

# EXPERIMENTUL DEMONSTRATIV LA FIZICĂ – METODĂ INDISPENSABILĂ ÎN FORMAREA COMPETENȚILOR STUDENTILOR

Mihail POPA,

dr., conf. univ.

Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

***Abstract.** The paper presents important arguments about the demonstration experiment on physics as an indispensable method in the formation of students' competencies. At the practical side the application of the demonstration experiment in the teaching of certain themes from "Geometric Optics" is presented.*

## I. Rolul experimentului demonstrativ în procesul instructiv – educativ

Fizica, ca disciplină de învățământ, vizează observarea și perceperea lumii în întregul său, cu componentele, procesele și fenomenele caracteristice, ca și învățarea prin înțelegere și aplicare. Prin intermediul acestei discipline, elevul începe să cunoască mediul în care trăiește și procesele din jurul său. Aceasta implică transformarea elevului din spectator în actor al activității științifice. În acest fel se evidențiază necesitatea pregătirii elevului nu ca pe un cercetător și om de știință, ci ca pe un cetățean care să utilizeze demersul științific în vederea înțelegerii și participării active la viața socială.

În cadrul orelor de fizică se pot folosi variate metode cum ar fi: problematizarea și descoperirea, metode clasice cu valențe participative (experimentul, observația și conversația euristică); metode stimulative, competitive (jocul didactic, concursul).

Experimentul este o metodă de dobândire de cunoștințe și de formare de priceperi și deprinderi de muncă intelectuală și practică care permite o intensă antrenare a studenților și o participare deosebit de activă a acestora în procesul instructiv-educativ și are un caracter accentuat aplicativ cu pondere deosebită în formarea deprinderilor practice ale elevilor având la bază intuiția. Orice experiment trebuie să implice procesele gândirii concretizate în interpretarea fenomenelor observate, deducerea concluziilor, analiza și compararea datelor experimentale obținute, generalizarea unor cazuri particulare, transferul în alte contexte teoretice, sesizarea interrelațiilor dintre domeniile teoretice și cele aplicative. Experimentul implică activități de provocare, reconstituire și modificare a unor fenomene și procese, în scopul studierii lor. Experimentul de laborator are funcții multiple:

- îi pune pe student în situația de a provoca și produce fenomene și procese pe cale experimentală; - determină formarea unor deprinderi de lucru cu aparatele și materiale de laborator prin  
  insușirea și aplicarea unor metode și tehnici de lucru corespunzătoare;
- asigură descoperirea, aprofundarea și verificarea cunoștințelor de către elevi;
- accentuează caracterul formativ al învățământului prin dezvoltarea la elevi a spiritului de investigație și observație, a gândirii flexibile, fluide, originale.

Lucrările experimentale constau în observarea, provocată și dirijată, a unor fenomene ce urmează să fie verificate experimental. Au un pronunțat caracter activ-participativ: în primul rând, elevii vor fi curioși la desfășurarea experimentului de către profesor, iar apoi se vor implica prin propriile acțiuni, la realizarea acestuia. Conform Dicționarului de psihologie, autor Paul Popescu-Neveanu, experimentul se definește ca „un procedeu de cercetare în știință, care constă în provocarea intenționată a unor

fenomene în condițiile cele mai propice pentru studierea lor și a legilor care le guvernează; observație provocată; experiență.” [1].

Procesul de predare a disciplinei „fizica” are la bază experimentul, atât ca metodă de investigație științifică, cât și ca metodă de învățare. Experimentarea și observarea nemijlocită a realității constituie cei doi stâlpi de susținere ai unei metodologii active în predarea științelor, deziderat exprimat încă de la sfârșitul secolului al XIX-lea de adepții „școlii active”.

Conceput în corelație cu principiile didactice moderne, experimentul de laborator urmează treptele ierarhice ale învățării, conducând elevul de la observarea unor fenomene fizice sau chimice pe baza demonstrației la observarea fenomenelor prin activitatea proprie (faza formării operațiilor concrete), apoi la verificarea și aplicarea în practică a acestora (faza operațiilor formale) când se cristalizează structura formală a intelectului și în continuare, la interpretarea fenomenelor observate care corespunde cu faza cea mai înaltă din treptele ierarhice ale dezvoltării (faza operațiilor sintetice).

