



UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI  
Facultatea de Fizică  
Școala Doctorală de Fizică



*Corina Maria IONAȘCU*

---

**EXPERIMENTUL REAL ȘI EXPERIMENTUL VIRTUAL ÎN  
PREDAREA FIZICII ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL PREUNIVERSITAR**

---

Rezumatul Tezei de doctorat

Conducător științific  
*Prof.univ.dr. Alexandru JIPA*

București,  
2023



## **Mulțumiri**

Doresc să mulțumesc în primul rând domnului Prof.univ.dr. Alexandru Jipa, coordonatorului științific al acestei lucrări și al întregii perioade de pregătire pentru elaborarea tezei. Sub îndrumarea, sprijinirea și încurajarea pe tot parcursul acestor ani am reușit să ajung pe o treaptă înaltă a evoluției mele. Mi-a acordat ajutor când aveam nevoie și susținere în momentele în care întâlneam vreun obstacol.

De asemenea, doresc să îmi exprim gratitudinea față de doamna Prof.univ.dr. Mihaela Sin, domnul Prof.univ.dr. Ionel Lazanu și doamna Conf.univ.dr. Oana Ristea, membrii comisiei de îndrumare a activității de cercetare, pentru sfaturile și sugestiile oferite.

Pe această cale, adresez mulțumirile mele domnului Dr. Gabriel Stănescu, șeful Centrului de pregătire și specializare în domeniul nuclear (CPSDN) din cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară „Horia Hulubei” (IFIN-HH), și doamnei Roxana Dinescu, profesor de Fizică la Școala Gimnazială „Leonardo da Vinci” din sectorul 3, București, pentru susținere și pentru oportunitățile de dezvoltare profesională pe care mi le-au oferit.

Le mulțumesc mamei și fiicelor mele pentru încurajările lor, pentru răbdarea și sprijinul exprimate pe parcursul studiilor doctorale.



# Cuprins

<b>1. Introducere .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Partea teoretică .....</b>	<b>5</b>
2.1. Procesul predării în învățământul preuniversitar .....	5
2.2. Procesul învățării în învățământul preuniversitar.....	5
2.2.1. Învățarea școlară .....	5
2.3. Procesul evaluării în învățământul preuniversitar .....	6
2.3.1. Metodele de evaluare .....	6
2.4. Randamentul școlar .....	7
<b>3. Partea practică .....</b>	<b>9</b>
3.1. Experimente virtuale pentru predarea Fizicii în învățământul preuniversitar ..	9
3.1.1. Experimentul 1: Măsurarea distanței .....	9
3.1.2. Experimentul 2: Măsurarea timpului .....	14
3.1.3. Implementarea celor două experimente .....	18
3.1.4. Verificarea distribuției normale a rezultatelor prin aplicarea testului Kolmogorov-Smirnov .....	20
3.2. Pregătirea continuă în învățământul postuniversitar .....	24
3.2.1. Cursul „Tehnician în Fizică” .....	24
3.2.2. Proiectul ANNETTE.....	26
<b>4. Concluzii .....</b>	<b>35</b>
<b>5. Bibliografie .....</b>	<b>37</b>
<b>6. Lista contribuțiilor proprii .....</b>	<b>43</b>
6.1. Lucrări publicate în reviste.....	43
6.1.1. Reviste cotate ISI.....	43
6.1.2. Reviste indexate ISI.....	43
6.1.3. Reviste non-ISI .....	43
6.2. Lucrări prezentate la conferințe.....	43
6.2.1. Conferințe internaționale .....	43
6.2.2. Conferințe naționale.....	44



# 1. Introducere

Profesia de dascăl este una dintre cele mai nobile, dar și încărcată de răspundere, având în vedere că scopul cadrului didactic este acela de a forma azi oamenii de mâine. Societatea umană se află și se va afla întotdeauna într-un proces de dezbatere a problemelor lumii, a realităților umane, proces bazat pe dialog, dar uneori și pe conflict, în care sunt discutați termenii: om și condiție umană, progres și decalaj, viitor și dezvoltare. În acest context, omul trebuie să facă față suprasolicitării și exploziei informaționale. Din această cauză este necesar ca el să fie educat, format astfel încât să se poată adapta noilor cerințe ale societății și permanentelor schimbări.

Sistemul de organizare a învățământului pe clase și lecții, verificat în practica școlară de mai bine de trei secole, asigură posibilitatea transmiterii sistematice a bazelor științelor, fără a diminua rolul de conducător al profesorului. Lecția, constituind forma principală a activității în clasă, în scopul însușirii cunoștințelor, priceperilor și deprinderilor, prevăzute de programele școlare, nu exclude alte forme de organizare a muncii didactice.

Parte din categoria științelor naturii, **FIZICA** este definită ca o "știință fundamentală din ciclul științelor naturii care studiază proprietățile și structura materiei, formele mișcării ei și legile generale ale fenomenelor naturii anorganice, precum și transformările reciproce ale acestor forme de mișcare". (*DEX '09*)

Pentru a explora necunoscutul, omul s-a bazat pe observația profundă și pe raționament. Provoacă și controlând experimente, s-au născut adevăruri care explică observațiile experimentale și care conduc la predicții privind comportamentul sistemelor investigate.

În zilele noastre este necesar ca învățământul să îmbine metodele tradiționale cu cele moderne, bazate pe eLearning. Acestea pot fi aplicate atât în școlile în care laboratoarele de fizică nu există sau sunt dotate necorespunzător, precum și în pregătirea specialiștilor în diferite domenii de activitate.

În procesul de predare-învățare a Fizicii, practica este o componentă necesară, mai ales la vârstele mici. În cazurile în care aceasta nu se poate realiza fizic (ex. Învățarea online din ultima perioadă sau inexistența laboratoarelor), trebuie integrate și utilizate învățarea la distanță și experimentele virtuale care, alături de cele fizice, au ca scop cunoașterea, la care se ajunge prin studierea fenomenului sau procesului în condiții diferite, pe baza aceluiași modele matematice și fizice.

Partea teoretică a acestei lucrări prezintă caracteristicile sistemului de învățământ și cele trei procese de bază ale acestuia: predarea, învățarea și evaluarea, precum și rolul pe care îl are munca practică în înțelegerea de către elevi a cât mai multor cunoștințe științifice.

Partea practică a tezei prezintă două experimente pentru începutul clasei a VI-a, privind mărimile fizice fundamentale: distanța și timpul, realizate de către mine în timpul perioadei de cercetare. Aceste două experimente au fost puse în aplicare elevilor claselor a VI-a și rezultatele colectate au fost analizate din punct de vedere al distribuției lor, cu ajutorul testului Kolmogorov-Smirnov. Pentru capitolul referitor la pregătirea specialiștilor din domeniul nuclear, am prezentat contribuția proprie la realizarea și implementarea cursului de radioprotecție „Principii de radioprotecție. Cadrul internațional. Controlul organismului de reglementare”, precum și la pregătirea și susținerea unui modul în cadrul cursului „Tehnician în Fizică”.





## 2. Partea teoretică

### 2.1. Procesul predării în învățământul preuniversitar

Prin predare se înțelege transmiterea de cunoștințe și formarea de tehnici de „muncă”. Predarea reprezintă acțiunea complexă a cadrului didactic, care presupune:

- prezentarea unui material concret (date, informații, evenimente, modele materiale, modele ideale ...);
- organizarea și conducerea unor activități în care să se valorifice materialul concret oferit;
- acordarea de sprijin elevilor pentru a putea observa, analiza, compara, aplica, sintetiza, abstractiza și reflecta;
- extragerea esențialului și fixarea lui în noțiuni și concepte;
- elaborarea unor judecăți și raționamente;
- operaționalizarea cunoștințelor elevilor, prin conceperea și rezolvarea de exerciții și probleme, de sarcini de instruire teoretice și practice, prin organizarea activităților de muncă independentă.

Eficiența predării crește dacă elevii sunt angajați în elaborarea cunoștințelor și dacă metodele sunt îmbunătățite, în funcție de informațiile de răspuns primite de la elevi. De asemenea, stilurile de predare trebuie adaptate pentru a eficientiza procesul de predare, ele reprezentând forma de manifestare a originalității în activitatea didactică.

Stilurile de predare pot fi caracterizate prin următoarele aspecte:

- permit alegerea și utilizarea strategiilor didactice. În cadrul unui stil pot acționa mai multe tipuri de strategii, ceea ce împiedică apariția dezarmoniilor care pot crea dificultăți, perturbări și chiar blocaje în învățare;
- îmbogățesc practica școlară, favorizând o activitate mai variată în clasă;
- influențează comportamentul privind învățarea și formarea stilurilor de învățare la elevi.

### 2.2. Procesul învățării în învățământul preuniversitar

Învățarea este un proces complex, desfășurat în mai multe faze: receptarea materialului, înțelegerea și generalizarea acestuia, fixarea în memorie, actualizarea cunoștințelor prin reproducere și transferul acestora.

În funcție de formă, învățarea poate fi:

- spontană, care are loc în familie sau în grupurile din care individul face parte;
- sistematică, realizată în special în școală.

Nucleul principal al învățării sistematice este învățarea școlară, ea punând accentul pe formarea intelectuală.

#### 2.2.1. Învățarea școlară

Învățarea școlară e un proces organizat, instituționalizat, desfășurat sub îndrumarea cadrelor didactice special pregătite, în care conținutul învățării este fixat în funcție de particularitățile de vârstă. Învățarea școlară are caracter educativ și formativ, constând nu numai în transmiterea de informații sau formarea unor priceperi, deprinderi și atitudini,

ci și în dezvoltarea morală și intelectuală a elevului, ducând la modelarea propriei persoane.

Învățarea școlară este condiționată de concentrarea atenției elevilor asupra celor ce se discută în cadrul unei lecții. Întotdeauna vor fi atrași de ceea ce este nou, necunoscut. De aceea, preocuparea de a trezi interesul elevilor are o importanță deosebită în procesul învățării.

Pe lângă motivele extrinseci, învățarea școlară trebuie să imprimе elevului motive intrinseci, precum curiozitatea, aspirația spre competență, dorința de a crea. Profesorul va profita de toate formele de motivație, însă va încerca permanent să o promoveze pe cea mai valoroasă, și anume motivația intrinsecă.

În ceea ce privește învățarea fizicii, au fost realizate comparații între procesul de învățare în stil clasic și în stil modern [10], din care se pot trage următoarele concluzii:

- cu cât o informație este mai bine procesată, în relație cu cunoștințele deja asimilate, cu atât se va fixa mai bine în memoria elevilor, sporind calitatea învățării;
- cu cât elevul este mai implicat în crearea legăturilor dintre informațiile noi și cele deja învățate, cu atât scade comportamentul pasiv al elevilor și procesarea superficială a informațiilor;
- nu trebuie să primeze cantitatea informațiilor, ci calitatea procesării acestora;
- cu cât informațiile prezentate sunt în strânsă legătură cu realitatea, cu atât elevii le vor înțelege și reține mai ușor;
- un concept nou nu trebuie să reprezinte finalul procesului de învățare, ci punctul de plecare pentru înțelegerea altor concepte.

### **2.3. Procesul evaluării în învățământul preuniversitar**

Conținutul fiecărui obiect de învățământ necesită metode potrivite, cu ajutorul cărora acesta poate fi transmis și asimilat.

Sintagma „metode de evaluare” se referă îndeosebi la modalitățile prin care este evaluat elevul, la calea pe care o parcurge profesorul împreună cu elevii săi în demersul evaluativ.

#### **2.3.1. Metodele de evaluare**

Metodele de evaluare însoțesc și facilitează desfășurarea procesului de învățământ. În general, au aceleași caracteristici ca și metodele de predare-învățare, și anume:

- sunt demersuri teoretice și de acțiune referitoare la ce, cât, cum și când se evaluează;
- se elaborează și se aplică în strânsă legătură cu diferitele componente ale procesului de învățământ;
- se concep, se îmbină și se folosesc în legătură cu particularitățile de vârstă și individuale, cu modul de acționare a factorilor educativi;
- au caracter dinamic, fiind deschise înnoirilor și perfecționărilor;
- au caracter sistemic, alcătuind un ansamblu metodologic coerent prin combinare, completare și influențare reciprocă, fără a-și pierde entitatea specifică;
- unele metode sunt folosite cu prioritate de către profesor, altele de către elev.

În evaluarea continuă, metodele tradiționale nu reprezintă ceva vechi, perimat. Ele rămân metodele de evaluare cel mai des utilizate, cu condiția de a se asigura calitatea

corespunzătoare a instrumentelor și echilibrul între probele scrise, orale și practice. Fiecare dintre aceste metode are avantaje și dezavantaje.

În practica școlară s-au îmbunătățit metodele și tehnicile de evaluare în scopul realizării unei corelații eficiente între predare-învățare-evaluare și pentru a atinge dezideratele propuse pentru formarea personalității autonome, libere și creatoare. Alternativele oferite de metodele alternative de evaluare constituie opțiuni metodologice care îmbogățesc practica evaluativă, evitând rutina și monotonia.

Ca urmare, nici un instrument de măsurare nu poate fi considerat universal valabil pentru toate obiectivele și conținuturile. Verificarea completă a realizării obiectivelor vizate în procesul de instruire și educație se obține prin îmbinarea diferitelor tehnici de măsurare.

## **2.4. Randamentul școlar**

Randamentul școlar se referă la succesele și insuccesele școlare.

Succesele școlare includ: procent mare de promovabilitate, cu note bune și foarte bune, rezultatele practice de calitate, eficiența capacității intelectuale de nivel ridicat.

Insuccesele școlare includ în general: număr mare de corigențe, repetenții, exmatriculări, abandonuri școlare, sancțiuni, note sub 5 în timpul anului școlar, integrarea socio-profesională slabă. Este știut că insuccesul școlar este foarte strâns legat de nivelul motivației pentru activitatea desfășurată.

Condițiile unui randament școlar pozitiv sunt: nivelul și calitatea conținutului de învățare, calitatea pregătirii profesionale a cadrelor didactice, calitatea metodelor și mijloacelor de predare-învățare, modul de organizare a timpului liber al elevilor, motivația învățării, calitatea relației profesor-elev, existența condițiilor de studiu (laboratoare, cabinete, biblioteci, material didactic), calitatea influenței educației, a factorilor externi școlii (familie, mass-media, anturaj), a sănătății elevilor și a calității evaluării cunoștințelor.

Succesul, ca și opusul său, insuccesul, depind de numeroși factori social-obiectivi, factori ce țin de structura individului.



