Unitatea de învăţare: IX.2
Refracţia luminii

„De ce în acvariul cu un peştişor se văd uneori doi, iar alteori nici unul?”

Clasa: **a IX-a.**
Numărul orelor/lecţiilor repartizate: **5+1**.
Conţinuturi repartizate: **Refracţia luminii.** Condiţii de producere a refracţiei. Indice de refracţie. Legile refracţiei. Prisma optică*. Reflexia totală*. (Programa de fizică pentru clasa a IX-a 3458/09.03.2004).
Strategia didactică asociată unității de învățare, bazată predominant pe d**escoperire dirijată[1].**
Structura unității de învățare:

Secvenţele unităţii de învăţare	**Sarcini didactice dominante**	**Obiective vizate în cadrul unității de învățare** (etape ale descoperirii dirijate)
I. Evocare–Anticipare	**Lecția 1. Evaluarea inițială a situațiilor de învățare**, stabilirea obiectivelor şi realizarea unei prime reprezentări a situației derezolvat;	**1. Formularea întrebării de investigat** şi avansarea unor ipoteze alternative; descoperire prin documentare (recompunerea adevărului stiinţific);
II. Explorare–Experimentare	**Lecția 2. Dezvoltarea strategiilor cognitive de explorare** a situaţiilor-problemă, de abordare a sarcinilor învăţării;	**2. Colectarea probelor necesare** (descoperire prin experimentare);
III. Reflecţie–Explicare	**Lecția 3. Elaborarea/enunțarea** noilor cunoștințe (definiții, legi, generalizări);	**3. Organizarea datelor colectate,** interpretarea lor şi propunerea unei explicaţii;
IV. Aplicare–Transfer	**Lecția 4. Sistematizarea şi consolidarea** noilor cunoștințe;	**4. Validarea concluziilor.**
	Lecția 5. **Dezvoltarea atitudinilor**, a percepției valorilor**. Evaluarea rezultatelor învățării**.	**5. Extinderea sferei cunoştinţelor elaborate** prin includerea altor informaţii.

*Mijloacele de învățământ:*computer cu acces la Internet și videoproiector (facultativ), fișe de lucru pentru elevi, manuale, culegeri și alte resurse cu informații vizând tema.

Pentru grupe de elevi: laser pointer, prismă optică din sticlă, cuvă prismatică din sticlă transparentă, apă, periscop didactic, coli de hârtie A4, creioane colorate.

O privire de ansamblu asupra strategiei didactice: succesiunea lecțiilor corespunde *etapelor descoperirii dirijate*, declanșate în clasă de următoarea situație-problemă: *„Deşi în acvariu este un singur peştişor, aşa cum se vede de deasupra, când privesc dintr-o parte se vede uneori unul, alteori doi, niciodată trei sau mai mulţi, dar alteori nici unul?”*. Pe parcurs, gândirea elevilor se va dezvolta către ideea: *„Imaginea peştişorului depinde de modul de propagare a luminii de la peştişor la ochi, şi de poziţia relativă a peştişorului şi a observatorului”*.

Strategia abordării întrebărilor pentru a putea da răspunsuri este **proactivă**: presupune stimularea elevilor ca, plecând de la realizarea unor experimente în condiții de laborator, să descopere, progresând odată cu parcurgerea etapelor descoperirii dirijate, „ceea ce se cere”: noțiunile temei și să dezvolte noile cunoștințe pe baza observării unor exemple și contraexemple.

De asemenea, pe parcursul lecţiilor şi la finalul acestora (aprox. **10 min.**) elevii sunt implicaţi în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare anticipării sarcinilor (competenţelor de însuşit) şi proiectării lecţiilor următoare.

[1] Strategia didactică aferentă fiecărei lecţii va fi completată cu alte metode, procedee şi tehnici de predare-învăţare (tradiţionale sau moderne), selectate de către fiecare profesor în funcţie de diverse variabile ale contextului educaţional

Printre tehnicile recomandate de includere a feedback-ului metacognitiv în cadrul lecţiilor sunt: ***Harta „Ştiu. Vreau să ştiu. Am învăţat"*** și ***"Eseul de 5 minute".***

În funcţie de specificul lecţiilor, pot fi folosite şi alte instrumente de evaluare formativă, potrivit inventarului de sugestii de evaluare.[2]

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

Lecţia 1. Confruntarea cu situația-problemă/întrebarea de investigat.

