

Unitatea de învățare: IX.1.1 Reflexia luminii

**„De ce arcașul care țințește spre stânga lui se vede în oglindă că țințește spre dreapta lui?”
„Oglinda schimbă succesiunea spațială doar pe o singură direcție!”**

Clasa: a IX-a.

Numărul orelor/lecțiilor: 3.

Conținuturi repartizate: Optica geometrică. Reflexia. Rază de lumină. Fascicul luminos. Fenomenul de reflexie. Unghi de incidență, unghi de reflexie. Măsurarea lor. Unități de măsură. Legile reflexiei. Determinarea poziției S' a imaginii unui punct luminos – S. Calculul distanței de la obiect la imagine și de la oglindă la imagine, pentru oglinda plană. Observarea succesiunii spațiale a imaginilor mai multor puncte obiect pe o direcție paralelă cu planul oglinzii și pe una perpendiculară pe acesta (Programa de fizică pentru clasa a IX-a/3458/9.03.2004).

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	Elaborarea/enunțarea noilor cunoștințe (definiții, generalizări);	3. Sinteza datelor și propunerea unei explicații (generalizări);
IV. Aplicare– Transfer	Lecția 3. Sistematizarea și consolidarea noilor cunoștințe;	4. Includerea altor informații, situații, cazuri particulare; comunicarea rezultatelor;
	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; extinderea sferei noilor cunoștințe). ¹

Mijloace didactice: computer, videoproiector, imprimantă, fișe de lucru pentru elevi, tablă magnetică, calculatoare pentru operații simple, manuale și alte resurse cu informații vizând tema.

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.

Materiale didactice (pentru grupe de elevi): Oglindă plană, plastilină pentru fixarea ei în poziție verticală, riglă gradată, raportor, coli de hârtie, corp liniar cu trei zone colorate distinct – roșu, galben, albastru –, ace cu gămălie, un corp mic sferic, un triunghi din carton cu colțurile colorate diferit și notate A, B, C, fotografii ale unor corpuri oglindite, oglinzi sferice (globuri din sticlă).

O privire de ansamblu asupra strategiei de cunoaștere: Succesiunea lecțiilor corespunde etapelor *investigației științifice* declanșate în clasă pentru a răspunde la întrebarea: „De ce arcașul care țintește spre stânga lui se vede în oglindă că țintește spre dreapta lui?”. Strategia abordării problemei este **proactivă**: elevii sunt stimulați să descopere **ceea ce se cere** (concepte ca reflexie, succesiune spațială, simetrie, generalizări de genul: *prin reflexie succesiunea spațială se schimbă doar pe o direcție perpendiculară pe oglindă*), plecând de la **ceea ce se dă**: observarea și înțelegerea formării imaginilor în oglinda plană.

Derivarea lecțiilor/activităților de învățare din modelul de predare-învățare:

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

Lecția 1. Confruntarea cu afirmația/întrebarea de investigat.

„De ce arcașul care țintește spre stânga lui se vede în oglindă că țintește spre dreapta lui?”

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) 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, a mijloacelor, anticiparea riscurilor, integrarea constrângerilor care apar).

În acest scop, elevii:

Activitatea 1 (Brainstorming în grup – 5 min.)

- **evocă** observații, experiențe și întâmplări personale, cunoștințe anterioare privind reflexia luminii, necesitatea cunoașterii acesteia în activitatea zilnică etc.;

Activitatea 2 (Gândiți, lucrați în perechi, comunicați – 10 min.)

- **observă** o imagine dintr-un album de fotografii: un omuleț se studiază cum trage cu arcul spre stânga, în fața unei oglinzi; în fotografie se vede omulețul, dar și imaginea lui în oglindă;



- **se confruntă cu întrebarea:** „De ce arcașul care țintește spre stânga lui se vede în oglindă că țintește spre dreapta lui?” (*conflict cognitiv*), apoi **evaluează** întrebarea de investigat: „Este interesantă?”; „Este relevantă pentru conceptul de studiat?”; „Exprimă fapte sau opinii?”; „Oferă variate cauze posibile de analizat?” etc.;

- **formulează răspunsuri** (ipoteze, explicații) la întrebarea de investigat, de exemplu: „Probabil că unghiul de fotografiere nu era potrivit”; „Probabil că fotografia este trucată intenționat, deoarece se vede că săgeata are aceeași orientare”; „Dacă ar fi tras în sus, ce s-ar fi văzut în oglindă: că trage în jos?”; „Dacă ar fi tras în jos, ce s-ar fi văzut?”; „Dacă ar fi tras spre dreapta, s-ar fi văzut că trage spre stânga?”; „Lumina se propagă diferit la dus față de întors!” etc.;

Activitatea 3 (Investigație experimentală – 25 min.)

