentru fiecare determinare, calculând în fiecare caz eroarea determinării și indicând sursele erorilor.



Pe parcursul lecției și la finalul acesteia, elevii sunt implicați în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competențe de însușit, procese cognitive / raționamente dezvoltate) și proiectării lecțiilor următoare:

- **evaluarea** nevoilor de învățare ale elevilor (*Știu, vreau să știu, am învățat, Eseul de 5 min., Fișe de autoevaluare* individuală și de grup și altele – 7 min.);

- **dezbaterea** portofoliului individual, a temei pentru acasă (extinderea activității în afara orelor de clasă), a protocolului evaluării finale (*Interviul în grup* – 3 min.).

Lecția 5. Impactul și valorificarea noilor cunoștințe

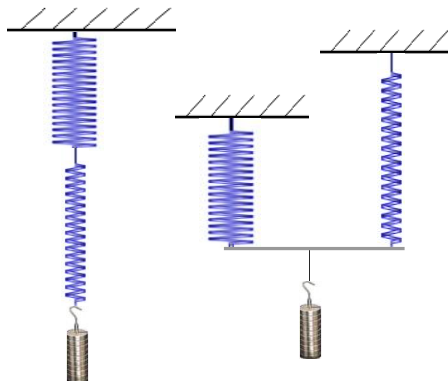
„Forța gravitațională și forța elastică se pot echilibra reciproc!”

În lecția a 5-a, elevii sunt confrunțați cu modele de cunoaștere (relații conceptuale, scheme procedurale) mai flexibile, mai eficiente, prin testarea, extinderea și consolidarea explicațiilor anterioare în situații noi. Procesul cognitiv implicat în etapa de *Transfer* este *analogia cu anticiparea mijloacelor*. Elevii fac încercări de aplicare a cunoștințelor însușite în situații inedite (*conflicte cognitive*), observând și analizând reușitele parțiale ca *reprezentări succesive* ale scopului vizat.

Astfel, organizați pe grupe, elevii sunt stimulați să **expună/prezinte produsele** realizate și să **comunique rezultatele** în maniere diverse (*variantă de abordare*):

Activitatea 1 (Turul galeriei – 42 min.)

1. **Explicații:** la legarea resorturilor în serie, sub acțiunea forței deformatoare, alungirea totală a sistemului este egală cu suma alungirilor fiecărui resort; la legarea resorturilor în paralel, se asigură alungiri egale ale celor două resorturi, iar valoarea forței deformatoare este egală cu suma valorilor forțelor ce acționează asupra fiecărui resort;
2. **Construcții:** legarea resorturilor în serie și legarea resorturilor în paralel; **deducerea** expresiei pentru constanta elastică echivalentă „ k_s ” în cazul a două resorturi legate în serie, respectiv a expresiei pentru constanta elastică echivalentă „ k_p ”, în cazul aceluiași resorturi, legate în paralel;
3. **Compoziții** (eseu literar, plastic; poster, prezentări multimedia etc.): forța gravitațională, forța elastică, constanta elastică, accelerația gravitațională etc.;
<http://courses2.cit.cornell.edu/physicsdemos/listByCategory.php>;
<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hookeslaw.ogg>.



Pe parcursul lecției și la finalul acesteia, elevii sunt implicați în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competențe de însușit, procese cognitive / raționamente dezvoltate) și proiectării lecțiilor următoare:

- **evaluarea** nevoilor de învățare ale elevilor (**Știu, vreau să știu, am învățat, Eseul de 5 min., Fișe de autoevaluare** individuală și de grup și altele – 5 min.);
- **dezbaterea** portofoliului individual (**Interviul în grup** – 3 min.) pentru *evaluarea finală* din lecția următoare, vizând competențele specifice repartizate unității (metode: **Test, Turul galeriei, Cubul, Unul stă, trei circulă** și altele – 1 oră).

