**Activitate în cadrul Modulului Didactic IRRESISTIBLE**

**Introducere**

|  |
| --- |
| **TEHNOLOGIA LICHIDELOR MAGNETICE - FEROFLUIDELE** |
|  | MC900088716[1] |  |

Activitate inovativă pentru predarea Ştiinţelor –

 Chimie / Fizică / Biologie

|  |  |
| --- | --- |
| Dezvoltat de: | Prof. Antonescu Carmen; Prof. State Gabriel |
| Instituţia: | Liceul de Arte Bălașa Doamna, Colegiul Național “Ienăchiță Văcărescu” Târgoviște, România |
| Pagina web / e-mail: | cantonescu49@gmail.com; cristigabi@yahoo.com |

|  |  |
| --- | --- |
| **Clasa/Nivel educaţional:**  | a VIII-a- secundar inferior, X-XII- secundar superior (unele activități dedicate exclusiv acestui nivel sunt marcate cu asterisc \*) |
| **Disciplina de studiu:** | Fizică |
| **Unitatea de învăţare:** | Fenomene magnetice |
| **Tema / temele modulului:** | Tehnologia lichidelor magnetice Ferofluidele |
| **Competenţe specifice:** | 1. identificarea caracteristicilor definitorii ale unor sisteme fizice întâlnite în natură;2. descrierea fenomenelor magnetice;3. identificarea posibilităților practice de aplicare ale cunoștințelor teoretice din domeniul magnetismului;4. compararea fenomenelor și caracteristicilor fizice ale unor fenomene din domeniul magnetismului;5. analizarea relațiilor cauzale existente în desfășurarea fenomenelor fizice din cadrul magnetismului;6. aplicarea cunoștințelor dobândite prin studiul fizicii în realizarea și studiul proprietăților ferofluidelor; 7. prezentarea, sub formă scrisă sau orală, a rezultatelor unui demers de investigare științifică, folosind terminologia specifică fizicii;8.argumentarea avantajelor și dezavantajelor tehnologiilor actuale și de perspectivă pentru mediu. |
| **Competenţe derivate:** | 1.1.identificarea informaţiilor specifice în site-urile web propuse; 2.1. caracterizarea interacțiunilor magnetice și a efectelor câmpului magnetic; 3.1.analizarea argumentelor pro şi contra utilizării nanotehnologiilor, în speță a celor bazate pe ferofluide;4.1. clasificarea substanțelor în funcție de proprietățile magnetice ale acestora5.1 analizarea informaţiilor selectate, în relaţie cu întrebările propuse; 5.2. adoptarea deciziei pro sau contra (individuale şi în grup) cu privire la utilizare nanotehnologiilor;6.1. obținerea, pe cale experimentală, a unei cantități date de ferofluid;6.2. determinarea proprietăților fizice ale ferofluidului obținut experimental (comportamentul în câmp magnetic);7.1. realizarea schimbului de opinii despre dreptul la muncă, dreptul la un mediu sănătos, dreptul la viață și la integritate fizică, precum și despre dreptul la exercitarea unei activități economice într-o societate democratică;7.2. editarea unui Raport individual în care se prezintă deciziile luate şi argumentaţia aferentă; 7.3. prezentarea deciziilor asumate în faţa colectivului de elevi din clasă;8.1. analizarea consecințelor utilizării nanotehnologiilor pentru societate și calitatea mediului;8.2 adoptarea deciziilor optime cu privire la utilizarea nanotehnologiilor. |
| **Prerechizite necesare:** | Cunoștințe, priceperi și deprinderi referitoare la: Magneți. Câmp magnetic. Materiale cu proprietăți magnetice. Fluide magnetice. Nanoparticule și nanotehnologii |
| **Resurse procedurale****(strategia didactică)** | **Metode şi procedee didactice:** | Metoda SAC (Controversa Academică Structurată),deliberarea, conversaţia, explicaţia, observaţia, exerciţiul, studiul de caz  |
| **Mijloace de învăţământ:** | calculatorul, videoproiectorul, flipchart, texte suport |
| **Forme de organizare a activităţii:** | pe grupe de 5 elevi, frontal, individual |
| **Resurse informaţionale:** | <http://www.asociatia-profesorilor.ro/nanotehnologiile-notiuni-introductive.html><http://www.veterinarypharmacon.com/docs/1289-2013-Mijloace%20nano-terapeutice%20in%20medicina.pdf><http://www.fizicaoradea.ro/docs/1996_34.pdf><http://www.usab-tm.ro/utilizatori/universitate/Rezumat_romana_Teza_Cinca%20Lidia.pdf>http://ro.wikipedia.org/wiki/Nanotehnologie<http://www.descopera.ro/dnews/3656363-nanotehnologia-vs-dumnezeu><http://www.descopera.ro/stiinta/5636413-nanomasinile-umane><http://www.descopera.ro/stiinta/5189803-nanotehnologia-ingerii-microscopici-ai-viitorului><http://www.youtube.com/watch?v=vsQh1AT6qUE><http://www.youtube.com/watch?v=kL8R8SfuXp8&src_vid=vsQh1AT6qUE&feature=iv&annotation_id=annotation_388872><http://www.youtube.com/watch?v=1EuyZ5Lml4k><http://www.digitaltrends.com/cool-tech/ferrofluid-heart-mimics-human-biology-to-circulate-blood/> |
| Timp estimat:  | **4 lecţii/activităţi extracurriculare** |