### 3. Partea practică

#### 3.1. Experimente virtuale pentru predarea Fizicii în învățământul preuniversitar

Pentru elevii clasei a VI-a, în scopul familiarizării cu modalitatea de desfășurare a experimentelor virtuale, am pregătit două astfel de programe electronice pentru măsurarea a două dintre mărimile fizice fundamentale: lungimea și timpul. Am ales aceste experimente simple care, în mod normal se pot desfășura fizic, și în scopul de a testa facilitățile programului Articulate Storyline 2, pe care mi-am propus să îl utilizez.

Alături de procesul efectiv de măsurare, aceste experimente sunt create și pentru a ajuta elevii să prelucreze datele experimentale și să întocmească raportul lucrării de laborator.

##### 3.1.1. Experimentul 1: Măsurarea distanței

###### Din punct de vedere didactic

În conformitate cu *Programa școlară pentru disciplina FIZICĂ*<sup>1</sup>, competențele generale și specifice vizate de acest experiment sunt următoarele:

- **CG1:** Investigarea științifică structurată, în principal experimentală, a unor fenomene fizice simple, perceptibile
  - **CS1:** Explorarea proprietăților și fenomenelor fizice în cadrul unor investigații simple propuse  
Activitățile de învățare care vin în sprijinul dezvoltării acestei competențe sunt: utilizarea instrumentelor de măsură specifice pentru măsurarea mărimilor fizice (lungime și timp); analizarea critică a condițiilor de desfășurare a unei investigații și identificarea potențialelor surse de erori.
  - **CS2:** Folosirea unor metode de înregistrare și reprezentare a datelor experimentale  
Activitatea de învățare care vine în sprijinul dezvoltării acestei competențe este: înregistrarea în tabele cu rubrici prestabilite a valorilor mărimilor fizice măsurate.
  - **CS3:** Formularea unor concluzii simple pe baza datelor experimentale obținute în cadrul investigațiilor științifice derulate  
Activitățile de învățare care vin în sprijinul dezvoltării acestor competențe sunt: calcularea valorilor medii și a erorilor pentru mărimile fizice măsurate; analizarea rezultatelor măsurărilor efectuate, stabilirea valorilor minime și maxime
- **CG2:** Interpretarea unor date și informații obținute experimental sau din alte surse privind fenomene fizice simple și aplicații tehnice ale acestora
  - **CS1:** Extragerea de date și informații științifice relevante din observații proprii  
Activitățile de învățare care vin în sprijinul dezvoltării acestor competențe sunt: identificarea datelor relevante care descriu un fenomen; utilizarea instrumentelor de măsură pentru obținerea datelor experimentale; organizarea datelor într-o formă adecvată îndeplinirii sarcinii de lucru

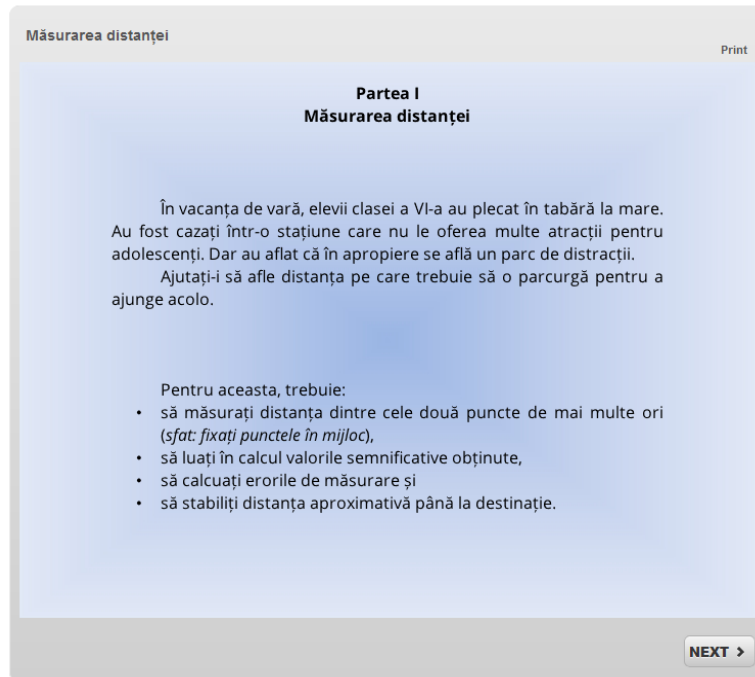
---

<sup>1</sup> Ministerul Educației Naționale, Programă școlară pentru disciplina FIZICĂ, Clasele a VI-a – a VIII-a, București, 2017

- CS2: Organizarea datelor experimentale în diferite forme simple de prezentare  
Activitatea de învățare care vine în sprijinul dezvoltării acestei competențe este: prezentarea structurată sub forma unor referate a aprecierilor privind condițiile de realizare a unui experiment și a rezultatelor acestuia.

Experimentul *Măsurarea distanței* este prima parte din ciclul de experimente referitoare la mărimile fizice fundamentale [69].

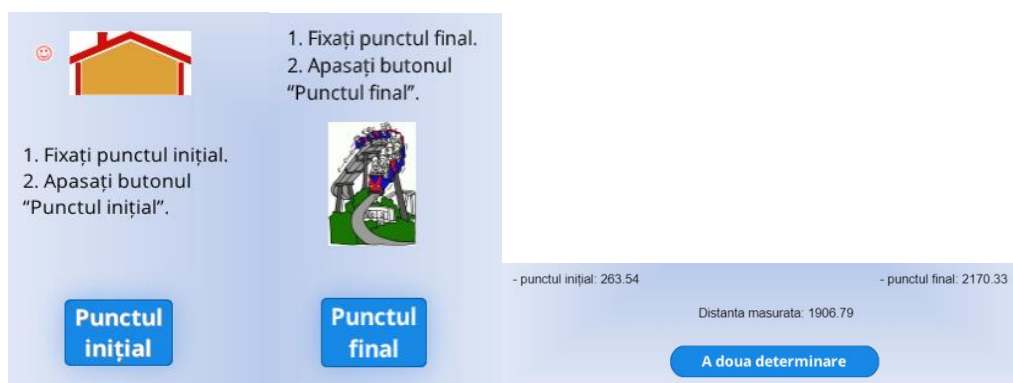
Partea de introducere îi conduce pe elevi pe firul unei povestiri pe parcursul căreia ei trebuie să ducă la bun sfârșit anumite sarcini de lucru. Figura 3.1 prezintă modul în care li se comunică elevilor pașii pe care trebuie să îi urmeze pentru realizarea activității practice.



**Figura 3.1:** Explicarea sarcinilor de lucru

Pentru a obține o valoare cât mai apropiată de cea reală, este necesar să fie realizate, prin măsurători repetate, mai multe determinări ale distanței dintre cele două puncte. Astfel, primii pași ai experimentului, prezentați în Figura 3.2, se vor repeta de șase ori:

- fixarea punctului în mijlocul locului de pornire;
- apăsarea butonului Punctul inițial; în acest moment, valoarea punctului este memorată într-o variabilă;
- fixarea punctului în mijlocului locului de destinație;
- apăsarea butonului Punctul final; valoarea punctului este memorată într-o altă variabilă, iar programul calculează distanța obținută la această măsurare (pe baza codului scris în partea de programare);



**Figura 3.2:** Pașii de urmat în fiecare determinare

Pentru aceste măsurători succesive, obiectivul operațional al activității de învățare este:

O1. Elevul să măsoare, în mod repetat, distanța dintre două puncte fixe.

După determinarea celor șase lungimi măsurate, elevii trebuie să selecteze valorile semnificative obținute, eliminând erorile accidentale, cum se poate vedea în Figura 3.3.

Măsurarea distanței

Măsurarea distanței  
 Tabel de date experimentale

Selectați valorile semnificative. Atenție! Nu mai puteți deselecta!

Nr. det.	Lungimile măsurate L (m)	Media aritmetică L <sub>medie</sub> (m)	Erorile absolute ΔL (m)	Eroarea absolută medie (ΔL) <sub>medie</sub> (m)
1	1906.79			
2	1906.79			
3	1899.04			
4	1891.29			
5	1883.54			
6	1891.29			

Printați în pdf înainte de a trece la slide-ul următor!

NEXT >

Figura 3.3: Selectarea valorilor semnificative

Obiectivul operațional al acestei activități de învățare este:

O2. Elevul să diferențieze valorile semnificative de cele ne semnificative obținute în urma celor șase măsurări efectuate.

Prin apăsarea butonului Calculează media valorilor, programul calculează automat media aritmetică a valorilor semnificative selectate, precum și erorile absolute obținute la fiecare măsurătoare. Ultimul pas al experimentului este prezentat în Figura 3.4 și constă în aflarea valorii erorii absolute medii, sarcină pe care elevii o îndeplinesc prin apăsarea butonului Calculează media erorilor.

Măsurarea distanței

Măsurarea distanței  
 Tabel de date experimentale

Selectați valorile semnificative. Atenție! Nu mai puteți deselecta!

Nr. det.	Lungimile măsurate L (m)	Media aritmetică L <sub>medie</sub> (m)	Erorile absolute ΔL (m)	Eroarea absolută medie (ΔL) <sub>medie</sub> (m)
1	1906.79		7.75	
2	1906.79		7.75	
3	1899.04	1899.04	0	
4	1891.29		7.75	6.2
5	1883.54		0	
6	1891.29		7.75	

Printați în pdf înainte de a trece la slide-ul următor!

NEXT >

Figura 3.4: Calcularea mediei valorilor, erorilor și a mediei erorilor

Obiectivul operațional al acestei activități de învățare este:

O3. Elevul să determine media valorilor obținute prin măsurare, erorile absolute și media acestora.

Pentru finalizarea lucrării de laborator și sintetizarea rezultatelor, elevii vor completa referatul din Figura 3.5 cu datele obținute în timpul efectuării experimentului. De asemenea, vor enumera materialele/echipamentele folosite și vor puncta sursele ce pot da naștere erorilor de măsurare.

**Referatul lucrării de laborator**

Pentru măsurarea virtuală a distanței dintre cele două puncte, au fost necesare următoarele materiale / echipamente:

calculator, mouse, tastatura, internet

Au fost realizate 6 determinări. Pentru calculul mediei aritmetice au fost selectate 5 valori. Media aritmetică a fost calculată prin raportul dintre suma celor 5 valori și numărul 5.

Rezultatul măsurătorilor făcute este:

$L = 1899. \text{ m} \pm 6.2 \text{ m}$

Acest rezultat indică faptul că valoarea reală este cuprinsă în intervalul:

$1899. \text{ m} - 6.2 \text{ m} \leq L \leq 1899. \text{ m} + 6.2 \text{ m}$  Transformați rezultatul obținut în km, cu două zecimale:

$1892. \text{ m} \leq L \leq 1905. \text{ m}$   $1.89 \text{ km} \leq L \leq 1.91 \text{ km}$

Sursele de erori pot fi:

fixarea eronată a punctelor, selectarea greșită a valorilor semnificative, probleme tehnice

**Figura 3.5:** Referatul lucrării de laborator

Pentru această activitate, obiectivele operaționale sunt:

- O4. Elevul să elaboreze referatul lucrării de laborator, pe baza valorilor determinate în timpul experimentului.
- O5. Elevul să explice modul de calcul al mediei aritmetice, cu referire directă la experimentul efectuat.
- O6. Elevul să determine valoarea minimă și maximă a distanței măsurate.
- O7. Elevul să aplice transformările unităților de măsură pentru lungime.
- O8. Elevul să identifice erorile ce pot apărea în timpul efectuării experimentului.

### Din punct de vedere tehnic

Așa cum am spus la începutul acestui capitol, experimentul a fost realizat cu ajutorul programului Articulate Storyline 2.

Am folosit 63 variabile de tip Text (pentru a reține valorile introduse ca text) și de tip Number (pentru a reține valorile numerice). În timp ce unele variabile sunt folosite o singură dată, altele pot fi utilizate până la 9 ori (cele care apar în efectuarea calculelor), cum se vede în Figura 3.6.

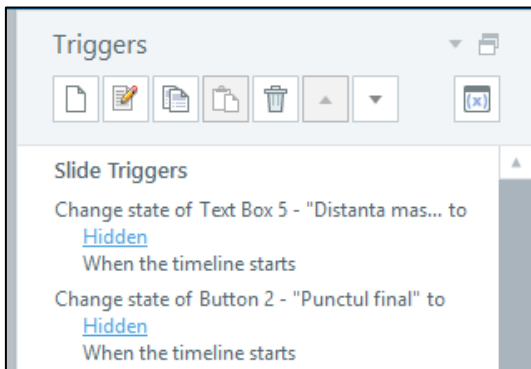
Name	Type	Default Value	Use Count
TextEntry14	Text		1
medie_aritmetica	Number	0	8
medie_erori	Number	0	2
numitor	Number	0	9

**Figura 3.6:** Exemple de variabile utilizate

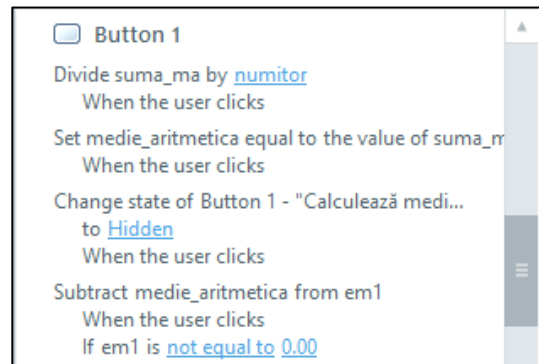
Atât pentru ca anumite elemente din cadrele experimentului să nu apară decât atunci când este nevoie de ele sau să dispară când nu mai sunt necesare, cât și pentru efectuarea



calculului, am folosit numeroși declanșatori de acțiune, exemplificați în Figurile 3.7 și 3.8, unii simpli (doar pentru schimbarea stării anumitor elemente grafice), alții complecși (pentru efectuarea calculului ce implică variabile).

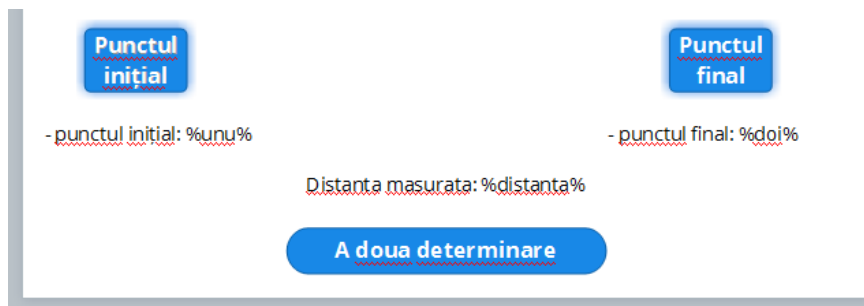


**Figura 3.7:** Exemple de declanșatori simpli



**Figura 3.8:** Exemple de declanșatori complecși

În cazul în care nu s-ar fi folosit declanșatorii pentru a ascunde anumite elemente din cadru în momentele potrivite, informațiile ar fi venit simultan către elevi și ar fi creat confuzie, ducând la neînțelegerea experimentului.