Bibliografie:

- (1) Ailincăi, Margareta; Rădulescu, Liviu, *Probleme – întrebări de fizică*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1972;
- (2) Clark, Christopher; Enescu, George; Nistor, Mircea; Rusu, Mircea, *Fizică. Manual pentru clasa a VII-a*, Editura ALL, București, 1999;
- (3) Corega, Constantin; Andreica, Dan; Marinciuc, Mihai; Kevorkian, Brîndușa, *Probleme și lucrări practice de fizică*, Editura Studium Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, 1995;
- (4) Epstein, Lewis Carroll, *Gândeți Fizica!*, Editura ALL Educațional, București, 1995;
- (5) Garabet, Mihaela; Neacșu, Ion, *Lecții experimentale în laboratorul de fizică*, Editura Niculescu, București, 2004;
- (6) Gherbanovschi, Cleopatra; Gherbanovschi, Nicolae, *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Niculescu, București, 2005;
- (7) Hristev, Anatolie; Fălie, Vasile; Manda, Dumitru; *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1985;
- (8) Ionescu-Andrei, Rodica; Onea, Cristina; Toma, Ion, *Fizică. Filiera tehnologică. Filiera teoretică (profil real). Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Teora Educațional, București, 1999;
- (9) Sandu, Mihail, *Probleme de fizică pentru gimnaziu*, Editura ALL Educațional, București, 1996;
- (10) Turcitu, Doina; Panaghianu, Magda; Șerban, Marin, *Fizică. Manual pentru clasa a IX-a*, Editura Radical, București, 2009;
- (11) Turcitu, Doina; Panaghianu, Magda; Pop, Viorica; Iancu, Mihaela; Stoica, Cristiana; Ursu, Stelian, *Fizică. Manual pentru clasa a VII-a*, Editura Radical, București, 1999.

Anexă:

Relația dintre competențele modelului de învățare
și competențele specifice ale programei școlare pentru cl. a VII-a/2009,
repartizate pe secvențele unității de învățare

Competențe vizate de modelul de învățare	Competențele specifice ale programei școlare
Secvența I. Evocare–Anticipare 1. Formularea întrebării de investigat și avansarea unor ipoteze (răspunsuri) alternative; proiectarea investigației;	1.1 <u>clasificarea și analiza</u> diferitelor fenomene fizice, instrumente și mărimi fizice din domeniile studiate; 1.2 <u>descrierea fenomenelor fizice studiate</u> , întâlnite în activitatea practică, după criterii date; 5.1 <u>aplicarea normelor de protecție</u> individuală în laboratorul de fizică și în viața de zi cu zi;
Secvența II. Explorare–Experimentare 2. Colectarea probelor necesare testării explicațiilor posibile, analizarea și interpretarea informațiilor, formularea unor concluzii preliminare (parțiale);	2.1 <u>identificarea unor caracteristici</u> ale fenomenelor pe baza observării acestora; 2.2 <u>realizarea unor aplicații experimentale</u> , individual sau în echipă, prin urmarea unor instrucțiuni date; 2.3 <u>utilizarea instrumentelor de măsură</u> alese în vederea efectuării unor determinări cantitative; 2.4 <u>elaborarea de experimente simple</u> , în echipă sau individual, și verificarea validității lor prin experiment dirijat sau nendirijat; 4.2 formularea unor observații științifice asupra experimentelor efectuate;
Secvența III. Reflecție–	1.3 <u>identificarea legilor, principiilor, caracteristicilor definitorii</u> ale unor

Explicare 3. Sinteza datelor și propunerea unei explicații (generalizări);	fenomene, mărimi caracteristice, proprietăți ale unor corpuri și dispozitive, condiții impuse unor sisteme fizice; 1.4 <u>reprezentarea grafică</u> a unor mărimi fizice sau variații ale acestora determinate experimental; 4.1 <u>utilizarea metodelor</u> învățate pentru înregistrarea datelor experimentale;
Secvența IV. Aplicare - Transfer 4. Includerea altor informații, situații, cazuri particulare, extinderea sferei noilor cunoștințe; comunicarea rezultatelor; 5. Impactul (importanța, interesul) și valorificarea noilor cunoștințe (concepte, proceduri, procese și strategii cognitive; valori și limite).	3.1 <u>compararea, clasificarea</u> și interpretarea unor fenomene fizice din domeniile: optică, mecanică, căldură; 3.2 utilizarea valorilor mărimilor determinate experimental în <u>rezolvarea de probleme</u> cu caracter teoretic sau aplicativ; 1.5 <u>realizarea transferului</u> cunoștințelor dobândite prin studiul fizicii în domeniul general al științelor și tehnicii; 3.3 <u>stabilirea unor conexiuni</u> fenomenologice și conceptuale între domeniile fizicii și celelalte discipline de studiu; 4.3 <u>formularea în scris a rezultatelor</u> lucrărilor experimentale sau a altor sarcini de investigare specifice fizicii; 5.2 <u>argumentarea avantajelor</u> și dezavantajelor unor tehnologii