Rezumat:

**Ferofluidele**, cunoscute şi sub denumirea de fluide magnetice sau nanofluide magnetice, reprezintă o categorie specială de nanomateriale ce prezintă simultan atât proprietăţile unui lichid obișnuit cât şi proprietăţi magnetice. Acestea sunt fluide formate din particule coloidale feromagnetice, ferimagnetice sau paramagnetice, dispersate într-un lichid. In ultima decadă a acestui secol ferofluidele au din ce în ce mai multe aplicații.

Scopul activității pe care o vom prezenta în continuare este de a face cunoscute colectivelor de elevi următoarele aspecte relevante din punct de vedere științific: noțiunea de nanoparticulă, proprietățile excepționale ale nanoparticulelor, precum și domeniile de aplicabilitate. Aceste proprietăți pot fi utilizate în medicină.

 În organizarea activității se consideră că elevii au cunoștințele necesare cu privire la magneți, câmp magnetic și materiale magnetice. Activitățile experimentale îi vor ajuta să înțeleagă comportamentul neobișnuit al particulelor foarte fine, dispersate în lichid. Pentru efectuarea demonstrațiilor sunt utilizate recipiente cu ferofluid realizate în laboratoare de cercetare. Se solicită elevilor ipoteze cu privire la comportarea neobișnuită a fluidelor care nu curg în câmp magnetic de o manieră cunoscută, ba dimpotrivă, udă pereții vasului în care se află. In etape succesive, se discută despre proprietățile fluidelor în care sunt dispersate particule cu dimensiuni din ce în ce mai mici. Elevii au posibilitatea să descopere care este momentul în care reuseșesc să obțină și ei ferofluide. În continuare, elevii sunt solicitați să găsească aplicații și chiar să le verifice în laborator. Foarte important este ca activitățile să fie organizate prin metoda descoperirii dirijate pentru ca elevii să participe activ la dezbateri, aducând argumente pro sau contra afirmaţiilor lor. Grupurile de elevi pot primi spre rezolvare sau investigare o problemă din comunitate (poluare, maladii, separarea impurităților care pot fi rezolvate cu ajutorul particulelor magnetice sau ferofluidelor). Problemele se rezolvă prin discuții de grup, cu propuneri de soluții alternative și cu motivarea alegerii soluției finale.

Metoda utilizată pentru obținerea ferofluidelor este simplă și necesită doar pulberi cu diverse dimensiuni de particulă, care pot fi obținute din comerț sau prin procese de măcinare succesivă.

Proiectul IRRESISTIBLE are ca obiectiv instruirea cadrelor didactice, prin promovarea activităţilor de învățare formală și informală combinate, orientate pe cercetare și inovare responsabilă.

Proiectul IRRESISTIBLE reprezintă o acțiune de coordonare și suport în cadrul: FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2013-1, ACTIVITY 5.2.2 Young people and science: Topic SiS.2013.2.2.1-1 Raising youth awareness to Responsible Research and Innovation through Inquiry ased Science Education.

Proiectul IRRESISTIBLE a primit finațare de la Programul FP7 al Uniunii Europene pentru cercetare, dezvoltare tehnologică și demonstrare, prin contractul nr. 612367.

Această publicaţie reflectă numai punctul de vedere al autorului/autorilor şi Comisia Europeană nu este responsabilă pentru eventuala utilizare a informaţiilor pe care le conţine.