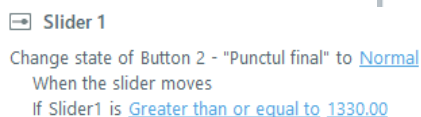
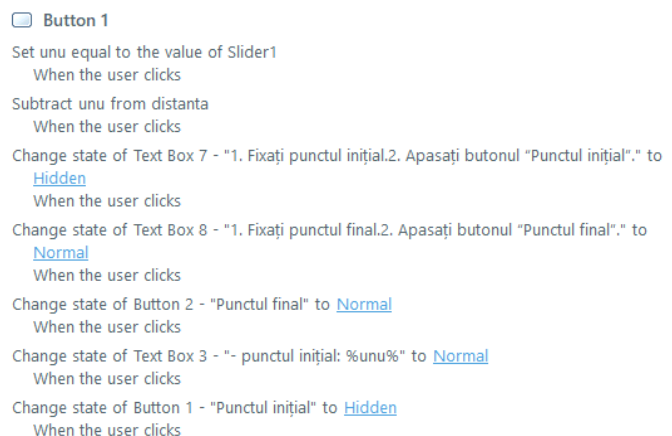
**Figura 3.9:** Interfața experimentului fără folosirea declanșatorilor

Pentru cadrele în care elevii trebuie să determine, în mod repetat, distanța dintre cele două puncte am folosit 22 de declanșatori de acțiune pentru fiecare determinare:

- 7 pentru butonul de fixare a punctului inițial al măsurării,

- 7 pentru butonul de fixare a punctului final al măsurării,

- 1 pentru cursorul care permite măsurarea,



- 1 pentru butonul care avansează la următoarea determinare,
- 6 pentru apariția sau ascunderea elementelor din pagină.

Structura cadrului pentru întocmirea tabelului de date experimentale din Figura 3.10 conține 6 casete de bifare pentru selectarea valorilor semnificative, un buton pentru imprimarea tabelului cu date experimentale (poate fi realizată și o poză sau o captură de ecran în cazurile în care nu este posibilă imprimarea) și 65 de declanșatori de acțiune:

- 41 pentru butonul de calculare a mediei valorilor semnificative,
- 4 pentru butonul de calculare a mediei erorilor,
- 4 pentru fiecare caseta de selectare a valorilor semnificative,
- 16 pentru apariția sau ascunderea elementelor din pagină, precum și pentru schimbarea stărilor acestora.

**Măsurarea distanței**  
**Tabel de date experimentale**

Selectați valorile semnificative.

Nr. det.	Lungimile măsurate $L$ (m)	Media aritmetică $L_{medie}$ (m)	Erorile absolute $\Delta L$ (m)	Eroarea absolută medie $(\Delta L)_{medie}$ (m)
1	<input type="checkbox"/> %distanța%		%em1%	
2	<input type="checkbox"/> %2distanța%		%em2%	
3	<input type="checkbox"/> %3distanța%	<b>Calculează media valorilor</b>	%em3%	<b>Calculează media erorilor</b>
4	<input type="checkbox"/> %4distanța%		%em4%	
5	<input type="checkbox"/> %5distanța%		%em5%	
6	<input type="checkbox"/> %6distanța%		%em6%	

↑

Printați în pdf înainte de a trece la slide-ul următor!

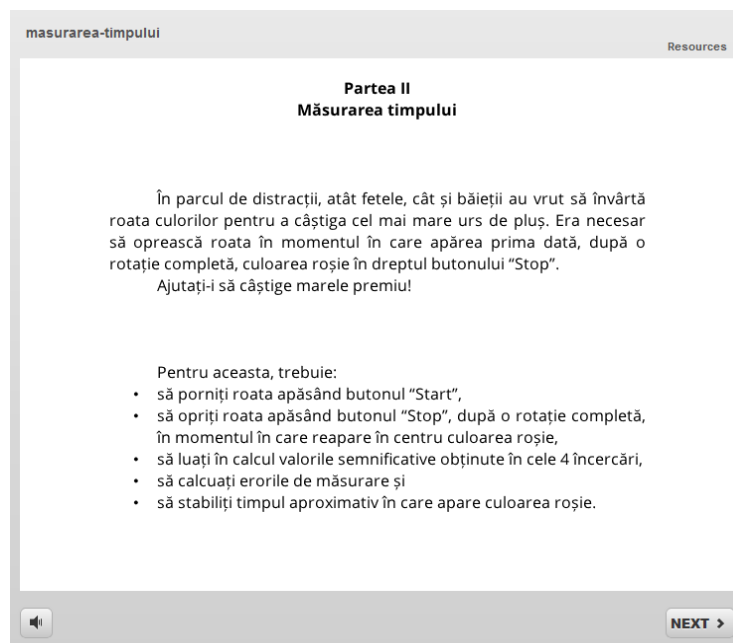
**Figura 3.10:** Variabile necesare pentru calcularea rezultatelor

Pentru întocmirea referatului lucrării de laborator, necesitatea declanșatorilor de acțiune a scăzut, crescând însă numărul casetelor text în care elevii trebuie să completeze datele obținute:

- 15 casete text,
- 15 declanșatori de acțiune (câte unul pentru fiecare casetă text),
- buton de tipărire a referatului de laborator.

### 3.1.2. Experimentul 2: Măsurarea timpului

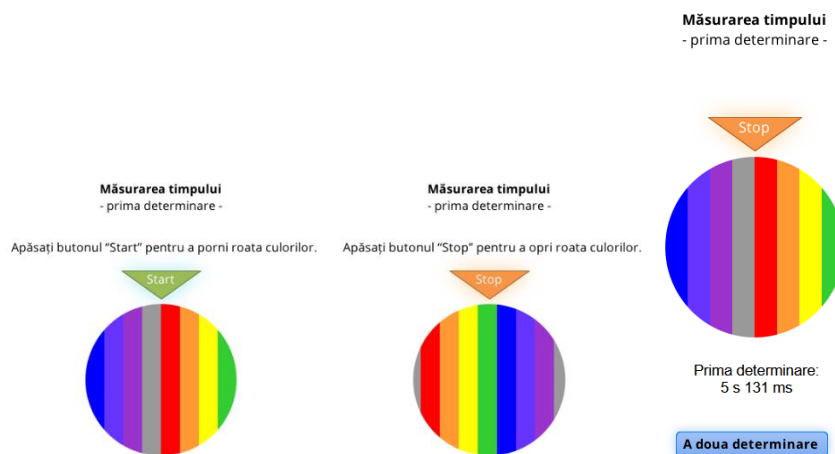
În mod similar a fost realizat și cel de-al doilea experiment, *Măsurarea timpului*, prezentat elevilor ca o continuare a povestirii începute în primul experiment (Figura 3.11). Competențele generale și specifice, precum și obiectivele urmărite sunt aceleași ca în subcapitolul anterior.



**Figura 3.11:** Explicarea sarcinilor de lucru pentru măsurarea timpului

În cadrul introductiv le sunt explicați elevilor pașii ce trebuie urmați pentru îndeplinirea sarcinilor de lucru.

Pentru acest experiment am hotărât să folosesc doar patru determinări ale duratei pentru că elevii nu trebuie să mai fixeze și punctul de pornire, ci doar punctul final al fiecărei măsurători (Figura 3.12).



**Figura 3.12:** Determinarea duratei, exprimate în s și ms

Pentru completarea tabelului de date experimentale, am setat programul să transforme toate valorile obținute în milisecunde, pentru a fi mai ușor să realizez calculele în partea de programare, așa cum se vede în Figura 3.13.

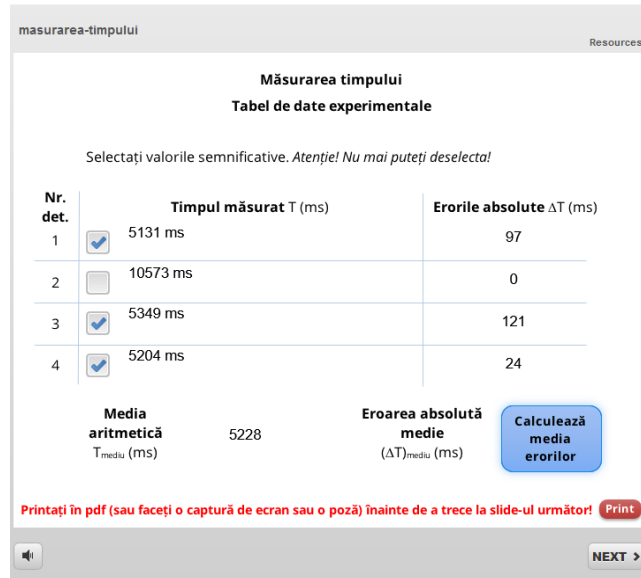


Figura 3.13: Calcularea mediei valorilor, erorilor și a mediei erorilor

Referatul lucrării de laborator (Figura 3.14) este similar cu cel de la experimentul anterior, cu diferența că am eliminat transformarea unităților de măsură.

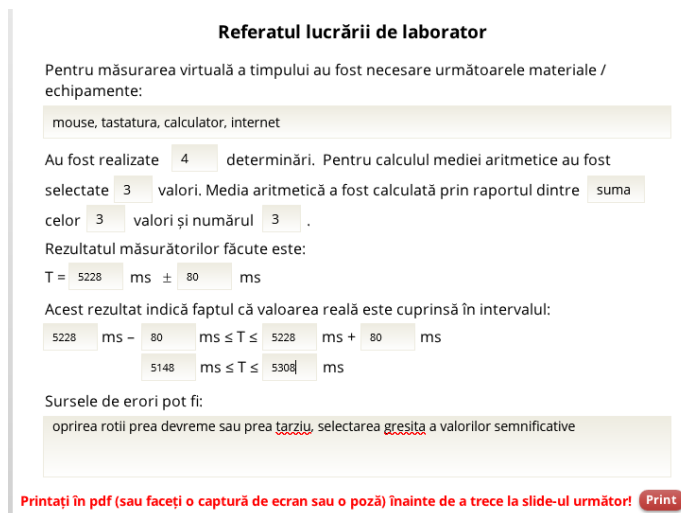


Figura 3.14: Referatul lucrării de laborator Măsurarea timpului

Pentru a respecta firul povestirii, am oferit în ultimul cadru al experimentului recompensa promisă elevilor.

Din punct de vedere tehnic, acest experiment conține mai multă programare decât cel referitor la măsurarea distanței.

```
var today = new Date();
var time = today.getTime();
var player = GetPlayer();
player.SetVar("timp_initial_ms", time);
```

*Cod JavaScript pentru fixarea timpului curent*



```

var today = new Date();
var time = today.getTime();
var player = GetPlayer();
player.SetVar("timp_final_ms", time);

```

*Fixarea duratei unei rotații*

```

var player=GetPlayer();
var x = player.GetVar("secunde");
x = x / 1000;
x = Math.trunc(x);
player.SetVar("secunde", x);

```

```

var player=GetPlayer();
var x = player.GetVar("det1");
x = x % 1000;
player.SetVar("milisecunde", x);

```

*Aflarea secundelor și milisecundelor dintr-o rotație*

```

var player=GetPlayer();
var s1 = player.GetVar("secunde");
var s2 = player.GetVar("secunde2");
var s3 = player.GetVar("secunde3");
var s4 = player.GetVar("secunde4");
var ms1 = player.GetVar("milisecunde");
var ms2 = player.GetVar("milisecunde2");
var ms3 = player.GetVar("milisecunde3");
var ms4 = player.GetVar("milisecunde4");
var t1 = s1*1000+ms1;
var t2 = s2*1000+ms2;
var t3 = s3*1000+ms3;
var t4 = s4*1000+ms4;
player.SetVar("timp1", t1);
player.SetVar("timp2", t2);
player.SetVar("timp3", t3);
player.SetVar("timp4", t4);

```

*Transformarea duratelor obținute în milisecunde  
pentru valorile din tabelul de date experimentale*

```

var player=GetPlayer();
var x = player.GetVar("ma");
x = Math.trunc(x);
player.SetVar("ma", x);

```

```

var player=GetPlayer();
var t = player.GetVar("timp1");
var ma = player.GetVar("ma");
var e = player.GetVar("eroare1");
e = e + t - ma;
if (e<0) { e = -e; }
player.SetVar("eroare1", e);

```

*Aflarea mediei valorilor și a erorilor de măsurare*

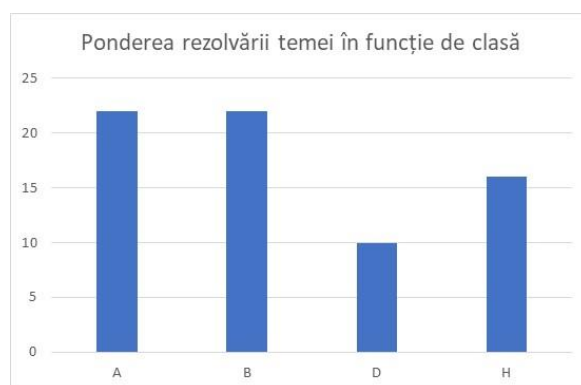
Variabilele folosite au fost de tip text, numerice și boolean-e, în număr total de 57. Am setat 58 de declanșatori de acțiune simpli și complecși și 15 declanșatori pentru executarea codurilor JavaScript.

Aceste două experimente de Fizică elementară contribuie la aplicarea și evaluarea modelului în situații concrete. Alături de exercițiile practice, acestea ajută la dobândirea capacității de înțelegere și prelucrare a datelor experimentale.

### 3.1.3. Implementarea celor două experimente

Pentru implementarea celor două programe [70] s-a colaborat cu Școala Gimnazială Leonardo da Vinci din sectorul 3, București.

La nivelul a patru clase de-a șasea din această școală (Figura 3.15), elevii au primit ca temă efectuarea celor două experimente virtuale. Acestea au putut fi accesate și parcurse cu ajutorul calculatoarelor sau telefoanelor mobile (smartphones). Din totalul de 108 elevi, au efectuat experimentele 54 de elevi - pentru măsurarea distanței, respectiv 67 de elevi - pentru măsurarea timpului.