„De ce în acvariul cu un peştişor se văd uneori doi, iar alteori nici unul?"

Această lecţie are ca scop evaluarea iniţială a situaţiei de învăţare şi formarea la elevi a unei prime reprezentări privind fenomenul de refracție al luminii.

În acest scop, profesorul (***variantă de abordare***):

Activitatea 1 (***Prelegere interactivă*** **– 10 min**)

- dezbate cu elevii evenimente (fenomene) din viața de zi cu zi în care este prezentă refracția, toate acestea ilustrând întrebarea din tema unității de învățare;

- demonstrează experimental existența refracției și modul în care aceasta se manifestă, cu ajutorul unui laser pointer, a unei prisme din sticlă, a unei cuve transparente cu apă și a unor corpuri introduse în cuva cu apă;



Elevii sunt stimulați:

Activitatea 2 (***Interviul în perechi*** – **5 min**.)

- să observe situațiile prezentate de profesor în care apare refracția și **să confrunte** cele observate cu întrebarea unității de învățare, apoi **să evalueze** această întrebare: „Este interesantă?"; „Este relevantă pentru conceptul ce trebuie studiat?"; „Oferă variate cauze posibile de analizat?";

Activitatea 3 (***Investigație experimentală în grup*** – **25 min**.)

- să observe că la suprafața de contact între două medii transparente au loc două fenomene distincte, reflexia și refracția;

- să observe modul în care se propagă lumina la traversarea suprafeței de separație dintre două medii transparente utilizând o prismă triunghiulară transparentă și o cuvă paralelipipedică umplute cu apă și un laser pointer;

- să constate că: la trecerea din aer în prismă razele se apropie de normală, la trecerea din prismă/cuvă în aer razele se depărtează de normală, modificând direcţia razei care intră în prismă/cuvă se modifică direcţiile tuturor celorlalte raze;

- să înregistreze şi **să comunice** observaţiile realizate;

- să formuleze răspunsuri (ipoteze, explicații) la întrebări cu privire la existența refracției, la legătura posibilă dintre refracție și reflexie;

Evaluarea de la finalul lecţiei (10 min.)

[2] Aceste precizări sunt valabile pentru finalul fiecărei lectii din unitate; excepție face ultima lecție.

II. Explorare–Experimentare

Cum se potriveşte această informaţie cu ceea ce ştiu sau cred eu despre ea?

Lecția 2. Colectarea probelor necesare.

„Ce factori influențează amploarea deviației razei de lumină care se refractă?"

În această lecție întrebarea rămâne aceeași: „Cum se explică faptul că uneori un peștișor din acvariu nu se vede, iar alteori se văd doi?". Este o lecție de formare și dezvoltare a capacităților de explorare, de experimentare: Elevii vor încerca să determine relația dintre amploarea deviației razelor de lumină și proprietățile mediilor transparente.

În acest sens, elevii sunt ghidați:

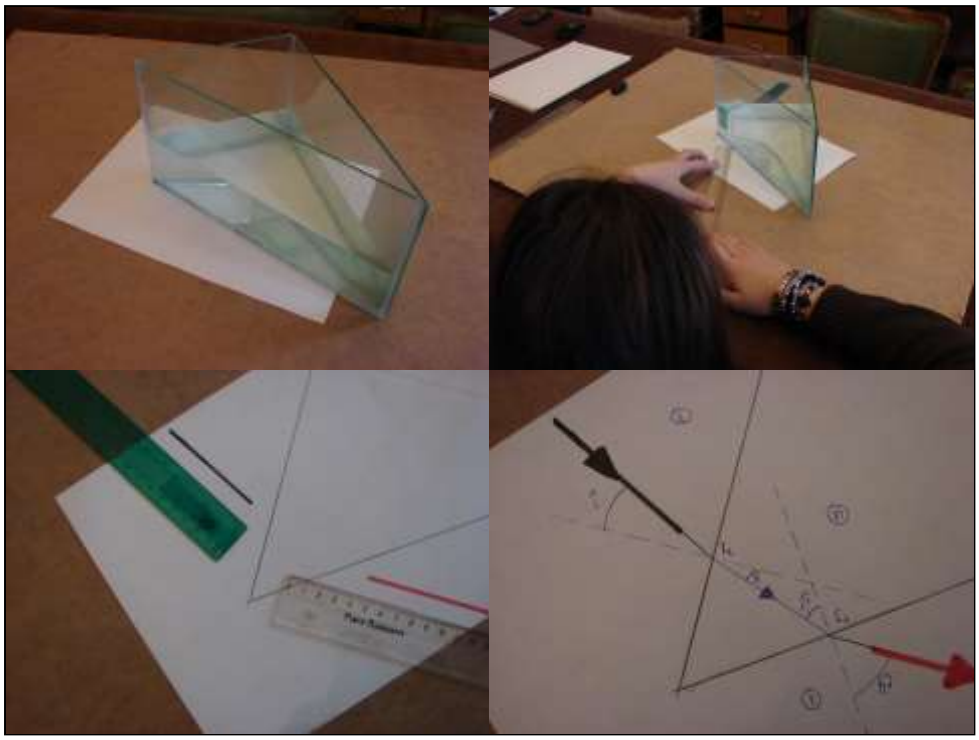
Activitatea 1 (***Prelegere interactivă*** – **10 min.**)

- **să deseneze** câte o schiță a fenomenului de refracție pentru ambele cazuri observate în ora precedentă ($n_1 < n_2$, respectiv $n_1 > n_2$) și **să evoce** cunoștințele anterioare despre fenomenul de refracție (raza incidentă, raza refractată, unghiurile de incidenţă şi de refracţie,normala);

Activitatea 2 (***Investigație în grup*** – **30 min**.)

- **să alcătuiască** un montaj optic folosind o cuvă prismatică din sticlă cu apă în ea, **să observe** prin ea diferite obiecte din cuvă sau din partea opusă față de observator și **să noteze** observațiile făcute pe caiet/fișa de lucru;

- **să traseze** conturul prismei pe o foaie A4; **să traseze** pe foaie un segment de dreaptă; **să traseze** pe foaie imaginea segmentului văzut prin prismă; **să înlăture** cuva şi **să traseze** mersul razelor prin prismă;



- **să modifice** unghiul de incidenţă şi să repete operaţiile de mai sus de 10 ori;

- **să înregistreze** într-un tabel unghiurile de incidenţă şi de refracţie pentru suprafața de contact aer-apă;

- **să determine** sinusurile acestor unghiuri și **să completeze** tabelul cu valorile obținute;

- **să calculeze** pentru fiecare pereche de unghiuri raportul sin i/sin r și **să constate** că raportul sinusurilor are o valoare aproximativ constantă, independent de valoarea unghiurilor.

Evaluarea de la finalul lecției (10 min.)

III. Reflecţie–Explicare
Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Lecţia 3. Organizarea datelor colectate, interpretarea lor şi propunerea unei explicaţii.

„Legile refracției"

În această lecție 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.

În acest sens, activitatea elevilor este îndrumată de profesor către sinteza datelor și formularea generalizărilor.

Activitatea 1 (***Prelegere interactivă*** – **10 min**.)

- **să comunice** rezultatele obținute în ora precedentă și în efectuarea temei: raportul sin i/sin r are o valoare aproximativ constantă și graficul sin r funcție de sin i este o funcție liniară;
- **să exprime concluziile** sub forma unor legi preliminare ale refracției și **să definească** indicele de refracție relativ;
- **să determine** valoarea medie a indicelui de refracție relativ pentru suprafața de contact aer-apă;

Activitatea 2 (***Investigaţie în grup*** – **20 min**.)

- **să înregistreze** într-un tabel unghiurile de incidenţă şi de refracţie pentru suprafața de contact apă-aer utilizând fișele realizate în ora precedentă;
- **să determine** sinusurile acestor unghiuri, **să calculeze** pentru fiecare pereche de unghiuri raportul sin i/sin r și **să constate** că raportul sinusurilor are o valoare aproximativ constantă și în acest caz;
- **să determine** valoarea medie a indicelui de refracție relativ pentru suprafața de contact apă-aer, **să calculeze** erorile absolute asociate măsurătorilor și eroarea absolută medie;

Activitatea 3 (***Prelegere interactivă*** – **10 min**.)

