

Unitatea de învățare: VIII.4

Legea lui Arhimede

„De ce, dacă dintr-o bucată de plastilină confecționăm o bărcuță, aceasta plutește la suprafața apei, în timp ce aceeași bucată de plastilină, făcută ghem, se scufundă?”

Clasa: a VIII-a.

Numărul orelor/lecțiilor repartizate: 5+1 (evaluare finală).

Conținuturi repartizate unității de învățare: Legea lui Arhimede. Aplicații (Programa de fizică pentru clasa a VIII-a/2009).

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

Structura unității de învățare:

Secvențele unității de învățare	Tipul lecției	Competențele 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; comunicarea rezultatelor;
	Lecția 5. Dezvoltarea atitudinilor , a percepției valorilor. Evaluarea rezultatelor învățării.	5. Impactul (importanța, interesul) și valorificarea noilor cunoștințe (concepțe, proceduri, procese și strategii cognitive; valori și limite; extinderea sferei noilor cunoștințe). ¹

Mijloace didactice: flip-chart, hartie pentru flip-chart, fișe de lucru pentru elevi, manuale și alte resurse cu informații vizând tema.

Materiale didactice (pentru grupe de elevi): o bucată de plastilină, vase, diferite lichide (apă, saramură, ulei, alcool), ou, 100 g sare grunjoasă, dinamometru, ață, corp metalic cilindric cu cârlig, mini halteră asimetrică (formată dintr-o tijă rigidă având la capete două corpuri cilindrice sau sferice de același volum, dar de densități diferite, mai mari decât densitatea apei), balanță, cilindrii lui Arhimede

O privire de ansamblu asupra strategiei de cunoaștere: Succesiunea lecțiilor corespunde etapelor investigației științifice declanșate în clasă pentru a răspunde la întrebarea: „De ce, dacă dintr-o bucată de

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.

plastilină confecționăm o bărcuță, aceasta plutește la suprafața apei, în timp ce aceeași bucată de plastilină, făcută ghem, se scufundă?”

Strategia abordării problemei este **proactivă**: elevii sunt stimulați să descopere Legea lui Arhimede și aplicațiile acesteia, plecând de la observarea și înțelegerea diferitelor situații ce pot apărea la scufundarea corpurilor în lichide. Pe parcursul lecțiilor, gândirea elevilor se dezvoltă către ideea: „Un corp scufundat într-un lichid este împins de jos în sus de o forță egală cu greutatea lichidului dezlucuit de corp. Chiar dacă greutatea plastilinei rămâne aceeași, greutatea lichidului dezlucuit de aceasta este mult mai mică atunci când plastilina este făcută ghem. Rezultanta forțelor ce acționează asupra bărcuței este nulă și bărcuța plutește, în timp ce rezultanta forțelor ce acționează asupra ghemului de plastilină este orientată vertical în jos și o va scufunda.”

Derivarea lecțiilor/activităților de învățare din modelul de învățare:

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

Lecția 1. Confruntarea cu întrebarea de investigat.

„De ce, dacă dintr-o bucată de plastilină confecționăm o bărcuță, aceasta plutește la suprafața apei, în timp ce aceeași bucată de plastilină, făcută ghem, se scufundă?”

În această lecție, procesul cognitiv (tipul de raționament) ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea **competențelor investigative** este **planificarea** (sau **anticiparea**). Aceasta constă în:

- i) precizarea 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, a mijloacelor, anticiparea riscurilor, integrarea constrângerilor care apar).

Profesorul **oferă elevilor materiale**: plastilină, vase, diferite lichide (apă, saramură, ulei, alcool), dinamometru, flacoane cilindrice din material plastic, care se pot închide etanș și a căror masă poate fi variată prin introducerea în interior a unor biluțe de plastilină (Activitățile 1 și 3).

În acest scop, elevii pot fi implicați în următoarele activități:

Activitatea 1 (Conversație dirijată, experiment – 15 min.)

- **evocă** observații, experiențe și întâmplări personale privind comportamentul corpurilor scufundate în lichid și **își reamintesc** noțiuni fizice precum rezultanta unui sistem de forțe, echilibru, condiții de echilibru, presiune hidrostatică, principiul fundamental al hidrostaticii;

- **se confruntă cu întrebarea** „De ce, dacă dintr-o bucată de plastilină confecționăm o bărcuță, aceasta plutește la suprafața apei, în timp ce aceeași bucată de plastilină, făcută ghem, se scufundă?”;

- **verifică experimental** întrebarea de investigat și o **evaluează**: „Este interesantă?”; „Este relevantă pentru conceptul de studiat?” etc.;

Activitatea 2 (Brainstorming – 5 min.)