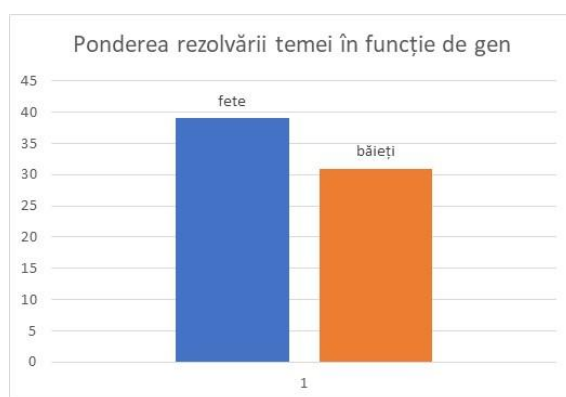


(rezultate proprii – nepublicate)

**Figura 3.15:** Ponderea rezolvării temei la nivelul claselor

Printre motivele pentru care adolescenții nu rezolvă temele pentru acasă se numără: lipsa motivației, cantitatea prea mare a acestora și lipsa timpului pentru activitățile recreative, suprasolicitarea, plictiseala și oboseala, lipsa spațiului și a condițiilor propice învățării, lipsa ajutorului sau a interesului din partea părinților. Din repartizarea temelor efectuate la nivelul claselor, se observă faptul că sunt mai mulți elevi conștiincioși la clasele A și B. Este posibil ca ponderea mai mare la clasa H decât la D să fi fost influențată și de faptul că Doamna Profesoară de Fizică este diriginta clasei H, ca urmare a putut încuraja mai bine elevii să-și rezolve tema.

În Figura 3.16 se observă o diferență a ponderii temelor efectuate și în funcție de gen.



(rezultate proprii – nepublicate)

**Figura 3.16:** Ponderea rezolvării temei, în funcție de gen

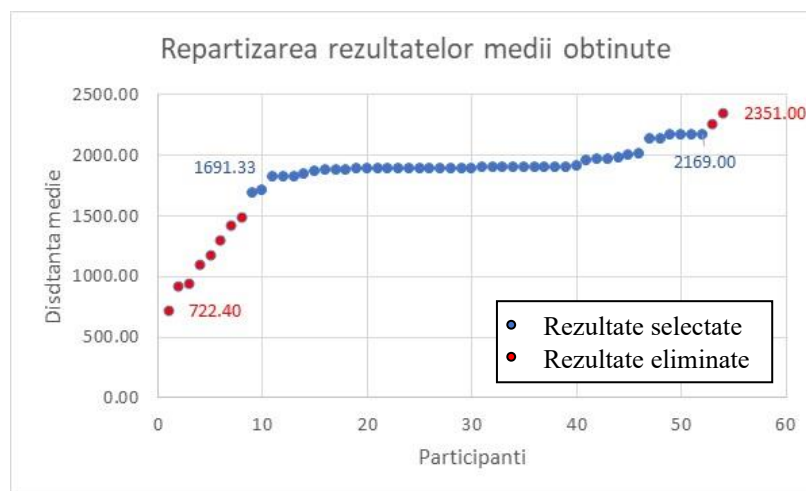
La începutul anilor 1990, cercetările din necunoștințe au accentuat ideea existenței diferențelor dintre sexe, la nivelul abilităților cognitive. Astfel, băieții au abilități matematice și vizual-spațiale mai bune decât ale fetelor, acestea având mai dezvoltate

abilitățile de limbaj. Psihologul Oana Calnegru a publicat în 2019 un articol în care a subliniat faptul că nevoile pe care băieții și fetele le au în procesul de învățare sunt diferite. Chiar dacă fetele au o anxietate mai mare decât băieții când vine vorba de matematică și științe, faptul că sunt mai conștiincioase la școală a dus la un procent mai mare în efectuarea temelor.

În urma centralizării și analizei rezultatelor primite de la participanți am verificat și stabilit că acestea au o distribuție normală, aplicând testul statistic non-parametric, de buna calitate, Kolmogorov-Smirnov descris de Vance Berger și YanYan Zhou în lucrarea “Kolmogorov–Smirnov Test: Overview” [71].

Conform regulilor statistice, întrucât media este influențată de valori extreme, se recomandă eliminarea acestora înainte de calcularea mediei. Ca urmare, cele mai mari și cele mai mici valori de date, aproximativ 20% din totalul lor, au fost eliminate din fiecare clasă omogenă.

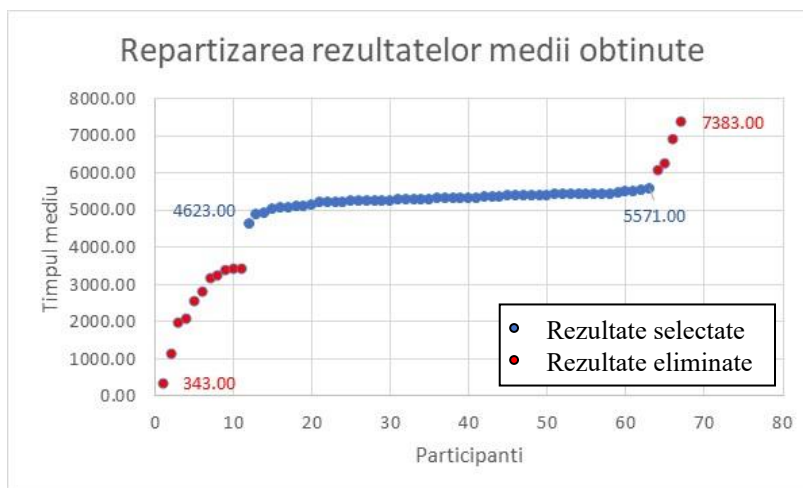
Astfel, după efectuarea experimentului pentru măsurarea distanței au fost strânse 54 de răspunsuri, iar rezultatele medii au fost cuprinse în intervalul 722.40 - 2351.00. Acestea au fost analizate, așa cum reiese din Figura 3.17, și s-a ajuns la concluzia că valorile extreme trebuie înlăturate din intervalul statistic. Ca urmare, au fost selectate 44 de rezultate pentru a fi analizate statistic, aflate în intervalul 1691.33 - 2169.00.



(rezultate proprii – C Ionascu, R Dinescu, A Jipa, *Studying the Distribution of the Results of Virtual Experiments in Physics* – trimis spre publicare)

**Figura 3.17:** Rezultatele medii obținute și selectate în urma efectuării experimentului Măsurarea Distanței

Experimentul pentru măsurarea timpului a furnizat 67 de rezultate medii în intervalul 343.00 - 7383.00, dintre care, în urma analizei, au fost selectate 52 pentru intervalul statistic 4623.00 - 5571.00, prezentate în Figura 3.18.



(rezultate proprii – C Ionascu, R Dinescu, A Jipa, *Studying the Distribution of the Results of Virtual Experiments in Physics – trimis spre publicare*)

**Figura 3.18:** Rezultatele medii obținute și selectate în urma efectuării experimentului Măsurarea Timpului

Rezultatele mult în afara valorilor acceptabile s-au datorat, în general, unei abordări necorespunzătoare de către elevi a celor două sarcini de lucru. Au existat cazuri în care nu au fost respectate instrucțiunile, ceea ce a condus la: oprirea măsurătorilor timpului înainte de o rotație completă, cum cerea experimentul, sau mult după aceasta; oprirea în dreptul altei culori; măsurarea cu alte instrumente în afara de cele puse la dispoziție de către programele online.

### 3.1.4. Verificarea distribuției normale a rezultatelor prin aplicarea testului Kolmogorov-Smirnov

În statistică, testul Kolmogorov–Smirnov (KS) este un test non-parametric, de bună calitate, al egalității distribuțiilor de probabilitate. Printre avantajele acestui test se numără faptul că poate fi aplicat în cazul unui număr scăzut de rezultate, până într-o sută, așa cum este și în cazul celor două experimente. De asemenea, este un test exact și fără restricții excesive. Testul poate fi utilizat atât pentru a compara un eșantion de date cu distribuția probabilității de referință (cazul de față), cât și pentru a compara două eșantioane.

Pentru a aplica testul KS, a fost nevoie ca eșantioanele de rezultate să fie standardizate și comparate cu o distribuție normală standard. Pentru aceasta a fost utilizat scorul Z (numit și scor standard) care are rolul de a stabili cât de departe de medie este un punct de date, fiind o măsură a câte abateri standard sub sau peste populație înseamnă un scor brut. Scorul Z se încadrează în intervalul de 3 abateri standard sub și peste medie, evidențiate pe grafic prin valori poziționate în extremitățile curbei de distribuție normală.

Pentru a calcula scorul Z a fost folosită formula

$$Z = (x - \mu) / \sigma,$$

unde  $x$  = valoarea din eșantionul studiat,  
 $\mu$  = media eșantionului studiat,  
 $\sigma$  = abaterea standard a populației.

În cazul rezultatelor cu două zecimale, obținute în urma măsurării distanței, primul pas a fost eliminarea zecimalelor, prin folosirea funcției Excel TRUNC(valoarea din eșantionul



de date). Rezultatele obținute, împreună cu frecvența apariției fiecăruia în interiorul populației, sunt prezentate în Figura 3.19.

nr. crt.	lungimea medie	x fara zecimale	frecventa				
1	1691.33	1691	1				
2	1707.89	1707	1	21	1895.17	1895	
3	1819.21	1819	3	22	1895.54	1895	
4	1819.21	1819		23	1897.75	1897	1
5	1819.21	1819		24	1899.00	1899	1
6	1849.40	1849	1	25	1900.33	1900	3
7	1863.39	1863	1	26	1900.64	1900	
8	1877.05	1877	1	27	1900.69	1900	
9	1883.02	1883	1	28	1901.00	1901	3
10	1884.32	1884	1	29	1901.09	1901	
11	1885.00	1885	2	30	1901.09	1901	
12	1885.06	1885		31	1905.74	1905	1
13	1890.83	1890	1	32	1908.08	1908	1
14	1891.00	1891	1	33	1961.12	1961	1
15	1892.30	1892	2	34	1963.67	1963	2
16	1892.84	1892		35	1963.67	1963	
17	1893.23	1893	2	36	1979.14	1979	1
18	1893.24	1893		37	2003.85	2003	1
19	1894.52	1894	1	38	2007.56	2007	1
20	1895.17	1895	3	39	2139.97	2139	1
				40	2140.33	2140	1
				41	2168.26	2168	2
				42	2168.26	2168	
				43	2169.00	2169	2
				44	2169.00	2169	

(rezultate proprii – nepublicate)

**Figura 3.19.** Eliminarea zecimalelor și stabilirea frecvenței de apariție

Pe baza frecvențelor individuale a fost calculată frecvența cumulativă care constă în numărul de apariții ale valorilor mai mici sau egale cu cea curentă. Datele au fost sortate crescător, iar pentru frecvența cumulativă a fost calculată, cu ajutorul funcției SUM, suma valorile eșantionului, de la cea mai mică valoare până la valoarea curentă. Pentru verificare, ultima frecvență a valorii unice maxime trebuie să fie egală cu numărul  $n$  al valorilor din eșantion (44 în cazul măsurării distanței, respectiv 52 pentru măsurarea timpului).

Pasul următor a fost calcularea cu 4 zecimale a funcției de distribuție cumulativă a eșantionului  $F_S(x)$  pentru fiecare valoare individuală din eșantion, cu ajutorul funcției ROUND(valoarea din populație / frecvența cumulativă a valorii maxime,4). Rezultatele funcției  $F_S(x)$  pot fi vizualizate în Figura 3.20.

x fara zecimale	frecventa	frecventa cumulativa	$F_S(x)$			
1691	1	1	0.0227	1895	3	0.5
				1895		0.5
				1895		0.5
1707	1	2	0.0455	1897	1	0.5227
				1899	1	0.5455
1819	3	5	0.1136	1900	3	0.6136
				1900		0.6136
				1900		0.6136
1819			0	1901	3	0.6818
				1901		0.6818
				1901		0.6818
1819			0	1905	1	0.7045
1849	1	6	0.1364	1908	1	0.7273
1863	1	7	0.1591	1961	1	0.75
1877	1	8	0.1818	1963	2	0.7955
1883	1	9	0.2045	1963		0.7955
1884	1	10	0.2273	1979	1	0.8182
1885	2	12	0.2727	2003	1	0.8409
1885		12	0.2727	2007	1	0.8636
1890	1	13	0.2955	2139	1	0.8864
1891	1	14	0.3182	2140	1	0.9091
1892	2	16	0.3636	2168	2	0.9545
1892		16	0.3636	2168		0.9545
1893	2	18	0.4091	2169	2	1
1893		18	0.4091	2169		1
1894	1	19	0.4318			

(rezultate proprii – nepublicate)

**Figura 3.20.** Calcularea funcției de distribuție cumulativă a eșantionului,  $F_S(x)$

Pentru a calcula scorul Z este necesară, așa cum am specificat anterior, cunoașterea mediei eșantionului studiat, fără zecimale, care, pentru măsurarea distanței (MD), a fost de 1926, iar pentru măsurarea timpului (MT) 5294. Ambele au fost calculate cu ajutorul funcției AVERAGE(valorile din eșantionul de date).

Abaterea standard a fost stabilită prin calcularea radicalului din media pătratelor abaterilor fiecărei valori din eșantion. Pentru eșantionul MD a fost obținută abaterea standard 109, iar pentru eșantionul MT cea de 172.

Scorul Z a fost aflat prin formula specificată anterior, particularizată pentru eșantioanele MD și MT prin formula ROUND((valoarea curentă - media eșantionului) / abaterea standard,1). Exemplificarea formulei și a rezultatelor (Figura 3.21) a fost realizată pentru eșantionul MD.

x fără zecimale	abaterea standard	scorul Z			
1691	55225	-2.2	1895	961	-0.3
			1895	961	
1707	47961	-2	1895	961	
			1897	841	-0.3
1819	11449	-1	1899	729	-0.2
			1900	676	-0.2
1819	11449		1900	676	
			1901	625	-0.2
1819	11449		1901	625	
			1901	625	
1849	5929	-0.7	1905	441	-0.2
1863	3969	-0.6	1908	324	-0.2
1877	2401	-0.4	1961	1225	0.3
1883	1849	-0.4	1963	1369	0.3
1884	1764	-0.4	1963	1369	
1885	1681	-0.4	1979	2809	0.5
1885	1681	-0.4	2003	5929	0.7
1890	1296	-0.3	2007	6561	0.7
1891	1225	-0.3	2139	45369	2
1892	1156	-0.3	2140	45796	2
1892	1156	-0.3	2168	58564	2.2
1893	1089	-0.3	2168	58564	
1893	1089	-0.3	2169	59049	2.2
1894	1024	-0.3	2169	59049	

(rezultate proprii – nepublicate)

**Figura 3.21.** Calcularea scorului Z pentru eșantionul MD

Un ultim pas pentru a putea aplica testul KS a fost aflarea valorii D, cea mai mare distanță a eșantionului de rezultate față de cel teoretic:

$$D = F_S(x) - F_T(x),$$

unde  $F_S(x)$  = funcția de distribuție cumulativă a eșantionului  
 $F_T(x)$  = funcția de distribuție cumulativă teoretică

Valorile funcției  $F_T(x)$  au fost preluate din tabelele statistice standard cu probabilitățile valorilor din stânga scorului Z ale distribuției normale standard [72].