- **proiectează**, sub îndrumarea profesorului, verificarea ipotezelor făcute de ei;
- **disting** situațiile care ar putea fi avute în vedere (variabilele de controlat), pentru a explica formarea imaginilor unor obiecte (corpuri de dimensiuni mici, identice ca formă, cu simetrii evidente, de culori diferite, sau cu asimetrii evidente); se poate sugera experimentarea reflexiei cu alte suprafețe plane, cu un oarecare grad de reflectivitate – de exemplu geam obișnuit etc.;



- **exersează experimental** măsurarea distanțelor și măsurarea unghiurilor sub care se văd corpuri mici sau mari (utilizând corpuri obiect din materiale diverse și de dimensiuni diferite, oglinzi plane clasice, dar și alte suprafețe plane reflectătoare);

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

Lecția 2.

II. Explorare–Experimentare

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

Explorarea soluțiilor posibile, colectarea/însușirea informațiilor necesare.

„Care este parcursul razelor de lumină de la un obiect la ochi, trecând pe la oglindă?”

În această secvență a lecției, întrebarea rămâne aceeași: toate imaginile obiectelor în oglinda plană sunt inversate stânga–dreapta? (*conflict cognitiv*). Procesul cognitiv ce trebuie activat la elevi, implicat în formarea competențelor este *analogia cu anticiparea efectului*: elevii vor încerca să obțină caracteristici constante ale imaginilor (efectul), modificând (prin încercare și eroare) obiectele sau pozițiile acelorași obiecte și analizând în ce fel modificările sunt relevante pentru înțelegerea formării imaginii.

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

Elevii sunt stimulați:

Activitatea 1 (Interviul în grup – 5 min.)

- **să evalueze** ipotezele propuse în ora anterioară și modalitățile de verificare a acestora;

Activitatea 2 (Investigație experimentală în grup – 15 min.)

- **să evalueze** resursele materiale primite (oglină plană, plastilină pentru fixarea ei în poziție verticală, riglă gradată, raportor, coli de hârtie, corp liniar cu trei zone colorate distinct – roșu, galben, albastru –, ace cu gămălie, un corp mic sferic, un triunghi din carton cu colțurile colorate diferit și notate A, B, C), resursele de timp, rolurile și sarcinile de lucru în grup, etapele de realizare etc. și **să exploreze** factorii ce explică formarea imaginilor utilizând resursele primite;

- **să observe** imaginea unui corp mic sferic în oglinda plană și **să deseneze** mersul razelor de lumină de la corp la oglindă și de la imagine la ochi pentru cel puțin două poziții diferite de observare;

- **să măsoare** și **să înregistreze**: unghiul de incidență, unghiul de reflexie, distanța de la obiect la oglindă;

- **să compare** unghiul de incidență cu unghiul de reflexie;

- **să construiască** prelungirile razelor și să stabilească poziția relativ la oglindă a locului lor de intersecție;

- **să observe** formarea imaginii corpului alungit, respectiv a triunghiului în oglinda plană;

- **să construiască** imaginea acestor corpuri în oglindă, **să măsoare** distanțele dintre punctele imagine semnificative și dintre punctele obiect semnificative;

- **să înregistreze** succesiunea punctelor semnificative față de observator pentru obiect și pentru imagine și **să compare** succesiunea punctelor semnificative colorate pentru corpul obiect și pentru corpul imagine;

- **să formuleze** concluzii parțiale sau preliminare privind formarea imaginilor în oglinda plană: unui corp punctiform obiect îi corespunde un punct imagine; punctul imagine se situează simetric față de oglindă și în spatele acesteia; unghiul de incidență este egal cu unghiul de reflexie; succesiunea spațială a punctelor de pe imagine este aceeași ca și aceea de pe obiect, pe o direcție paralelă cu planul oglinzii; succesiunea spațială a punctelor de pe imagine este inversată față de aceea de pe obiect, pe o direcție perpendiculară pe planul oglinzii.