- **formulează răspunsuri**: „Barca este mai lungă”, „Barca are un volum mai mare”, „Barca are o densitate mai mică” etc.;

- **evaluează ipotezele**: „Sunt plauzibile?”; „Sunt testabile?” etc.;

- **reformulează ipotezele** ca enunțuri *bine definite, testabile*, în funcție de variabile (proprietăți) precum: greutate, greutate aparentă;

Activitatea 3 (Investigație în grup – 20 min.)

- **observă/verifică experimental** comportamentul flacoanelor goale sau conținând un nr. variabil de mici biluțe din plastilină la scufundarea în lichide cu densități diferite; comportamentul oului scufundat în apă în care se adaugă treptat sare grunjoasă;

- **măsoară** greutatea aparentă a flacoanelor conținând biluțe de plastilină, total sau parțial scufundate în diferite lichide;

- **comunică** observațiile.

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.**)²

II. Explorare–Experimentare

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

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

„De ce, dacă dintr-o bucată de plastilină confecționăm o bărcuță, aceasta plutește la suprafața apei, în timp ce aceeași bucată de plastilină, făcută ghem, se scufundă?”

În această lecție, întrebarea rămâne aceeași: „De ce, dacă dintr-o bucată de plastilină confecționăm o bărcuță, aceasta plutește la suprafața apei, în timp ce aceeași bucată de plastilină, făcută ghem, se scufundă?” (*conflict cognitiv*). Procesul cognitiv ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea competențelor este *analogia cu anticiparea efectului*: elevii vor încerca să explice diferența dintre greutatea unui corp și greutatea lui aparentă la scufundarea parțială/totală în lichid; să identifice forța arhimedică; să-i stabilească orientarea și punctul de aplicație; să stabilească dependența modulului acesteia de natura și volumul de lichid dezlocuit de corp, experimentând cu corpuri și lichide diferite și analizând rezultatele obținute.

Profesorul **oferă elevilor materiale** (pentru grupe de elevi): vase, diferite lichide (apă, saramură, ulei, alcool), dinamometru, corpuri metalice cilindrice cu cârlig de diferite dimensiuni, corp cilindric neomogen, ață (Activitatea 2).

Elevii sunt stimulați, în cadrul următoarelor activități (*variantă de abordare*):

Activitatea 1 (Conversație dirijată – 5 min.)

- **să evoce** aspecte relevante ale activităților/experiențelor anterioare (în clasă, în afara orelor de clasă, teme efectuate acasă), respectiv constatări de genul: greutatea aparentă a unui corp depinde de natura lichidului în care este scufundat; greutatea aparentă la scufundarea parțială depinde de cât de mult este scufundat corpul; corpuri cu volume egale și mase diferite au comportament diferit la scufundarea în lichid; comportamentul aceluiași corp se poate schimba în funcție de lichidul în care este scufundat etc.;

Activitatea 2 (Investigație în grup – 25 min.)

- **să măsoare** greutatea cilindrului cu cârlig în aer; greutatea aparentă a cilindrului cu cârlig total scufundat în diferite lichide, cu înălțimi diferite; greutatea aparentă a cilindrului parțial scufundat, înălțimea porțiunii din cilindru scufundată în lichid;

- **să înregistreze** în tabele datele obținute;

- **să explice** diferența dintre greutate și greutatea aparentă a unui corp scufundat în lichid, prin prezența forței arhimedice;

- **să calculeze** forța arhimedică drept diferența dintre greutatea corpului în aer și greutatea sa în lichid;

- **să echilibreze în aer** corpul neomogen în poziție orizontală și **să observe** că la introducerea în apă, acesta se va roti;

- **să conchidă** că, pentru corpuri neomogene, punctul de aplicație al forței arhimedice nu coincide cu centrul de greutate al corpului;

Activitatea 3 (Interviul în grup – 10 min.)

- **să formuleze** concluzii parțiale sau preliminare, de exemplu: forța arhimedică are punctul de aplicație în centrul de greutate al volumului de lichid dezlocuit, direcția verticală, sensul în sus, modulul dependent de natura lichidului și de volumul lichidului dezlocuit de corp; forța arhimedică este independentă de adâncimea de imersiune, înălțimea lichidului, greutatea corpului;

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

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

- **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.

Ce este forța arhimedică?

În această lecție, procesul cognitiv ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea competențelor este *inducția* (sau *generalizarea*), 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.