În cazul eșantionului MD, calculată prin media aritmetică, valoarea maximă D a fost 0.31, iar în cazul eșantionului MT s-a obținut valoarea 0.11.

### Concluzia testului Kolmogorov-Smirnov

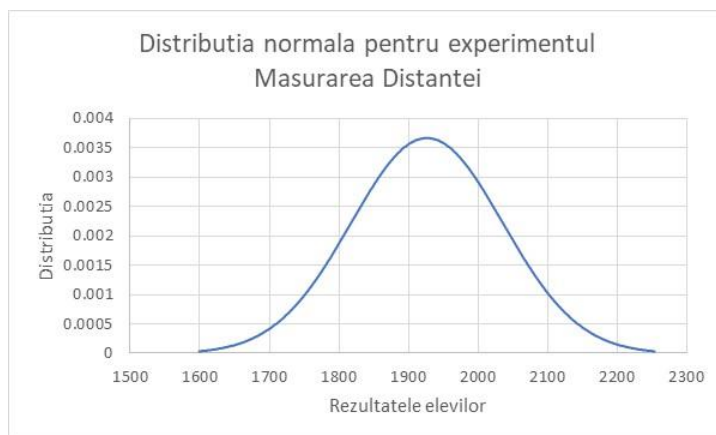
Prin aplicarea formulei KS pentru eșantioane cu un număr de înregistrări mai mare decât 40,  $=1.52 / \text{SQRT}(\text{cardinalul eșantionului})$ , s-au obținut următoarele valori:

- pentru Măsurarea Distanței  
 $KS = 0.23$   
 $P(\text{valoarea probabilității} - D*2) = 0.62$        $P > KS$
- pentru Măsurarea Timpului  
 $KS = 0.21$   
 $P(\text{valoarea probabilității} - D*2) = 0.22$        $P > KS$

În concluzie, pentru ambele eșantioane de date, a fost trasă concluzia că nu poate fi negată ipoteza că rezultatele colectate de la elevi ar fi normal distribuite.

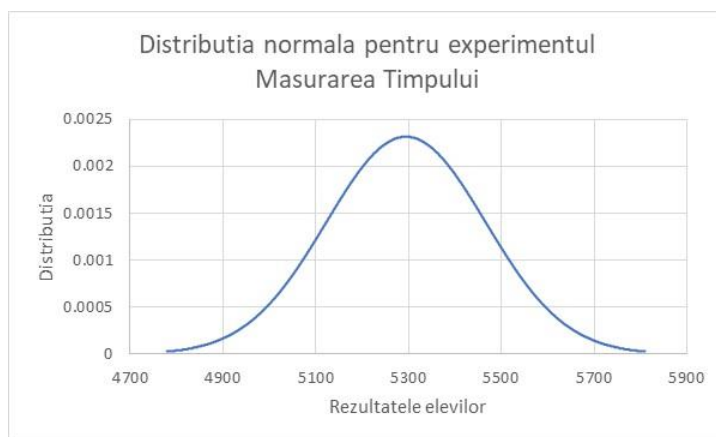
Ca urmare, considerând din fiecare eșantion de înregistrări media valorilor și deviația standard, au fost setate intervalele date de 3 abateri standard de la medie [ $\mu - 3\sigma$ ;  $\mu + 3\sigma$ ], unde  $\mu$  este media,  $\sigma$  este abaterea standard, limita din stânga este abaterea sub medie, iar cea din dreapta abaterea deasupra mediei.

Pentru experimentul MD, intervalul de valori a fost [1599;2253] și graficul distribuției normale se poate vedea în Figura 3.22, iar Figura 3.23 prezintă graficul distribuției normale pentru experimentul MT, cu valori în intervalul [4778;5810].



(rezultate proprii – C Ionascu, R Dinescu, A Jipa, *Studying the Distribution of the Results of Virtual Experiments in Physics* – trimis spre publicare)

**Figura 3.22.** Distribuția normală a datelor înregistrate în experimentul Măsurarea Distanței



(rezultate proprii – C Ionascu, R Dinescu, A Jipa, *Studying the Distribution of the Results of Virtual Experiments in Physics* – trimis spre publicare)

**Figura 3.23.** Distribuția normală a datelor înregistrate în experimentul Măsurarea Timpului

Ținând cont de caracteristicile distribuției normale prezentate de Lisa Sullivan, PhD la Boston University School of Public Health [73], probabilitatea ca una dintre înregistrări să se afle în intervalele de referință pentru prima, a doua și a treia abatere poate fi observată în Tabelul 3.1.

	Distribuția evenimentelor care, în raport cu media, sunt în		
	... prima abatere standard (%) [ $\mu - \sigma$ ; $\mu + \sigma$ ]	... a doua abatere standard (%) [ $\mu - 2*\sigma$ ; $\mu + 2*\sigma$ ]	... a treia abatere standard (%) [ $\mu - 3*\sigma$ ; $\mu + 3*\sigma$ ]
Experimentul „Măsurarea Distanței”	81.82	86.36	100
Experimentul „Măsurarea Timpului”	75	94.23	98.08

**Tabelul 3.1.** Probabilitatea ca una dintre înregistrări să se afle între abaterile de la medie

După aplicarea algoritmului Kolmogorov–Smirnov de testare a distribuției normale a celor două eșantioane de rezultate, am stabilit că acestea au o distribuție normală care a condus la calcularea probabilității ca una dintre valori să fie în intervalele de referință date de abaterile standard de la medie.

### 3.2. Pregătirea continuă în învățământul postuniversitar

Scopul departamentului din care fac parte, CPSDN, este îmbunătățirea permanentă a programelor de pregătire desfășurate, prin optimizarea platformei de formare și informare, modernizarea activităților centrului și dezvoltarea unor componente digitale interactive și inovative, precum și creșterea participării cercetătorilor la activitățile de comunicare a științei și creșterea vizibilității institutului și al programelor pe care le desfășoară. Implicarea mea este activă în toate activitățile care conduc la atingerea acestui scop, în special prin implementarea metodelor inovative în cadrul unor programe de instruire bazate pe sisteme moderne de eLearning.

Grupul țintă al acestor programe de instruire îl reprezintă personalul angajat în domeniul nuclear, cercetători, studenți ai facultăților de fizică și inginerie, profesori din învățământul preuniversitar, elevi, alte institute de cercetare din domeniul nuclear și din alte domenii conexe.

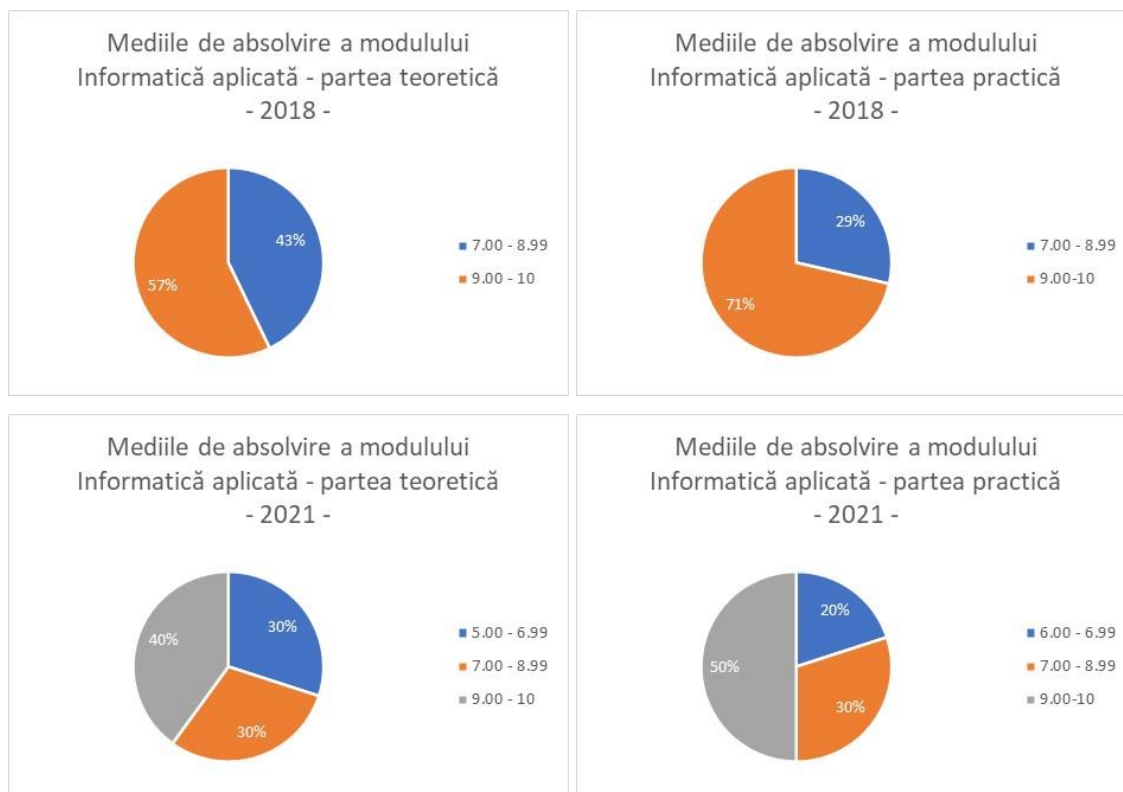
Programele desfășurate vizează dezvoltarea competențelor în domeniul nuclear și al laserilor de mare putere, îmbunătățirea culturii de securitate radiologică, creșterea atractivității fizicii în rândul tinerilor, creșterea acceptanței opiniei publice pentru activitățile din domeniul nuclear, creșterea vizibilității cercetării românești, dezvoltarea de colaborări cu actorii implicați în desfășurarea educației și în special a educației pentru științe.

#### 3.2.1. Cursul „Tehnician în Fizică”

În anul 2016, CPSDN a finalizat documentația și a obținut autorizația pentru programul de calificare „Tehnician în Fizică”, Cod COR/Nomenclator 3111.4.4 RNFFP nr. 23/265/19.10.2016. Acest curs de formare profesională a adulților, cu o durată de 1080 de ore, a fost organizat de două ori, în anul 2018 și în perioada martie 2020 - februarie 2021, totalizând un număr de participanți/absolvenți de 7, respectiv, 10 persoane.

În cadrul acestui program de pregătire, am organizat și desfășurat, în calitate de lector, modulul „Informatică aplicată”, conform programei cursului, familiarizând participanții cu elemente de calcul diferențial și integral, elemente de calcul de suprafețe și volum, introducând noțiuni elementare privind bazele de date și achiziția și prelucrarea datelor experimentale în Fizică, precum și informații privind proiectarea asistată de calculator.

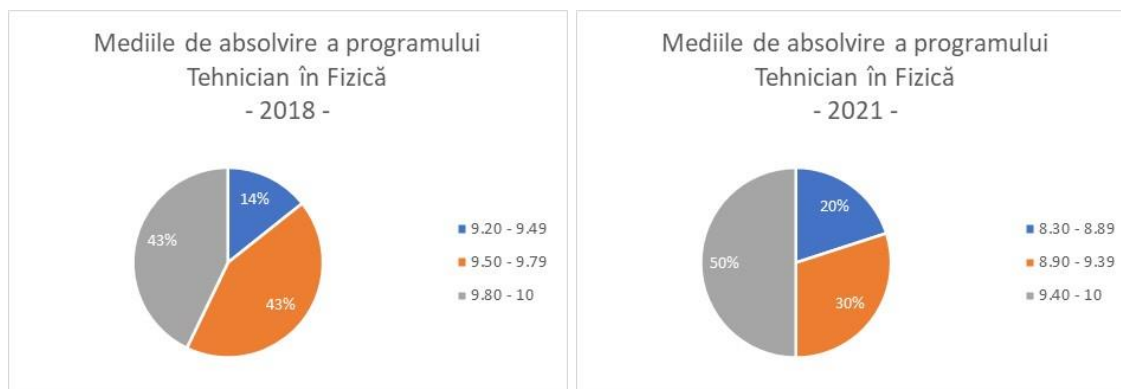
Din analiza rezultatelor obținute la probele teoretice și practice (Figura 3.23) se constată o îmbunătățire a acestora la partea practică, atât în anul 2018, cât și în 2021. Acesta este un aspect pozitiv având în vedere că o mare parte din ceea ce învățăm provine din experiențe practice.



(rezultate proprii – nepublicate)

**Figura 3.23.** Mediile de absolvire a modului „Informatică aplicată”

Se poate aprecia faptul că acest curs a fost un succes, deoarece toți participanții au absolvit cu medii peste 8, în ambele perioade de desfășurare a programului de pregătire (Figura 3.24).



(rezultate proprii – nepublicate)

**Figura 3.24.** Mediile de absolvire a programului „Tehnician în Fizică”

### 3.2.2. Proiectul ANNETTE

Pentru pregătirea adulților am participat la realizarea mai multor cursuri, mai mult sau mai puțin interactive, cu ajutorul programului Articulate Storyline 2 și implementate prin platforma de eLearning ILIAS. Cel la care voi face referire în acest capitol a fost susținut prin proiectul european 661910 - ANNETTE - NFRP-2014-2015/NFRP-2014-2015. Contribuția mea la programul de pregătire din cadrul proiectului [75] a fost pe partea de creare efectivă a cursului în AS2 și mai puțin pe partea de conținut.

#### Din punct de vedere științific

Cursul scoate în evidență principiile și sistemele de protecție radiologică stabilite pe baza evaluării cantitative a riscului pentru sănătate cauzat de radiațiile ionizante. Subliniază faptul că efectele asupra sănătății cauzate de radiațiile ionizante încep cu procesele fizice de absorbție a energiei în țesuturile biologice, rezultând ionizări care provoacă modificări moleculare și care pot apărea în informația genetică a celulelor.

Materialul cursului [76] prezintă mărimile dozimetrice, elaborate pentru evaluarea relațiilor dintre procesele fizice și efectele biologice ale radiațiilor ionizante, sistemul de protecție care include mărimi fizice care pot fi măsurate, numite mărimi operaționale, și mărimi dozimetrice. Acestea nu pot fi măsurate și sunt evaluate pe baza mărimilor operaționale, ținând cont de variațiile în eficacitatea biologică a radiațiilor de calitate diferite, precum și de sensibilitatea variabilă a organelor și țesuturilor la radiațiile ionizante.