Ca metodă de explorare a realității – experimentul - direct sau indirect, folosită în predare și învățare, are o deosebită valoare formativă, întrucât dezvoltă elevilor spiritul de observare, investigare, capacitatea de a înțelege esența obiectelor și fenomenelor, de prelucrare și interpretare a datelor experimentale, interesul de cunoaștere etc. Rolul profesorului este de a dirija executarea unor acțiuni de către elevi, în scopul asigurării unui suport concret-senzorial, care va facilita cunoașterea unor aspecte ale realității. Cu ajutorul acestei metode profesorul reușește să aducă elevii în fața realității, să studieze pe viu, să fie în contact direct cu realitatea sau cu substitutele acesteia – îi determină pe elevi să învețe prin descoperire.

Învățarea prin descoperire poate fi și rezultatul unui experiment. Descoperirea didactică se realizează prin metode didactice diferite: observarea dirijată; observarea independentă; învățarea prin încercări - experiențe; studiul de caz; problematizarea; studiul individual etc. Deci, relația experiment – învățare prin descoperire, de fapt relația metodă – procedeu, este o relație dinamică: metoda poate deveni ea însăși procedeu, în cadrul altei metode, tot așa cum un procedeu poate fi ridicat la rang de metodă, la un moment dat.

Un rol important în cadrul experimentului îl are și observarea care are o deosebită valoare euristică și participativă, deoarece permite o percepție polimodală, pe baza a cât mai multor simțuri, detectarea și extragerea unei informații noi prin eforturi proprii, dezvoltarea gândirii critice. Prin intermediul ei se urmărește explicarea, descrierea și interpretarea unor fenomene printr-o sarcină concretă de învățare, totodată contribuind la formarea și dezvoltarea unor calități comportamentale, precum: consecvența, răbdarea, perseverența, perspicacitatea și imaginația; a gândirii cauzale, a spiritului de observație și de colaborare.

Experimentul este calea fundamentală de predare a fizicii, fiind considerat un „pilon” de susținere al metodelor active. Profesorul trebuie să antreneze elevii nu numai în observarea directă a unui experiment, ci și în executarea individuală și pe grupe a experimentelor. Experimentele pot fi organizate diferențiat, formularea sarcinilor concrete pentru efectuarea unui experiment ridică probleme care implică: scopuri ale învățării, accesibilitatea la învățare, conținutul învățării, locul în procesul învățării, corelarea cu alte strategii didactice de învățare [1].

Vom prezenta în continuare exemple de aplicare a experimentului demonstrativ la capitolul „Optica geometrică”

## **II. Experimentul demonstrativ la predării temei „Reflexia luminii”**

La introducerea în tema respectivă se menționează că la granița de separare a două medii au loc fenomenele de reflexie și refracție a luminii. La separarea fasciculului de lumină se

respectă legea conservării energiei. Fenomenul de reflexie se poate demonstra cu ajutorul discului optic (Fig. 1.)

Pe aceasta se fixează o oglindă plană care se iluminează cu lumină albă sub un anumit unghi de incidență. Astfel, experimentatorul demonstrează reflexia luminii și legile reflexiei, după care urmează formularea acestora.

**Reflexia luminii** este fenomenul de schimbare a direcției de propagare a luminii la suprafața de separare a două medii, lumina întorcându-se în mediul din care a venit.

Dacă lumina atinge suprafața de separare sub un unghi, atunci lumina este reflectată sub același unghi, asemănător cu felul în care o minge sare când atinge pământul. Lumina care este reflectată pe o suprafață plană, cum ar fi suprafața dintre aer și un lac, va forma o imagine în oglindă.

Următoarea etapă în predarea temei constă în explicarea noțiunilor: raza incidentă  $SI$ , raza reflectată  $IR$ , perpendiculara (normala) în punctul de incidență  $NI$ , unghi de incidență  $SIN = \alpha$ , unghi de reflexie  $NIR = \beta$  (Fig. 2).