Elevii sunt stimulați, în cadrul următoarelor activități (*variantă de abordare*):

Activitatea 1 (Conversație dirijată – 7 min.)

- **să evoce** experimentele din lecțiile anterioare și **să grupeze** datele colectate;
- **să explice** existența forței arhimedice ca rezultat a forțelor de presiune exercitate de către un lichid în echilibru asupra corpului scufundat în lichid;

Activitatea 2 (Investigație în grup – 25 min.)

- **să calculeze** forța arhimedică ce acționează asupra corpurilor cilindrice din experimentele anterioare total/parțial scufundate, utilizând principiul fundamental al hidrostaticii pentru determinarea rezultantei forțelor de presiune exercitate de lichid asupra corpului;

- **să compare** rezultatele obținute prin calcul cu valorile forței arhimedice obținute experimental;
- **să identifice principalele surse de erori**;
- **să calculeze** greutatea lichidului deplasat de corp pentru fiecare caz în parte;
- **să observe** că forța arhimedică este egală cu greutatea lichidului deplasat de corp;
- **să verifice experimental**, folosind balanța și cilindrii lui Arhimede, că forța arhimedică este egală cu greutatea lichidului deplasat de corp;

- **să formuleze concluzii**;

Activitatea 3 (Conversație dirijată – 8 min.)

- **să enunțe** Legea lui Arhimede;
- **să formuleze** răspunsuri la întrebarea: „De ce, dacă dintr-o bucată de plastilină confecționăm o bărcuță, aceasta plutește la suprafața apei, în timp ce aceeași bucată de plastilină, făcută ghem, se scufundă?”.

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?

Lecția 4. Includerea altor informații, situații, cazuri particulare, extinderea sferei noilor cunoștințe; comunicarea rezultatelor.

„Care sunt aplicațiile Legii lui Arhimede?”

În lecția a patra, atenția elevilor se va concentra asupra consolidării conceptelor obținute (forța arhimedică, greutate aparentă) 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 („Dacă...”), elevii trebuie să ajungă la exemple particulare ale acestora („Atunci...”).

Elevii vor fi stimulați să **identifice aplicații practice** ale Legii lui Arhimede, să **rezolve probleme**, să **formuleze concluzii** și să **comunicare rezultatele** obținute, după cum urmează:

Activitatea 1 (Conversație dirijată – 10 min.)

- să **evoce** observații/concluzii din lecțiile anterioare;
- să **identifice** cazurile posibile la introducerea unui corp în lichid (prin compararea forței arhimedice cu greutatea corpurilor);
- să **identifice**, pentru fiecare caz în parte, posibile aplicații practice;

Activitatea 2 (Gândiți, lucrați în perechi, comunicați – 30 min.)

- să **aplice** cunoștințele dobândite pentru a rezolva probleme și a răspunde la întrebările propuse pe fișa de lucru:

- să **reprezinte grafic** și să **calculeze** forțele aplicate unui corp scufundat total/partial în lichid;
- să **calculeze** *greutatea maximă* a încărcăturii ce poate fi așezată pe un corp parțial scufundat în lichid (menținând corpul la suprafață), *forța ascensională* când corpul este complet scufundat, *forța necesară* unui înotător pentru a se menține la suprafață;
- să **propună** metode de determinare a densității unui corp/lichid utilizând Legea lui Arhimede.

Pe parcursul fiecărei lecții 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.).

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

Lecția 5. Impactul și valorificarea noilor cunoștințe.

În lecția a cincea, 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 în situații inedite (*conflicte cognitive*), observând și analizând reușitele parțiale ca *reprezentări succesive* ale scopului vizat.

Profesorul (**Prelegere interactivă – 5 min.**):

- **implică** elevii în prezentarea și evaluarea produselor realizate, a procedurilor/soluțiilor adoptate, în stabilirea limitelor de aplicabilitate a conceptelor definite: „Ce concluzii păstrăm, ce concluzii eliminăm?”; „Este acest model potrivit pentru tema aleasă?”; „Este această explicație/soluție mai bună decât alta?”; „Ce explicații/soluții nu sunt încă susținute de probe?”; „Ce soluție mai bună am putea adopta?” etc.

- **anunță verificarea orală / testul scris** pentru lecția următoare, le **reamintește elevilor criteriile evaluării sumative** bazate pe *competențele specifice înscrise în programele școlare*, vizând noțiunile însușite și abilitățile de operare cu acestea corespunzătoare competenței cognitive/de rezolvare de probleme.