III. Reflecție–Explicare

Cum sunt afectate convingerile mele de aceste idei?

Sinteza datelor colectate și propunerea unei explicații.

„Formarea imaginilor în oglinda plană satisface legile reflexiei.”

În această secvență a lecției, 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.

Elevii sunt stimulați:

Activitatea 3 (Investigație experimentală în grup – 15 min.)

- **să conceapă experimente** pentru a răspunde la un set de întrebări: „1. Toate corpurile dau imagini, indiferent de formă și culoare? 2. Imaginile corpurilor sunt mai mici, mai mari sau egale cu imaginile obiectelor? 3. Rotiți un creion ascuțit într-un plan paralel cu oglinda. Imaginea creionului are aceeași orientare cu cea a creionului indiferent de poziția creionului? 4. Așezați creionul cu vârful spre oglindă (perpendicular pe oglindă); cum este orientat vârful imaginii: spre voi sau spre oglindă? 5. Așezați palma dreaptă paralelă cu planul oglinzii, cu fața spre oglindă, cu degetul arătător spre dreapta. Cum este imaginea palmei: Cu fața spre oglindă? Cu degetul arătător spre dreapta? Comparați imaginea palmei drepte cu palma stângă așezată în spatele oglinzii, cam în același loc ca și imaginea palmei drepte” și să facă fotografii ale acestor experimente;

- **să analizeze** fotografia cu palma dreaptă și imaginea ei în oglinda plană (să găsească câteva puncte simetrice corespunzătoare obiectului și imaginii), procedând la fel și cu triunghiul de carton. Să facă un semn colorat pe un deget de la palma dreaptă și să privească imaginea ei în oglinda plană. Să compare acum imaginea palmei cu imaginea cartonului și să extragă o regulă de „oglinzire”;

- **să constate** că: a) obiectele și imaginile lor în oglinda plană sunt simetrice, planul de simetrie fiind chiar oglinda plană; b) palma din oglindă NU este palma stângă, deoarece palma stângă nu are nici un deget marcat de un semn colorat;

- **să reformuleze constatările** în termeni de simetrie: *în oglinda plană toate corpurile au imaginea simetrică, de aceeași dimensiuni cu imaginile obiectelor*; corpurile au imagini simetrice, dar pentru a defini termenii stâng și drept pentru cuplul obiect–imagine este nevoie de elemente suplimentare, eventual de unele convenții unanim acceptate;

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

- **să formuleze** un răspuns la întrebarea inițială: „În realitate, și imaginea arcașului trage tot spre stânga, dar spre stânga omului obiect optic, și nu spre stânga imaginii cu care cel care a formulat prima dată observația s-a confundat!!! Argumentul cel mai puternic este că săgeata este la fel orientată atât la arcașul – obiect optic, cât și la arcașul – imagine!”; oglinda nu schimbă succesiunea spațială într-un plan paralel cu ea, ci doar pe o direcție perpendiculară pe ea.

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** (cu profesorul / cu membrii grupului) a portofoliului individual, a temei pentru acasă (extinderea activității în afara orelor de clasă³), 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 3. Includerea altor cazuri particulare, extinderea sferei noilor cunoștințe. Impactul și valorificarea noilor cunoștințe.

„Alte tipuri de oglinzi. Imagini neobișnuite.”

În lecția a treia, atenția elevilor se va concentra asupra consolidării conceptelor obținute (legile reflexiei) în lumina a noi probe, relativ similare celor deja experimentate. Este momentul unei „priviri sceptice” asupra conceptelor definite, prin confruntarea cu noi situații/probe, pentru a distinge limitele de aplicare ale conceptelor definite (*conflict cognitiv*), de exemplu, construirea imaginilor în două oglinzi care formează un unghi diedru.

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 legile reflexiei („Dacă...”), elevii trebuie să ajungă la exemple particulare ale acestora („Atunci...”).

În etapa de transfer, 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 această etapă 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.

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

Activitatea 1 (Schemă neliniară (Ciorchine structurat) – 10 min.)

- **să sintetizeze** conceptele studiate utilizând un limbaj științific adecvat;

Activitatea 2 (Investigație în grup – 10 min.)

³ Sugestie de temă: Luați o bucată dreptunghiulară de geam subțire (ATENȚIE! – manevrați cu prudență! Pericol de tăiere!). Scrieți cu un marker permanent pe geam un cuvânt, de exemplu „PARADOXAL!”. Așezați-vă în fața oglinzii și ridicați geamul cu înscrisul astfel încât să citiți corect, normal cuvântul. Priviți în oglindă: Ce observați?