**Legile reflexiei luminii:**

1. Raza incidentă  $SI$ , raza reflectată  $IR$  și perpendiculara coborâtă în punctul de incidență la suprafața reflectoare  $NI$  se află în același plan.
2. Unghiul de incidență  $\alpha$  este egal cu unghiul de reflexie  $\beta$ :  $\alpha = \beta$ .

Dacă discul optic lipsește în laboratorul de fizică, sau este defectat, putem folosi pentru demonstrare o masă orizontală (sau verticală) pe care putem fixa o sursă de lumină, un cadran gradat în grade și o oglindă plană plasată în centrul cadranelor gradate. Dacă utilizăm tabla verticală este necesar ca toate elementele să aibă lipite la suprafața magneti pentru a se prinde de tablă. Îndreptăm raza de lumină pe oglinda plană și observăm că unghiul de incidență este egal cu  $55^\circ$  și este egal cu unghiul de reflexie (Fig. 3a). Dacă rotim oglinda plană și modificăm unghiul de incidență se modifică și unghiul de reflexie. Pentru  $\alpha = 40^\circ, \beta = 40^\circ$  (Fig. 3b), iar pentru  $\alpha = 25^\circ, \beta = 25^\circ$  (Fig. 3c). Dacă mărim unghiul de incidență până la  $\alpha = 75^\circ$ , unghiul



Fig. 1. Demonstrarea reflexiei luminii cu discul optic [2-4]

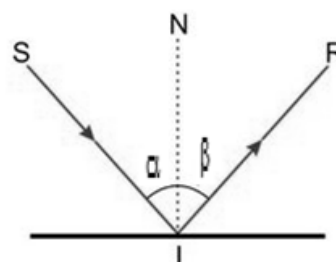


Fig. 2. Reflexia luminii

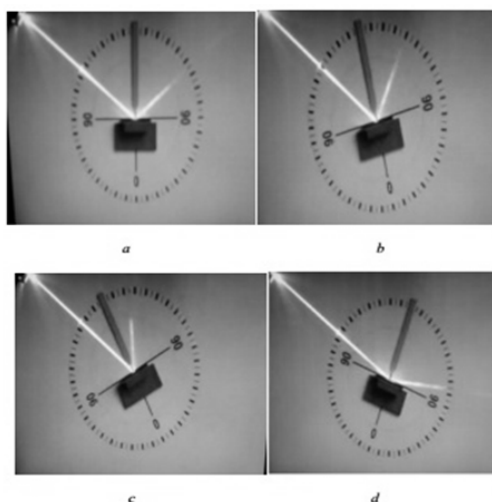


Fig. 3. Demonstrarea reflexiei luminii pe masa orizontală [5, 6]

de reflexive devine  $\beta = 75^\circ$  (Fig. 3d).

### III. Experimentul demonstrativ la predării temei „Refracția luminii”

Initial, studenților li se propune să fie atenți la următorul experiment care poate fi repetat și în condiții casnice. Se iau două pahare Berzelius, unul din este fiind gol (Fig. 4.a), iar în altul se toarnă apă care apoi se colorează cu o picătură de cerneală. Se pune pe rând bastonașul de ebonită inițial în paharul gol, apoi în paharul cu apă colorată (Fig. 4.b). Elevii observă că porțiunea bastonașului de ebonită din apă apare mai frântă decât cea din aer. Se trage concluzia că în apă se manifestă fenomenul de reflexie a luminii, după care se dă definiția acestuia.

**Refracția luminii** este fenomenul de schimbare a direcției de propagare a luminii, atunci când aceasta traversează suprafața de separație a două medii transparente diferite.

Pentru studierea legilor refracției luminii se folosește discul optic, analizat anterior, pe care se fixează un semicilindru din sticlă, de înălțimea mică, care se găsește în trusa de instrumente