Prejudiciul cauzat de radiațiile ionizante în urma expunerilor externe și/sau interne necesită o descriere cantitativă. Astfel, expunerea externă poate fi cuantificată prin mărimi fizice, în timp ce expunerile interne în urma ingerării de radionuclizi depind de biocinetica specifică a radionuclizilor și de parametrii anatomici și fiziologici ai corpului uman. Pentru a defini descrierea cantitativă a radiațiilor ionizante sunt folosite:

- mărimile vectoriale ( $\vec{a}$ ) pentru descrierea distribuției spațiale aplicate în principal în teoria și calculele privind transportul radiațiilor,
- mărimile scalare ( $a$ ), utilizată în aplicațiile de dozimetrie.

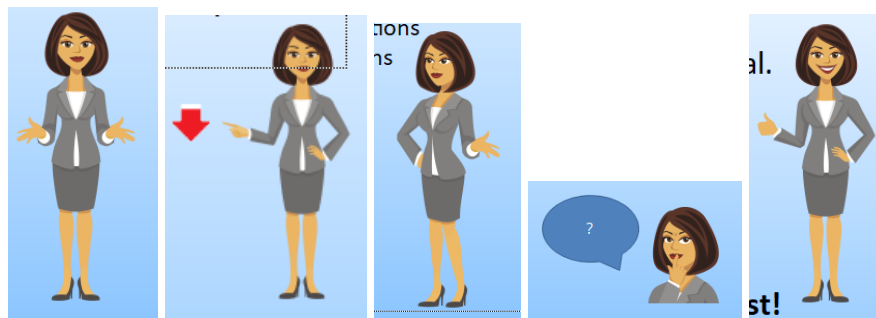
În prima parte a cursului, *Principiile protecției radiologice*, pe lângă cele enumerate mai sus, este specificat faptul că un anumit tip de radiație este descris de numărul  $N$  de particule sau fotoni, de distribuția energiei și a direcției, precum și de distribuția spațială și temporală.

Apoi sunt prezentate detaliat informații despre fluență (mărime scalară), doza absorbită, doza echivalentă și doza efectivă, expunerea internă și efectele biologice, categoriile de expunere (ocupatională, medicală, publică).

În partea a doua a cursului, *Cadrul internațional. controlul organismului de reglementare*, sunt prezentate organismele internaționale implicate în procesul de reglementare în domeniul radioprotecției, principalele concepte asociate domeniului de aplicare a acestora și articole din Directiva 2013/59/EURATOM privind justificarea și interzicerea practicilor, instrumentele pentru optimizare, excepțiile și autorizarea, situațiile de expunere planificate, expunere de urgență, existente și specifice.

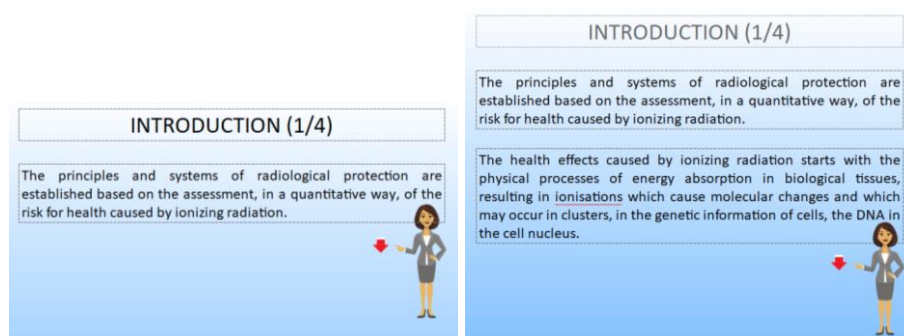
### Din punct de vedere tehnic

Materialul de curs a fost importat și modificat în programul Articulate Storyline 2. Pentru a fi conduși în mod dirijat prin paginile cursului, am inserat diferite caractere care pot avea o mimică sau o poziție a corpului adecvată situației, prezentate în Figura 3.25.



**Figura 3.25.** Exemple de caractere folosite pe parcursul cursului

În paginile care conțin multiple informații am introdus un semn sub formă de săgeată (Figura 3.26) care permite, prin apăsare, apariția cronologică a textului.



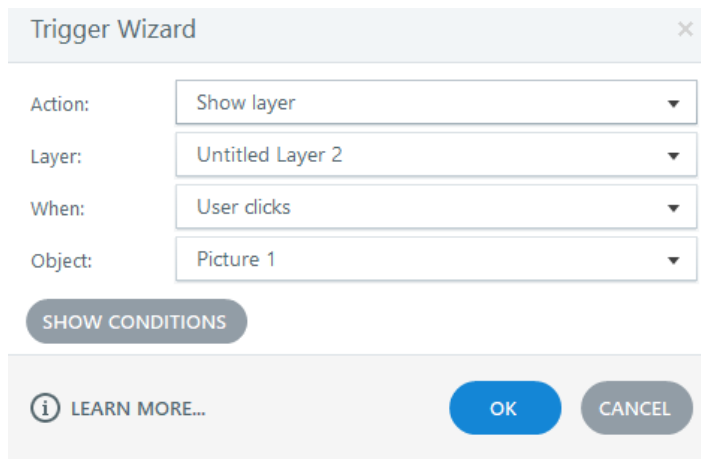
**Figura 3.26.** Elemente interactive

Aceste elemente, pe lângă rolul de organizator al informației, au și scopul de a implica activ participanții la parcurgerea cursului.

Pagina de curs prezentată mai sus este structurată pe 3 straturi, fiecare conținând informația din cel precedent plus cantitatea nouă de informație. La apăsarea săgeții, ele devin active și vizibile, în mod cronologic, cu ajutorul unor declanșatori de acțiune prezentați în Figura 3.27. Pentru ca informația să fie parcursă în totalitate, butonul pentru parcurgerea cursului devine inactiv până în momentul în care se afișează și ultimul strat

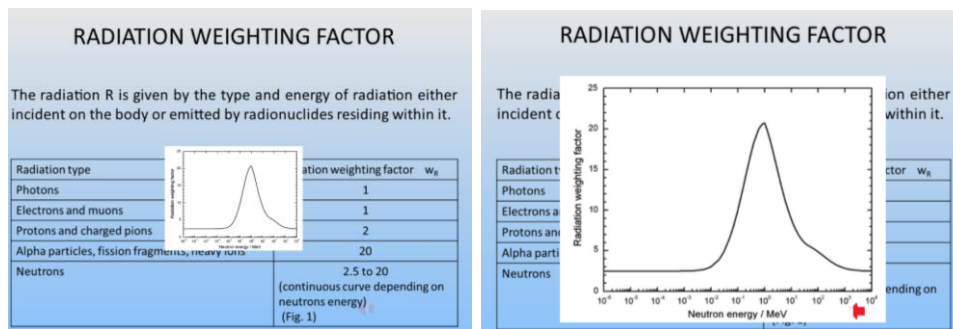






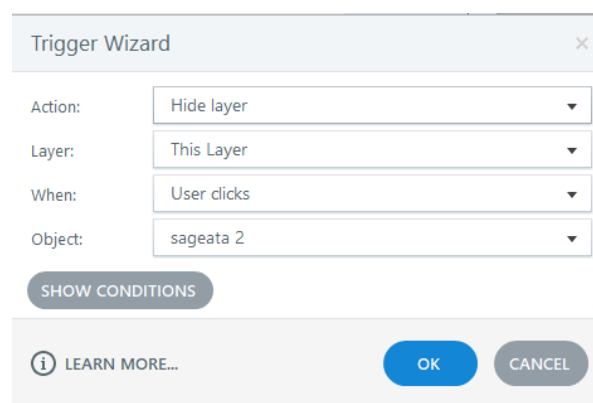
**Figura 3.27.** Declanșator de acțiune pentru apariția straturilor secundare

Un alt element similar de interactivitate permite vizualizarea unor grafice sau imagini redimensionate pentru o mai bună percepție (Figura 3.28). Principiul de funcționare este tot pe baza straturilor multiple care sunt setate să apară sau să dispară, după caz (Figura 3.29).



(Jan Varmuza, Ondřej Šťastný, Karel Katovsky, Miroslav Zeman, *The spectrum of neutrons and its importance for nuclear power engineering*, Conference: 2017 18th International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE), May 2017, DOI:10.1109/EPE.2017.7967301)

**Figura 3.28.** Elemente interactive

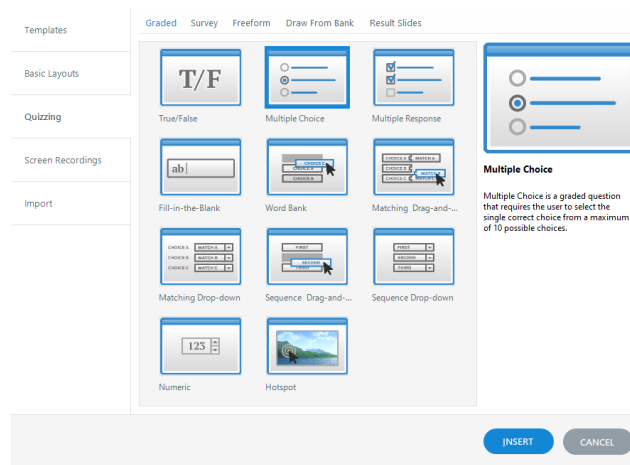


**Figura 3.29.** Declanșator de acțiune pentru ascunderea stratului secundar

Fiind un curs de ampoare, cu multe informații, pe parcursul acestuia, după finalizarea unei subteme, cursanții sunt puși în situația de a răspunde unor întrebări.

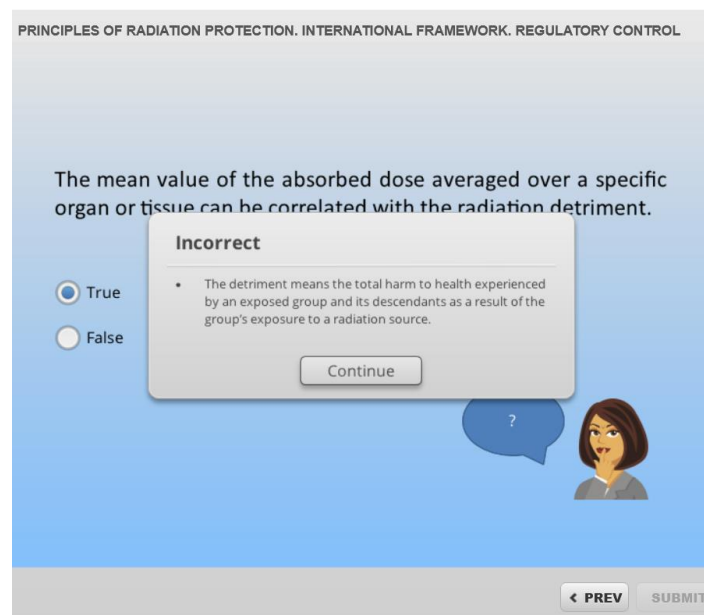


Programul AS2 permite crearea mai multor tipuri de întrebări (Figura 3.30), la care răspunsurile pot fi de tip boolean, singulare sau multiple, de tip lacunar, potrivire de etichete, numerice sau de selectare a unei zone dintr-o imagine.



**Figura 3.30.** Tipuri de întrebări accesibile în AS2

Pentru acest curs au fost folosite întrebările de tip *Multiple Choice* (*Opțiuni multiple*), în care cursantul trebuie să aleagă din răspunsurile puse la dispoziție unul singur ca fiind corect. Răspunsurile nu sunt evaluate, având scopul de a verifica înțelegerea informației prezentate. În cazul unui răspuns incorect, așa cum se vede în Figura 3.31, apare un mesaj automat, oferindu-se și explicația corespunzătoare răspunsului corect.



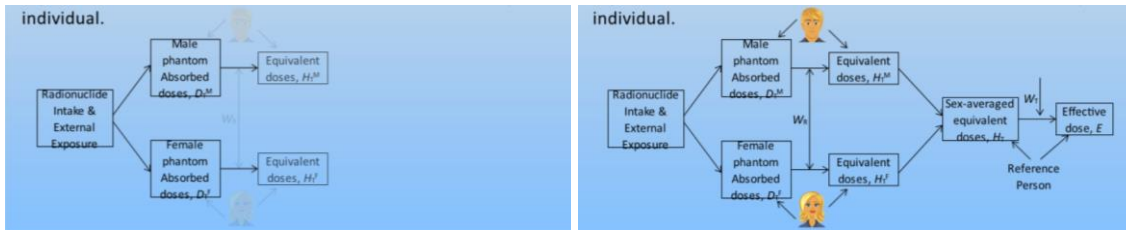
**Figura 3.31.** Exemplu de răspuns incorect

Setările tehnice pentru această funcționalitate se realizează în modul de vizualizare a formularului (Form View). Aici pot fi setate replici atât pentru varianta corectă a răspunsului, cât și pentru cea incorectă (Figura 3.32).

Set feedback and branching		
	Feedback	Points
Correct		MORE... 10
Incorrect	The detriment means the total harm to health experienced by an exposed group and its descendants as a result of the group's exposure to a radiation source.	MORE... 0
Post-quiz review		MORE... -

**Figura 3.32.** Setarea replicilor primite pentru răspunsurile date

În cazul unei înlănțuirii de informații (Figurile 3.33a, 3.33b) am folosit apariția gradată a acestora, pentru a sublinia faptul că ele decurg unele din altele.

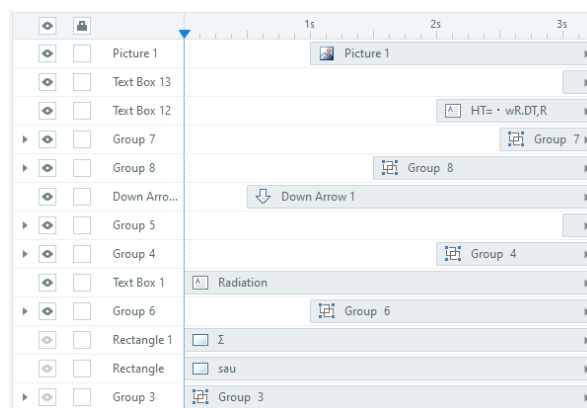


**Figura 3.33a.** Apariția gradată a informațiilor înlănțuite



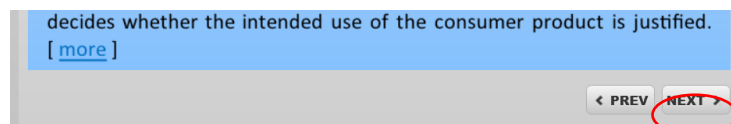
**Figura 3.33b.** Apariția gradată a informațiilor înlănțuite

Acest element personalizat a fost creat din linia de timp (timeline), prin setarea momentului în care fiecare obiect din pagină devine activ și vizibil (Figura 3.34).