- să observe formarea imaginilor într-un glob (oglină sferică convexă);
- să observe formarea imaginilor într-o oglindă de machiaj (oglină sferică concavă cu raza foarte mare);
- să observe formarea imaginilor într-un ciob de glob, în interior (oglină sferică concavă, cu raza de curbură mică);

- să înregistreze observațiile făcute și să propună o explicație;

Activitatea 3 (Investigație în grup – 20 min.)⁴

- să construiască imaginile unui obiect (creion) aflat în interiorul unui diedru format de două oglinzi plane reciproc perpendiculare; să modifice unghiul diedru dintre oglinzi și să repete operația de câte ori este posibil;
- să observe formarea imaginilor unui obiect situat între două oglinzi paralele;
- să construiască oglinzi cilindrice sau conice și să observe formarea imaginilor în acestea (alternativă – experiment virtual);
- să reprezinte în maniere diverse (eseu literar, plastic; poster, prezentări multimedia etc.): utilizarea oglinzilor în viața cotidiană.

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.);
- dezbateră 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. E. Richard Churchill, Louis V. Loesching, Muriel Mandell: 365 de experimente științifice simple, Editura Aquila'93, 2007 – pag. 122-123
2. http://www.youtube.com/watch?v=RISSy8K_Gos&list=PL5C55F4122B03492C
3. <http://teachers.net/lessons/posts/1.html>;
4. <http://teachers.net/lessonplans/subjects/science/>;
5. http://www.teach-nology.com/teachers/lesson_plans/science/physics/.

Anexa 1

Relația dintre competențele vizate de modelul de învățare și competențele specifice ale programei școlare pentru clasa a IX-a, 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; <i>„De ce arcașul care țintește spre stânga lui se vede în oglindă că</i>	• Descrierea și explicarea într-un limbaj specific ale fenomenului de reflexie a luminii; • Evidențierea experimentală a reflexiei și refracției luminii și a legilor acestora;

⁴ Investigațiile propuse la Activitatea 3 sunt alternative, se pot împărți teme diferite unor grupe diferite sau se poate alege doar una, considerată potrivită clasei cu care se lucrează.

țintește spre dreapta lui?”	
Secvența II. Explorare–Experimentare 2. Colectarea probelor necesare testării explicațiilor posibile, analizarea și interpretarea informațiilor, formularea unor concluzii preliminare (parțiale); <i>„Care este parcursul razelor de lumină de la un obiect la ochi, trecând pe la oglindă?”</i>	Evidențierea experimentală a reflexiei și refracției luminii și a legilor acestora;
Secvența III. Reflecție–Explicare 3. Sinteza datelor și propunerea unei explicații (generalizări); <i>„Formarea imaginilor în oglinda plană satisface legile reflexiei.”</i>	- Descrierea și explicarea într-un limbaj specific ale fenomenului de reflexie a luminii; - Identificarea unor noțiuni și caracterizarea unor mărimi fizice utile în studiul opticii geometrice; - Evidențierea experimentală a reflexiei și refracției luminii și a legilor acestora;
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). <i>„Alte tipuri de oglinzi. Imagini neobișnuite.”</i>	- Descrierea și explicarea într-un limbaj specific ale fenomenului de reflexie a luminii; - Descrierea și explicarea principiilor de funcționare ale unor dispozitive și aparate optice ce utilizează oglinzi; - Evidențierea experimentală a reflexiei și refracției luminii și a legilor acestora.

Anexa 2

Teme suplimentare pentru elevi curajoși:

O oglindă conică!

Decupează dintr-o folie din plastic cu aspect argintiu (folosită de exemplu, ca ambalaj în florării) o suprafață ca aceasta, având grijă ca unghiul la centru să fie de aproximativ 255° . Strânge-o și lipește una peste alta porțiunile rectilinii: ai obținut o oglindă conică cu unghiul la vârf de 90° !

Adu pe axul conului o sursă de lumină cu dimensiunile cât mai mici, așa încât să poată fi considerată punctiformă. Privește imaginea acesteia în oglinda conică. Cum arată?

Mișcă sursa de-a lungul axului conului. Ce observi?

Construiește imaginea utilizând cunoștințele despre oglinda plană.