optice din laboratorul de fizică. O rază de lumină foarte îngustă de la sursa discului optic (sau de la aparatul de proiecție universal cu lampa de 300 W) se îndreaptă inițial perpendicular la suprafața plană a semicilindrului. Se observă că raza trece prin cilindru fără să își modifice direcția de propagare. Apoi se rotește sursa și raza de lumină se îndreaptă sub un unghi față de perpendiculară. În semicilindru se vede raza de lumină reflectată, iar pe discul alb – continuarea razei reflectate (Fig. 5a). Odată cu modificarea unghiului de incidență se poate observa cum se modifică luminozitatea razelor incidentă și reflectată, adică raza primei se micșorează, iar cele de-a doua răză crește. Se demonstrează că unghiul de incidență tot timpul este mai mare decât unghiul de reflexie, iar dacă un unghi se mărește (sau se micșorează), cel de-al doilea tot se mărește (sau se micșorează) (Fig. 5b). Următoarea etapă în predarea temei constă în explicarea noțiunilor: raza incidentă  $SI$ , raza refractată  $IR$ , perpendiculara (normala) în punctul de incidență  $NI$ , unghi de incidență  $SIN = \alpha$ , unghi de reflexie  $NIR = \gamma$  (Fig. 6).

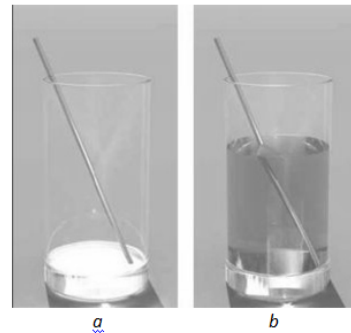


Fig. 4. Observarea refracției luminii [7]

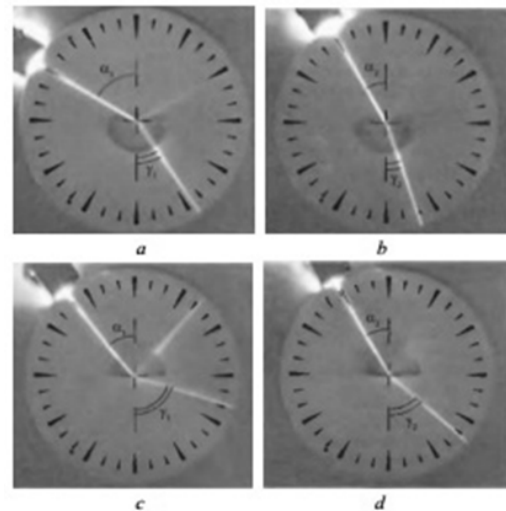


Fig. 5. Demonstrarea refracției luminii cu discul optic [2, 3, 8]

### Legile reflexiei luminii:

1. Raza incidentă SI, raza refractată IR și perpendiculara coborâtă în punctul de incidență la suprafața reflectoare NI se află în același plan.
2. Raportul dintre sinusul unghiului de incidență și sinusul unghiului de refracție este o constantă specifică ambelor medii.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{21}. \quad (1)$$

Se accentuează că această constantă se numește **indice relativ de refracție al mediului doi față de primul mediu**, care la rândul său este egală cu

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2)$$

unde  $n_1$  și  $n_2$  sunt indicii absoluți de refracție ai celor două medii. Ecuația precedentă (2) se numește **legea lui Snell**.

**Indicele de refracție (absolut) al unui mediu** este o mărime fizică adimensională egală cu raportul dintre viteza luminii în vid ( $c$ ) și viteza luminii în mediul respectiv ( $\nu$ )

$$n = \frac{c}{\nu}, \quad (3)$$

Este necesar de făcut următoarele **observații**:

1. Dacă  $n_2 > n_1$  atunci  $\gamma < \alpha$ , raza refractată se apropie de normală.
2. Dacă  $n_2 < n_1$  atunci  $\gamma > \alpha$ , raza refractată se îndepărtează de normală.

Pentru a demonstra ultima observație rotim cilindrul cu  $180^\circ$  și îl instalăm ca în Fig. 5c. Astfel, demonstrăm că unghiul de incidență tot timpul este mai mare decât unghiul de reflexie, iar dacă un unghi se micșorează (sau mărește), cel de-al doilea tot se micșorează (sau se mărește) (Fig. 5d).