- **să definească** indicele de refracție absolut al unui mediu ca fiind raportul dintre sinusul unghiului de incidența și sinusul unghiului de refracție la refracția vid-mediul respectiv și **să înțeleagă** că acest indice depinde de viteza de propagare a luminii într-un anumit mediu;
- **să enunțe** legile refracției utilizând noțiunile nou învățate.

Evaluarea de la finalul lecției (10 min.)

IV. Aplicare–Transfer
Ce convingeri îmi oferă această informaţie?
Ce anume pot face în alt fel, acum când deţin această informaţie?

Lecţia 4. Validarea concluziilor.

„Cât de mult poate să devieze o rază de lumină care trece din apă în aer?Reflexia totală."

În această lecție, atenția elevilor se va concentra asupra consolidării conceptelor obținute (deviația bruscă a razelor de lumină, dependența de natura mediilor traversate) în lumina a noi probe, relativ similare cu cele experimentate anterior. În etapa de aplicare, plecând de la enunțuri generale („Dacă...") elevii trebuie să ajungă la exemple particulare ale acestora („Atunci...").

În acest sens, elevii sunt stimulați:

Activitatea 1 (***Gândiți, lucrați în perechi, comunicați*** – **5 min**.)

- **să ordoneze** fișele obținute în studiul experimental în sensul scăderii unghiului de incidență pentru suprafața de contact apă-aer și **să observe** că, pe măsură ce unghiul de incidență scade, unghiul de refracție crește;
- **să calculeze** valoarea unghiului de incidență pentru cazul în care unghiul de refracție este de 90º;

Activitatea 2 (***SINELG*** – **10 min**.)

- **să definească** unghi limită, reflexie totală;
- **să enumere** câteva aplicații ale reflexiei totale;

Activitatea 3 (***Investigaţie în grup*** – **20 min**.)

- **să construiască** imaginea unui obiect aflat pe fundul unui bazin, pe baza legilor refracţiei aşa cum o percepe un observator de la marginea bazinului, din aer, utilizând două raze de lumină;

- **să constate** că fundul bazinului pare mai sus decât este în realitate, că apa pare mai puţin adâncă;

- utilizând o schiță a planului acvariului în care se află un peştişor, considerat sursă punctiformă, **să construiască** imaginea peștișorului (sursei) în cazul în care sursa este plasată în apropierea unei muchii a acvariului iar ochiul observatorului este plasat în exteriorul acvariului pe linia care uneşte sursa de muchia acvariului; **să constate** că se obțin de fapt două imagini ale peştişorului văzute din acelaşi loc;

- **să construiască** imaginea peştişorului în condiţiile în care ochiul observatorului îşi păstrează poziţia dar peştişorul se află din ce în ce mai aproape de peretele acvariului; **să constate** că la un moment dat raza refractată nu mai iese din apă, deci peştişorul nu mai poate fi observat;

- **să realizeze experimental** situații în care un obiect aflat în interiorul prismei cu apă se vede dublu sau nu se vede deloc.

Activitatea 4 (***Gândiți, lucrați în perechi, comunicați*** – **5 min**.)

- **să răspundă** la întrebarea unității de învățare (*De ce în acvariul cu un peştişor se văd uneori doi, iar alteori nici unul?*) utilizând un limbaj științific adecvat.

Evaluarea de la finalul lecţiei (10 min.)

Lecţia 5. Extinderea sferei cunoştinţelor elaborate prin includerea altor informaţii.

„Prisma optică”

În lecția a 5-a, elevii sunt confruntați cu modele de cunoaștere (relații conceptuale, scheme procedurale) mai flexibile, mai eficiente, prin testarea, extinderea și consolidarea explicațiilor anterioare în situații noi. Elevii fac încercări de aplicare a cunoștințelor în situații inedite, observând și analizând reușitele parțiale ca *reprezentări succesive* ale corpului vizat, adică *elevul imaginează diferite încercări (experimentări) ale unui concept de însuşit / problemă de rezolvat / produs de realizat pe baza a ceea ce ştie deja să facă, observă şi analizează reuşitele parţiale, reprezentările succesive ale rezultatului aşteptat*.