Elevii sunt stimulați, în cadrul următoarelor activități (**variantă de abordare**):

Activitatea 1 (Turul galeriei – 25 min.)

- să **expună** produsele realizate și să **prezinte** în fața clasei rapoartele de lucru;
- să **sintetizeze** cunoștințele esențiale, de reținut privind proiectele prezentate;

Activitatea 2 (Concurs între grupe: întrebări-„fulger” – 12 min.)

- să **formuleze răspunsuri** la un set de întrebări problematice propuse, de exemplu: „Cum trebuie procedat pentru a determina volumul unui corp greu având la dispoziție doar un dinamometru gradat și un vas cu apă?”; „Cum se modifică linia de plutire a unui vapor la trecerea din Dunăre în Marea Neagră?”; „Legenda spune că Legea lui Arhimede a fost descoperită de acesta în căutarea unui mijloc prin care să

verifice dacă coroana regelui Siracuzei era din aur pur sau din aur în amestec cu alte metale. Cum credeți că a procedat Arhimede, dacă, pentru a face verificarea, a folosit o bucată de aur pur de aceeași masă cu coroana?”; „Ce se întâmplă, în timp, cu greutatea aparentă a unui corp total scufundat într-un lichid aflat într-un vas pus la încălzit” 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):

- **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) Corega, Constantin; Haralamb, Dorel; Talpalaru, Seryl, *Fizică. Manual pentru clasa a VIII-a*, Editura Teora, București, 2007;
- (3) Turcitu, Doina; Pop, Viorica; Panaghianu, Magda; Stoica, Gabriela, *Fizică. Manual pentru clasa a VIII-a*, Editura Radical, Craiova, 2010.

Anexa 1

Relația dintre competențele vizate de modelul de învățare și competențele specifice ale programei școlare pentru clasa a VIII-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 identificarea caracteristicilor definitorii ale unor sisteme întâlnite în natură; 1.2 descrierea unor fenomene fizice din domeniile studiate, a unor procedee de producere sau de evidențiere a unor fenomene, precum și a cauzelor producerii acestora;
Secvența II. Explorare–Experimentare 2. Colectarea probelor necesare testării explicațiilor posibile, analizarea și interpretarea informațiilor, formularea unor concluzii preliminare (parțiale);	2.2 utilizarea corectă a instrumentelor de măsură alese pentru efectuarea în deplină siguranță a unor determinări cantitative în domeniile fizice studiate; 2.3 realizarea unor experimente simple, individual sau în echipă, pentru determinarea caracteristicilor fizice ale unor sisteme din domeniile studiate; 3.1 compararea și clasificarea unor fenomene și unor caracteristici fizice ale fenomenelor din domeniile studiate; 4.1 utilizarea metodelor adecvate de înregistrare a datelor experimentale în elaborarea unor referate; 4.2 formularea observațiilor și concluziilor științifice asupra unor experimente de fizică; 5.2 valorizarea deprinderilor de lucru în siguranță pentru propria persoană, pentru ceilalți și pentru mediu;
Secvența III. Reflecție–Explicare 3. Sinteza datelor și propunerea unei explicații (generalizări);	2.4 interpretarea datelor experimentale și a reprezentărilor grafice; 3.3 analizarea relațiilor cauzale prezente în desfășurarea fenomenelor fizice din cadrul domeniilor studiate;

	4.2 formularea observațiilor și concluziilor științifice asupra unor experimente de fizică; 4.3 prezentarea sub formă scrisă sau orală a rezultatelor unui demers de investigare individuală sau în echipă folosind terminologia științifică proprie fizicii;
<i>Secvența IV. Aplicare–Transfer</i> 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).	2.1 identificarea unor posibilități practice de aplicare a cunoștințelor teoretice dobândite prin studiul fizicii; 3.2 rezolvarea de probleme cu caracter teoretic sau aplicativ legate de activitatea practică din cadrul domeniilor studiate; 1.5 stabilirea legăturii între fenomenele fizice studiate și aplicații tehnologice bazate pe acestea; 5.1 argumentarea avantajelor și dezavantajelor tehnologiilor actuale și de perspectivă pentru mediu.

Anexa 2

Portofoliu de teme propuse spre realizare, urmând să fie evaluate în finalul unității de învățare, sub forme ca:

- Construirea unor modele funcționale: vapor, balon meteorologic, batiscaf, densimetru;*
- Referate științifice pe tema dată;*
- Experimente propuse de elevi;*
- Realizarea unui film didactic, după un scenariu propriu.*