În cazul în care discul optic este defectat sau lipsește în laboratorul de fizică, putem folosi pentru demonstrare o masă orizontală (sau verticală) pe care putem fixa o sursă de lumină, un cadran gradat în grade și un semicilindru din sticlă, de înălțimea mică, care se plasează astfel încât raza de lumină intră în cilindru în centrul cadranelui gradat. Dacă utilizăm tabla verticală este necesar ca toate elementele să aibă lipite la suprafața magneti pentru a se prinde de tablă. Îndreptăm raza de lumină pe semicilindru și observăm că unghiul de incidență este egal cu  $45^\circ$ ,

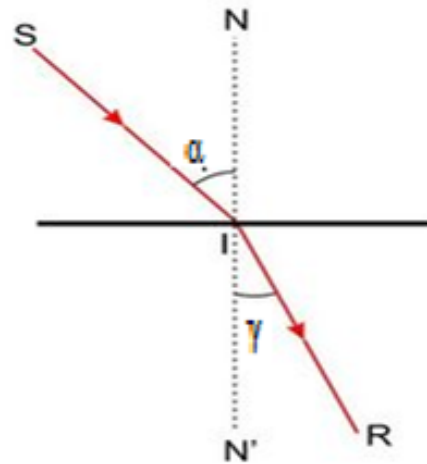


Fig. 6. Refracția luminii



Fig. 7. Demonstrarea refracției luminii pe masa orizontală [9]

iar cel de refracție este egal cu  $30^\circ$  (Fig. 7). Sinusul unghiului de incidență este egal cu  $\frac{\sqrt{2}}{2}$ , iar sinusul unghiului de reflexie este egal cu  $\frac{1}{2}$ , de unde rezultă că indicele de refracție este egal cu  $\sqrt{2}$ .

### Concluzii

1. În condițiile reformelor repetate, a unui buget de austeritate alocat educației, a modificării structurii calificării solicitate pe piața muncii, a unei reticențe din ce în ce mai mare a studenților în fața actului de instruire, reticență cauzată în esență de ierarhia inversă a valorilor indusă de reușita socială, învățământul universitar trebuie să găsească cel mai bun echilibru între volumul și calitatea informațiilor pe de o parte, și prezentarea atractivă, interactivă și stimulativă pe de altă parte.
2. În lucrare au fost propuse diferite variante ale experimentului demonstrativ la predarea unor teme din capitolul *Optica geometrică*. Efectuarea acestor experimente favorizează formarea la studenți a abilităților intelectuale, practice și creative. Profesorul trebuie să elaboreze metoda de efectuare a experimentelor, astfel încât să lase studenților posibilitatea de manifestare a inițiativei și independenței în efectuarea acestora.
3. Materialul prezentat poate fi de real folos elevilor, studenților, cadrelor didactice, precum și tuturor celor care doresc să-și aprofundeze cunoștințele din domeniu.

### Referințe bibliografice

1. TEREJA E., Metodica generală de predare: Fizica, București, Editura "Arc", 2001
2. БУРОВ В.А., ЗВОРЫКИН Б.С., КУЗЬМИН А.П., ПОКРОВСКИЙ А. А., РУМЯНЦЕВ И.М., Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы, том II, Электричество. Оптика. Физика атома, под ред. А. А. Покровского, Москва, «Просвещение», 1972, 448 с.
3. ШАХМАЕВ, Н. М., ПАВЛОВ Н. И., ТЫЩУК В. И., Физический эксперимент в средней школе: Колебания и волны. Квантовая физика / М.: Просвещение, 1991, 223 с.
4. Отражение света.mpg [online], [accesat 20 octombrie 2018]. Disponibil: <https://www.youtube.com/watch?v=MGFIXfF-dqU&t=75s>
5. Закон отражения света [online], [accesat 21 octombrie 2018]. Disponibil: <https://www.youtube.com/watch?v=8WEtExJjTh0>
6. Н.А. ГРИНЧЕНКО, К изучению законов отражения и преломление света, Физика в школе, 1967, Nr. 2, с. 58.
7. Б.А.МУЮМОВ, Для нахождения показателя преломление стекла, Физика в школе, 1988, Nr. 1, с. 72.
8. Преломление света.mpg [online], [21 octombrie 2018]. Disponibil: <https://www.youtube.com/watch?v=КАсFT64oc2s>
9. Закон преломления света [online], [accesat 22 octombrie 2018]. Disponibil: <https://www.youtube.com/watch?v=vfycD1rA2ek>