**Figura 3.34.** Linia de timp pentru apariția gradată a obiectelor

În partea a doua a cursului, elementele de interactivitate au fost mai puține, fiind folosit cel mai des acela pentru organizarea paginilor cu informație bogată. Diferența este că în acest caz nu am restricționat derularea paginilor (Figura 3.35), lăsând la alegerea cursantului dacă dorește sau nu să citească mai mult despre subiectul respectiv.

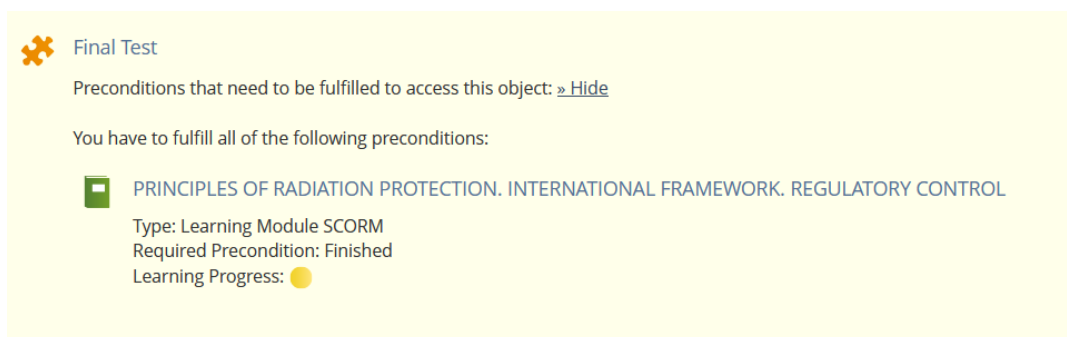


**Figura 3.35.** Lipsa restricției de derulare a paginilor

Tot în această parte am considerat că se pretează mai bine apariția gradată a unor scheme sau înlănțuiri logice ale informației.

Imaginile, graficele și schemele care apar în materialul de curs au fost realizate cu ajutorul programelor Adobe Photoshop și CorelDraw.

Așa cum am spus, pe tot parcursul materialului de curs au fost adresate numeroase întrebări, cu verificare imediată a răspunsurilor. Acestea nu au fost introduse pentru a fi evaluate de către profesor, ci pentru autoverificarea înțelegerii temelor prezentate. Cursul s-a finalizat cu un test de evaluare, a cărei accesare era condiționată de parcurgerea întregului material de învățare, setarea acesteia fiind prezentată în Figura 3.36.



**Figura 3.36.** Precondiție setată pentru accesarea testului

Testul final a fost format din întrebări fixe, nu preluate aleator dintr-o colecție externă de întrebări. Pentru a crește dificultatea, a fost setată opțiunea ca întrebările să fie redată în ordine diferită la fiecare accesare a testului, având în vedere faptul că nu a fost fixată o limită de parcurgere a testului. Pragul de absolvire a fost setat la 60% răspunsuri corecte din totalul de 30 de întrebări. Acestea au fost de tip grilă, cu un singur răspuns corect, cu valoarea de 1 punct.

Conform sistemului european de acumulare și transfer al creditelor de studii, fiecare dintre cele două unități de învățare a cursului a fost cotate cu câte 1 credit ECTS, astfel încât întregul curs a avut 2 credite ECTS.

### **Din punct de vedere statistic**

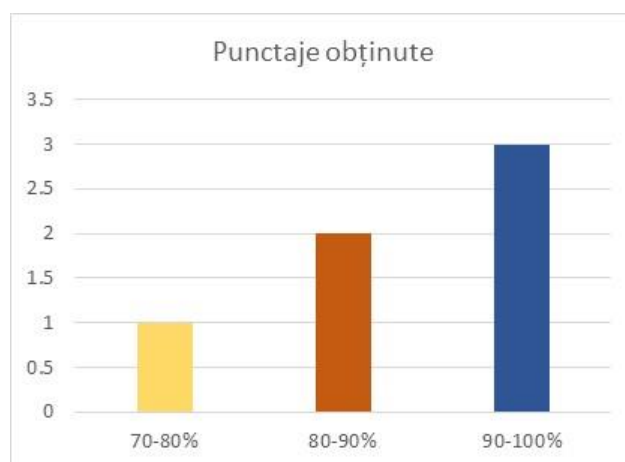
Perioada în care cursul a fost postat online pentru a fi parcurs a fost de 10 luni. La acest curs s-au înscris 12 participanți din țară și din străinătate. De aceea, testele sunt prezentate în varianta în limba engleză. Dintre aceștia, 6 au parcurs întregul material de învățare și au accesat testul final, restul nefinalizând cursul. Dintre cei 6 care au renunțat, doi cursanți au petrecut mai puțin de 20 de minute citind materialul, iar ceilalți patru între opt ore și puțin peste o zi. Nu știm care au fost motivele renunțării, dar materialul putea fi parcurs într-un timp mediu de 10 ore, așa cum reiese din situațiile celor care au finalizat cursul (Figura 3.37).

1 Day 2 Hours 12 Minutes	0%	●
19 Hours 24 Minutes	100%	●
1 Hour 47 Minutes	100%	●
3 Hours 55 Minutes	100%	●
8 Hours 43 Minutes	0%	●
22 Hours 34 Minutes	0%	●
1 Day 3 Hours 59 Minutes	100%	●
2 Hours 34 Minutes	100%	●
8 Hours 33 Minutes	100%	●
6 Minutes 26 Seconds	0%	●
19 Minutes 49 Seconds	0%	●
1 Day 15 Minutes	0%	●

Material parcurs în întregime

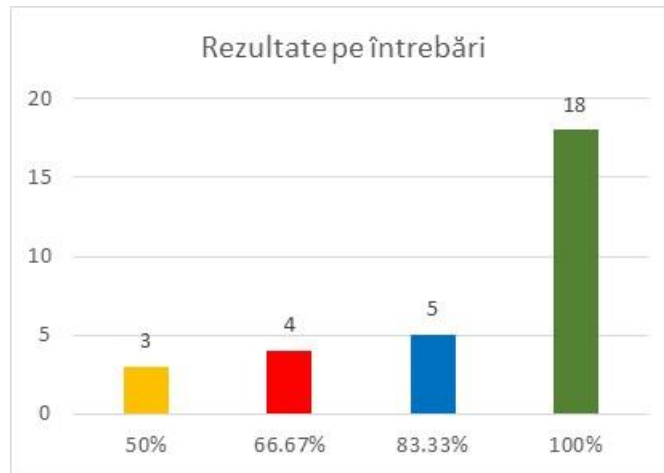
**Figura 3.37.** Timpul petrecut de participanți în parcurgerea materialului de învățare

Cel mai mic punctaj obținut a fost de 76.67%, participantul răspunzând corect la 23 din cele 30 de întrebări. Nimeni nu a obținut punctajul maxim (Figura 3.38), dar toți cei 6 participanți la testul final l-au absolvit din prima încercare.



**Figura 3.38.** Punctaje obținute la testul final

Din cele 30 de întrebări, 18 au primit răspunsuri corecte din partea tuturor participanților la test (Figura 3.39), ceea ce arată o înțelegere destul de bună a materialului parcurs.



**Figura 3.39.** Răspunsurile participanților la testul final

Întrebările care au pus cele mai mari probleme cursanților au fost următoarele:

- (4) Un tehnician în radiodiagnostic este supus unei expuneri cu raze X în timpul diagnosticării. El trebuie considerat în categoria de:
  - expus medical; jumătate din participanți au confundat expunerea medicală cu persoanele expuse profesional;
- (13) Însușind dozele echivalente ponderate din toate țesuturile și organele corpului, provenite din expunerea internă și externă:
  - rezultă doza efectivă; de data aceasta, răspunsurile incorecte au fost împărțite între: rezultă o corecție a expunerii (16,6%), se obține valoarea prejudiciului produs la nivelul organului (16,6%) sau rezultă doza pentru întregul corp (16,6%);
- (27) Nivelul de referință se utilizează:
  - în situațiile de expunere de urgență pentru persoanele expuse profesional și pentru public în situațiile de expunere existente; și aici răspunsurile incorecte au fost împărțite în două categorii: în situații de expunere planificată pentru lucrătorii expuși la locul de muncă (33,3%) sau în situații de expunere medicală (16,6%).

În concluzie, cursul "Principii de radioprotecție. Cadrul internațional. Controlul organismului de reglementare" a avut un succes satisfăcător, având în vedere că toți participanții care au ajuns să acceseze testul final l-au absolvit din prima încercare cu punctaje bune și foarte bune.

Cursul face parte dintr-o colecție de programe ce urmează a fi evaluate în cadrul proiectului 101061677 - ENEN2plus „Building European Nuclear Competence through continuous Advanced and Structured Education and Training Actions”, din punct de vedere al conținutului, grupului țintă, modalității de desfășurare, finalizării acestuia, etc. În funcție de rezultatul care va stabili concordanța cu specificul proiectului, este posibil să fie reluat într-o sesiune ulterioară.

### **Evaluarea cursului de către participanți**

După finalizarea instruirii, fiecare participant a trebuit să completeze un chestionar de evaluare a instruirii în ceea ce privește satisfacția pe care o are față de curs.

Cele cinci întrebări ale chestionarului au fost de tip grilă, cu răspunsuri notate de la *foarte puțin* la *foarte mult*. Prima întrebare a fost despre structura cursului și în ce măsură

corespunde tematicii. Apoi participanții au fost rugați să evalueze gradul în care conținutul cursului a îndeplinit așteptările lor. În ceea ce privește interacțiunea participanților cu materialul de învățare, aceștia au evaluat interactivitatea cursului. Ultima întrebare a chestionarului a fost despre metoda de evaluare a progresului cursanților. La final, cursanții au fost rugați să evalueze punctele tari și punctele slabe ale cursului.

Analiza răspunsurilor participanților arată o bună apreciere a programului de formare, ceea ce este încurajator pentru organizarea altor cursuri noi în viitor.

În ciuda numărului limitat de absolvenți, calitatea acestuia a fost foarte ridicată și toți participanții au beneficiat de o pregătire substanțială, reflectată în scorurile bune obținute la test. Cursul a fost apreciat pozitiv de echipa de conducere a proiectului și de către participanți.

## 4. Concluzii

Ca urmare a studiilor întreprinse, pot să afirm că nu există o rețetă unică prin care procesele de predare, învățare și evaluare să conducă spre un învățământ de calitate. Există mai multe teorii și numeroase exemple practice pentru atingerea acestui scop.

Ideea este ca fiecare cadru didactic să selecteze și să aplice informațiile care i se par potrivite pentru fiecare caz în parte, ținând cont de specificul fiecărei clase și de caracteristicile fiecărui elev. Toate acestea trebuie să fie în concordanță cu stilul didactic al fiecărui profesor, dar fără a-i limita perspectivele. Profesorul trebuie să fie capabil să se modeleze în orice situație, modificându-și stilul și adaptându-și comportamentul.

În ceea ce privește metodele folosite în activitățile didactice, nu pot să susțin o parte a acestora în detrimentul altora. Pot doar să afirm că și la acest capitol, profesorul trebuie să îmbine armonios metodele tradiționale cu cele moderne, astfel încât rezultatul să conducă spre succesul școlar.

Indiferent de ponderea „prezenței” profesorului la clasă și în timpul activităților, acesta va avea întotdeauna un rol important în pregătirea elevilor. Niciodată munca unui profesor nu va fi ușoară, trebuind să se adapteze permanent la schimbările societății și să răspundă noilor așteptări.

Munca practică este o componentă esențială a predării și învățării fizicii, având efect pozitiv asupra rezultatelor elevilor. Astfel, este recomandată utilizarea laboratorului în predarea științei, fie real, fie virtual.

Trebuie acordată o deosebită atenție materialelor utilizate care joacă un rol important în investigațiile de laborator. Astfel, trebuie păstrat un echilibru între materialele și echipamentele familiare și cele noi, pentru a nu se dezvolta concepții greșite sau a nu fi canalizată atenția elevilor în direcții greșite.

În cazurile în care laboratorul fizic nu permite realizarea experimentelor, complet sau parțial, trebuie integrate și utilizate experimentele virtuale. Ambele tipuri de experimente au ca scop cunoașterea, prin studierea fenomenului sau procesului în condiții diferite, pe baza acelorași modele matematice și fizice.

Programele informatice trebuie să fie bine construite, utilizarea acestora constituind o activitate didactică modernă. Calculatorul nu are menirea să înlocuiască profesorul, deoarece numai profesorul poate fi educator și promotor al unei înalte culturi, model demn de urmat pentru generații întregi de elevi.

Din cercetarea realizată am ajuns la concluzia că platforma de eLearning ILIAS și programul Articulate Storyline 2, cu ajutorul căruia am realizat experimentele și cursul de radioprotecție, sunt utile și răspund bine solicitărilor la care le-am supus pe parcursul muncii depuse.

Pentru începutul studiului Fizicii, interfața prietenoasă a programului AS2 permite elevilor să parcurgă experimentele într-un mod plăcut și adecvat vârstei lor.

Este necesar un efort susținut pentru a asigura un impact stabil și de durată asupra dezvoltării conținutului digital cu scopul de a pune cunoștințele științifice la dispoziția persoanelor care doresc să își actualizeze cunoștințele, competențele sau pur și simplu să le reîmprospăteze, în vederea învățării pe tot parcursul vieții și a accesului neîngrădit la cultură.