Astfel, organizați pe grupe, elevii vor fi stimulați să rezolve probleme și să comunice rezultatele în maniere diverse:

Activitatea 1 (***Investigaţie în grup*** – **30 min**.)

- **să alcătuiască** din nou montajul optic folosind cuva prismatică din sticlă cu apă în ea; **să traseze** conturul prismei pe o foaie A4; **să traseze** pe foaie un segment de dreaptă; **să traseze** pe foaie imaginea segmentului văzut prin prismă; **să înlăture** prisma și să traseze mersul razelor prin prismă;

- **să identifice** și **să noteze** normalele în punctele de incidență, razele incidentă, refractată, emergentă, unghiurile de incidenţă, unghiurile de refracţie, unghiul prismei, unghiul de deviaţie;

- **să aplice** formulele de la legile refracţiei şi cunoştinţe elementare de geometrie plană şi **să deducă** setul celor patru formule ale prismei;

- **să exprime** indicele de refracţie în funcţie de unghiul prismei şi de unghiul de deviaţie minimă și **să explice** utilitatea acestei relații în determinarea indicilor de refracţie ai diferitelor lichide transparente;

Activitatea 2 (***Gândiți, lucrați în perechi, comunicați*** – **12 min**.)

- **să explice** formarea imaginilor în cazul „mirajului” (aer cald jos şi rece sus) şi în cazul fenomenului denumit „fata morgana”(aer rece jos şi cald sus) pe baza explicațiilor profesorului că indicele de refracţie al unor substanţe (de exemplu aerul) variază sensibil cu temperatura;

- **să explice** mersul razelor de lumină în periscopul didactic cu prisme cu reflexie totală.

La finalul unităţii de învăţare (**8 min.**) elevii sunt implicaţi în realizarea unor momente de *feedback metacognitiv*, necesare evaluării sarcinilor urmărite/ realizate pe parcursul întregii unităţi de învățare.

În acest scop, pe lângă ***Harta „Ştiu. Vreau să ştiu. Am învăţat”***sau ***”Eseul de 5 minute”***, pot fi folosite şi alte instrumente de evaluare formativă, potrivit inventarului de sugestii de evaluare.

Pentru evaluarea finală (**1 oră**), pot fi folosite o serie de instrumente de evaluare cu caracter sumativ, prezente în inventarul de sugestii de evaluare.

Bibliografie

1. Judy Breckenridge și alții: 365 de super experimente științifice, Editura Aquila'93, 2007 – pag. 52-55
2. http://www.youtube.com/watch?v=SvBzAkO_A5A
3. http://www.youtube.com/watch?v=2kBOqfS0nmE

Anexă

Competenţele specifice ale programei şcolare pentru clasa a IX-a/3458/9.03.2004, repartizate pe secvenţele unităţii de învăţare

Secvențele unității de învățare	**Competenţele specifice ale programelor şcolare**
Secvenţa I. Evocare–Anticipare	• Identificarea unor noțiuni și caracterizarea unor mărimi fizice utile în studiul opticii geometrice. • Evidențierea experimentală a refracției luminii și a legilor acesteia.
Secvenţa II. Explorare–Experimentare	• Identificarea unor noțiuni și caracterizarea unor mărimi fizice utile în studiul opticii geometrice. • Descrierea și explicarea într-un limbaj specific a fenomenului de refracție a luminii. • Evidențierea experimentală a refracției luminii și a legilor acesteia.
Secvenţa III. Reflecţie–Explicare	• Identificarea unor noțiuni și caracterizarea unor mărimi fizice utile în studiul opticii geometrice. • Descrierea și explicarea într-un limbaj specific a fenomenului de refracție a luminii.
Secvenţa IV. Aplicare - Transfer	• Identificarea unor noțiuni și caracterizarea unor mărimi fizice utile în studiul opticii geometrice. • Evidențierea experimentală a refracției luminii și a legilor acesteia. • Descrierea și explicarea într-un limbaj specific a propagarii luminii prin prisma optică*. • Identificarea condițiilor de producere a reflexiei totale*.