## 5. Bibliografie

- [1] Jan Amos Komenský (1657), *Opera didactica*, Amsterdam, traducere *Didactica Magna*, București, 1970, pag. 67, 151
- [2] Johann Heinrich Pestalozzi (1801), *Come Gertrude istruisce i suoi figli (Cum își învață Gertruda copiii)*
- [3] Konstantin Dmitrievich Ushinsky (1867), *The Human As a Subject of Education: Pedagogical Anthropology*
- [4] Friedrich Adolph Wilhelm Diesterweg (1837), *Streitfragen auf dem Gebiete der Pädagogik (Controversial questions in the field of pedagogy)*
- [5] *Tecnología industrial II*, Everest Sociedad Anónima, 2014, p. 3
- [6] <https://ro.wikipedia.org/wiki/%C8%98tiin%C8%9B%C4%83>
- [7] Corina Voicu Popescu (2017), *Strategii didactice: definiții, delimitări conceptuale*, Teleorman
- [8] Jean-Jacques Rousseau (1762), *Emile, or On Education (Emil sau despre educație)*, p. 160
- [9] A. Chircev, A. Dancsuly (1964), *Pedagogia*, EDP, București
- [10] Jean-Pierre Astolfi, Brigitte Peterfalvi (1993), *Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales*, Aster : Recherches en didactique des sciences expérimentales n°16, p. 103-141
- [11] Gérard, F-M. et Roegiers, X. (1993), *Concevoir et évaluer des manuels scolaires. Bruxelles : De Boeck-Wesmäel*, Érudit, Revues, Revue des sciences de l'éducation vol. 20, n. 2, p. 203-419
- [12] Marin Manolescu (2005), *Evaluarea școlară - metode, tehnici, instrumente*, Editura Meteor Press, București
- [13] **Corina Maria Ionașcu** (2007), *Lucrare metodică științifică pentru gradul didactic I "Metode alternative de evaluare în ciclul primar"*, București
- [14] Crenguța-Lăcrămioara Oprea (2003), *Pedagogie. Alternative metodologice interactive*, Editura Universității, București
- [15] Millar, R., Tiberghien, A. & Le Maréchal, J. F. (2002), *Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks*
- [16] Robin Millar (2004), *The role of practical work in the teaching and learning of science*, Paper prepared for the Committee: High School Science Laboratories: Role and Vision, National Academy of Sciences, Washington, DC
- [17] Heather Banchi, Randy L. Bell (2008), *The many levels of inquiry*
- [18] Alan Colburn (2000), *An Inquiry Primer*, March 2000, Science scope, p. 42
- [19] Lisa Michelle Martin-Hansen (2002), *Defining inquiry*, February 2002, Science teacher, p. 35
- [20] (2017), *PISA for Development Assessment and Analytical Framework: Reading, Mathematics and Science*, Preliminary Version, OECD Publishing, Paris, p. 75-76

- [21] Cristian Hatu (2016), <https://ceae.ro/asimilarea-de-informatii-vs-formarea-de-competente/>, septembrie 7, 2016
- [22] Daniel P. Thurs (2011), *Wrestling with Nature*, University of Chicago Press, p. 307
- [23] Daniel P. Thurs (2015), *Newton's Apple and Other Myths about Science - Myth 26. That the Scientific Method Accurately Reflects What Scientists Actually Do*, Harvard University Press
- [24] Lee Smolin (2013), *There is No Scientific Method*, <https://bigthink.com/in-their-own-words/there-is-no-scientific-method>
- [25] Paul Feyerabend (1975), *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*
- [26] Karl R. Popper (2003), *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, Routledge, ISBN 0-415-28594-1
- [27] Mihaela Garabet, Ion Neacsu (2008), *Elemente de didactică*, CSET, București
- [28] K. Tobin (1990), *Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning*, Sch. Sci. Math., 90, 403-418. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1990.tb17229.x>
- [29] Ana Logar, Cirila Peklaj and Vesna Ferik Savec (2017), *Effectiveness of Student Learning during Experimental Work in Primary School*, DOI: 10.17344/acsi.2017.3544, Acta Chim. Slov. 2017, 64, 661-671
- [30] Johnstone, A.H. & Wham, A.J.B. (1982). *The demands of practical work. Education in Chemistry*, 19, 71–73
- [31] F-J. Scharfenberg, F. X. Bogner (2010), *Instructional efficiency of changing cognitive load in an out-of-school laboratory*, Int. J. Sci. Educ. 32, 829-844. <https://doi.org/10.1080/09500690902948862>
- [32] R. Millar, J-F. Le Maréchal, A. Tiberghien, in: J. Leach, A. Paulsen (Eds.) (1999), *Practical work in science education*, Roskilde University Press/Kluwer, Roskilde/Dordrecht, The Netherlands, pp. 33-59
- [33] Ioan Cerghit (1976), *Metode de învățământ*, Editura Didactică și Pedagogică, București,.
- [34] Georgescu Daniela (2013), *Aportul laborantului școlar în creșterea competitivității lecțiilor practice*, Cercul Laboranților din Dâmbovița
- [35] Nasser, R. (2005). *A Method for Social Scientists to Adapt Instruments From One Culture to Another: The Case of the Job Descriptive Index*. Journal of Social Sciences, 1 (4), 232-237
- [36] Liliana Ciascai (2007), *Didactica Fizicii*, Editura Corint, București
- [37] Muti-ur-Rehmaan Khan Niazi, Muhammad Aslam Asghar, Riasat Ali (2018), *Effect of Science Laboratory Environment on Cognitive Development of Students*, Pakistan Journal of Distance & Online Learning, Volume: IV, Issue I, 123-134
- [38] Travers, Robert Morris William (1973) *Second Handbook of Research on Teaching*, Rand McNally, ISBN-13: 978-0528618246

- [39] Vincent N. Lunetta, Pinchas Tamir (1981), *An Analysis of Laboratory Activities: Project Physics and PSSC*, <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1981.tb11500.x>
- [40] Ramsey, Gregor A.; Howe, Robert W. (1969), *An Analysis of Research on Instructional Procedures in Secondary School Science, Part I--Outcomes of Instruction*, *Science Teacher*, v36 n3 p62-70
- [41] Gary C. Bates (1978), *The role of the laboratory in secondary school science programs*, *What research says to the science teacher*, vol.1, p.55-82
- [42] Blosser, Patricia E. (1980), *A Critical Review of the Role of the Laboratory in Science Teaching*, ERIC Publications
- [43] Avi Hofstein, Vincent N. Lunetta (1982), *The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research*, <https://doi.org/10.3102/00346543052002201>
- [44] Kenneth Tobin (1990), *Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning*, *School Science and Mathematics*, Volume 90 (5)
- [45] Derek Hodson (1993), *Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work In School Science*, <https://doi.org/10.1080/03057269308560022>, p.85-142
- [46] Avi Hofstein, Vincent N. Lunetta (2003), *The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century*, Wiley Periodicals, Inc.
- [47] Jenkins, Edgar W. (1999), *Research in science education in Europe: retrospect and prospect*, <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/000001183.htm>
- [48] Ensaf George Salameh El-Rabadi (2013), *The Effect of Laboratory Experiments on the Upper Basic Stage Students Achievement in physics*, *Journal of Education and Practice*, ISSN 2222-1735 (Paper) ISSN 2222-288X (Online), Vol.4, No.8
- [49] D Hodson (1994), *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*, *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 12.(3), p.299-313
- [50] Robin Millar, Andrée Tiberghien, Jean-François Le Maréchal (2002), *Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks*, *Teaching and Learning in the Science Laboratory*, p.9-20, Kluwer Academic Publishers. Printed in The Netherlands
- [51] Laurinda Leite, Luís Dourado (2013), *Laboratory activities, science education and problem-solving skills*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 106, 1677 - 1686
- [52] Florin Ovidiu Călțun (2006), *Capitole de didactica fizicii*, Editura Universității "Alexandru Ioan Cuza", Iași
- [53] R. Ben-Zvi, A. Hofstein, D. Samuel, R.F. Kempa (1976), *The educational effectiveness of filmed experiments in high school chemical education*, *Journal of Chemical Education*, 53, 581-520
- [54] Avi Hofstein (2017), *The Role of Laboratory in Science Teaching and Learning*, January 2017, DOI: 10.1007/978-94-6300-749-8\_26
- [55] Cristina Zamfirescu (2017), <https://ziarullumina.ro/educatie-si-cultura/peste-3-800-de-scoli-nu-sunt-dotate-cu-laboratoare-127864.html>

- [56] Rodger Bybee, Janet Carlson Powell, Leslie Trowbridge (2007), *Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy*, ISBN-13 978-0132304504, Pearson; 9<sup>th</sup> edition
- [57] R Besnainou, C Muller, C Thouin, P Thomas (1988), *Concevoir et utiliser un didacticiel: Guide pratique, manuel pour les concepteurs et les utilisateurs de didacticiels*, Editions d'Organisation, ISBN-13 978-2708108905)
- [58] Michael P Clough (2007), *Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory and practice*, January 2007
- [59] Hans Kreidler and Shulamith Kreidler (1974), *The role of the experiment in science education*, Instructional Science 3, 75-88
- [60] Ausubel, D. P., & Ausubel, P. (1966), *Cognitive development in adolescence*, Review of Educational Research, 36(4), 403-413. <https://doi.org/10.2307/1169784>
- [61] Jerome Seymour Bruner, Rose R. Olver, Patricia Marks Greenfield (1967), *Studies in cognitive growth*, Wiley, ISBN 0471114006, 9780471114000, Harvard University. Center for Cognitive Studies
- [62] Gertrude Hendrix (1961), *Learning by discovery*, The Mathematics Teacher, Vol. 54, No. 5 (MAY 1961), pp. 290-299
- [63] Electra Mitan (2017), *Evoluția sistemelor de e-learning și mediul cloud*, Revista Română de Informatică și Automatică, vol. 27, nr. 2, 41-52
- [64] Ajlan Suliman Al-Ajlan (2012), *A Comparative Study Between E-Learning Features*, DOI: 10.5772/29854, cap. 10 în *Methodologies, Tools and New Developments for E-Learning*
- [65] [https://docu.ilias.de/goto\\_docu\\_lm\\_73.html](https://docu.ilias.de/goto_docu_lm_73.html)
- [66] **C Dulea**, A Jipa, G Stanescu (2018), *Optimizing e-learning platform for interactive training methods in nuclear domain*, 2018 Conference Grid, Cloud & High Performance Computing in Science (ROLCG), 1-4
- [67] [https://cpsdn.nipne.ro/ilias/login.php?client\\_id=cpsdn&lang=en](https://cpsdn.nipne.ro/ilias/login.php?client_id=cpsdn&lang=en)
- [68] <https://community.articulate.com/series/articulate-storyline-2>
- [69] **C. Ionașcu**, A. Jipa (2022), *Virtual experiments for measuring fundamental physical quantities*, Rom. Rep. Phys. 74, 911
- [70] **Corina Ionașcu**, Roxana Dinescu, Alexandru Jipa (2023), *Studying the distribution of the results of virtual experiments in Physics*, (trimis spre publicare)
- [71] Berger, Vance & Zhou, YanYan (2014), *Kolmogorov–Smirnov Test: Overview*, 10.1002/9781118445112.stat06558
- [72] Tabele cu scorul Z: [https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/mph-modules/bs/bs704\\_probability/standardnormaltable.pdf](https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/mph-modules/bs/bs704_probability/standardnormaltable.pdf)
- [73] Lisa Sullivan, PhD, Boston University School of Public Health, [https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/mph-modules/bs/bs704\\_probability/index.html](https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/mph-modules/bs/bs704_probability/index.html)
- [74] G. Stanescu, M. Sahagia (2022), *Evaluation of knowledge in the nuclear field, a step in improvement of the radiation protection culture*, Romanian Reports in Physics 74, 907

- [75] 661910 - ANNETTE - NFRP-2014-2015/NFRP-2014-2015, *ANNETTE Project - Principles of Radiation Protection. International Framework. Regulatory Control (Principii de radioprotecție. Cadrul internațional. Controlul organismului de reglementare)* <https://cpsdn.nipne.ro/wp-content/uploads/annette/courses.html>
- [76] **C Ionașcu**, G Stănescu, G Roșca-Fârtat, M Sahagia (2023), *Development of e-learning asynchronous course in radiation protection*, Romanian Journal of Physics, volumul 68, nr. 1-2, article no. 901



## **6. Lista contribuțiilor proprii**

### **6.1. Lucrări publicate în reviste**

#### **6.1.1. Reviste cotate ISI**

1. C. Ionascu, A. Jipa - Virtual experiments for measuring fundamental physical quantities - Rom. Rep. Phys. 74(2022), articol nr. 911
2. C. Ionașcu, G Stănescu, G Roșca-Fârtat, M Sahagia - Development of e-learning asynchronous course in radiation protection - Romanian Journal of Physics 68, nr. 1-2(2023), articol nr. 901
3. Corina Ionașcu, Roxana Dinescu, Alexandru Jipa - Studying the distribution of the results of virtual experiments in Physics, (*trimis spre publicare în 2023*)

#### **6.1.2. Reviste indexate ISI**

1. C. Dulea, I. Vasile - Using the DIRAC framework within the GRIDIFIN training infrastructure, 2015 Conference Grid, Cloud & High Performance Computing in Science (ROLCG), IEEE, p. 1-3 (2015)
2. B. Neagu, C. Dulea, H.V. Corcalciuc - RASSMon: Realtime asynchronous service status monitoring, 16<sup>th</sup> RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet), IEEE, p. 1-6 (2017)
3. C. Dulea, A. Jipa, G. Stanescu - Optimizing e-learning platform for interactive training methods in nuclear domain, Conference Grid, Cloud & High Performance Computing in Science (ROLCG), IEEE, p. 1-4 (2018)

#### **6.1.3. Reviste non-ISI**

1. Corina Ionașcu - Baze de date - managementul bazelor de date (curs universitar - Master „Securitatea cibernetică”), Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”, București (2023)
2. Corina Ionașcu - Metodologia cercetării științifice (curs universitar - Master „Securitatea cibernetică”), Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”, București (2023)
3. Corina Maria Ionașcu - Lucrare metodică-științifică pentru gradul didactic I "Metode alternative de evaluare în ciclul primar", București (2007)

### **6.2. Lucrări prezentate la conferințe**

#### **6.2.1. Conferințe internaționale**

1. Alexandru Jipa, Oana Ristea, Cătălin Ristea, Călin Beșliu, Danut Argintaru, Valerica Baban, Ionel Lazanu, Tiberiu Eșanu, Marius Călin, Nicolae Țuțuraș, Ioan Valeriu Grossu, Daniel Felea, Murat Ablai, Alexandru Cătălin Ene, Corina Dulea, Emil Stan - (2018), 7<sup>th</sup>

International Conference on New Frontiers in Physics (ICNFP 2018), Greece, Jul 4-12, 2018

2. Bianca Neagu, Corina Dulea and Horia V. Corcalciuc - (2017), Grid, Cloud and High-Performance Computing in Science (RO-LCG 2017), Romania, 26-28 October 2017

3. Corina Dulea, Gabriel Stanescu, Viorel Serban, Mihnea Dulea - (2017), Nuclear Power for the People, Bulgaria, 11-14 September 2017

4. Corina Dulea, Alexandru Jipa, Gabriel Stanescu - (2018), Grid, Cloud and High-Performance Computing in Science (RO-LCG 2018), România, 17-19 October

5. Corina Ionascu, Roxana Dinescu, Alexandru Jipa - (2023), 15<sup>th</sup> Annual International Conference on Education and New Learning Technologies, Spania, 3<sup>rd</sup> - 5<sup>th</sup> of July 2023

### **6.2.2. Conferințe naționale**

1. Corina Dulea - (2019), A doua conferință a doctoranzilor din consorțiul Universitaria, România, 26 - 27.09.2019

2. Corina Dulea, Alexandru Jipa, Gabriel Stănescu - (2019), Sesiunea Științifică Anuală, România, 21.06.2019

3. Corina Ionașcu - Conferința Națională a Comunității „Educație pentru Știință”, România, 27 - 30.04.2022