**SCENARIUL DIDACTIC\***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Etapele demersului didactic/dozare timp** | **Competenţe derivate****(coduri)** | **Activitatea****profesorului** | **Activităţi de învăţare\*\*** | **Rezultatele****învăţării** | **Strategia didactică** | **Evaluare** |
| **Metode şi procedee****didactice** | **Mijloace de****învăţământ** | **Forme de organizare** |
| **1. Implicare /..****40 min – L1** | **1.1.****3.1.****5.1.** | -Investigarea unei situații din viața reală-Formularea ipotezelor, planificarea investigațiilor-Formarea echipelor -Indicarea site-urilor web pentru cercetare:a. colectarea și organizarea informațiilorb.interpretarea rezultatelor finale\*-Crearea unui blog al fiecărui Comitet de experți | -Generează o listă rapidă a acestor progrese tehnologice și le înregistrează pe tablă. -Discută despre modul în care noile tehnologii au afectat personalitatea individului, mutându-se în intimitatea noastră. -Menționează atât consecințe pozitive cât și negative ale tehnologiei și le înregistrează pe tablă | -creşterea interesului elevilor faţă de probleme din viața reală;-lista progreselor tehnologice; | - conversația | -marker-tablă magnetică  | -frontal-grupe de 5 elevi | Evaluare orală |
| **2. Explorare /... 10 min – L1****10 min – L2** | **1.1.****3.1.****7.1.** | -Prezentarea întrebării pentru deliberare -Prezentarea textului suport cu informații despre nanoparticule, nanotehnologii și ferofluide | -Se gândesc la problemele care apar din punctul de vedere grupului de experți pe care îl reprezintă.-Reflectarea în plen referitoare la :a. definirea problemei de investigatb. definirea unui plan de acțiune-Elevii identifică părțile interesate, stabilesc faptele relevante, identifică întrebări fără răspuns, determină valorile fiecărei părți interesate, și iau în considerare soluții posibile;-Definesc noțiunea de ”etică pentru elevi”, subliniind ideea de moralitate.-prezentarea pe scurt a acelor drepturi fundamentale prevăzute în Constituție care pot fi încălcate sau a căror respectare poate intra în conflict cu altele | -stimularea dorinţei elevilor de a aprofunda înţelegerea problemelor actuale ale societății;-răspunsurile elevilor despre etapele parcurse | -conversația | -marker-tablă magnetică | -frontal-grupe de 5 elevi | - evaluare orală |
| **3. Explicare /.. 40 min** | **1.1.****3.1.****5.1.****7.2.****8.1.** | Redactarea Raportului Individual  | Fiecare membru al grupei - în funcţie de rolul asumat - va redacta un Raport (maxim o pagină A4) în care rezumă opinia proprie (de expert) în ceea ce priveşte oportunitatea utilizării nanotehnologiilor  | -creşterea interesului elevilor faţă de principii ale democraţiei;**-**exprimarea opiniei proprii de către fiecare elev | -conversația | -marker-tablă magnetică | -frontal-grupe de 5 elevi | -evaluare orală |
| **4. Elaborare / 50 min** | **2.1.****3.1.****4.1.****6.1.****6.2.****8.2** | - Se cere elevilor obținerea, pe cale experimentală, a unei cantități date de ferofluid-Se cere elevilor împărtășirea concluziilor și argumentelor individuale-Se cere elevilor elaborarea unui Raport de grup în care se prezintă deciziile luate şi argumentaţia aferentă | - echipa fizicienilor și a chimiștilor realizează o cantitate precizată de ferofluid**-**prezentarea argumentelor identificate de fiecare elev, în cadrul grupei proprii-Fiecare comitet investighează implicațiile aplicațiilor ferofluidelor magnetice -Elevii deliberează prin metoda CAS. | Raportul individual care demonstrează: dobândirea de către elevi a unor capacităţi şi abilităţi necesare acţionării ca cetăţeni; -exprimarea opiniei proprii de către fiecare elev; enunțarea de către fiecare elev a argumentului propriu. | -Controversa Academică Structurată-conversația | -post-it-uri-coli -flipchart-markere | -frontal-grupe de 5 elevi-individual | Evaluare orală Evaluare scrisă -redactarea Raportului de grup, ca temă pentru acasă |
| **5. Diseminare /Partajare/****Prezentare/****Expunere/…… 30min** | **2.1.****4.1.****5.2.****7.1.****7.3.****8.1.****8.2.** | -Se cere elevilor prezentarea deciziei finale referitoare la întrebarea propusă -Se cere elevilor prezentarea produsului final - film, poster, prezentare PowerPoint, colaj, desen (tema de acasă) | -Comitetele de experți stabilesc poziția finală a grupei, susținută de cel mai puternic argument PRO/CONTRA-elevii lucrează la elaborarea produsului final și a Raportului colectiv, care reflectă poziția grupului de experți-Fiecare Comitet prezintă colegilor, prin intermediul unui raportor al grupului decizia finală, reflectată de un produs final | Produsul final al grupei și argumentarea poziției grupului -prezentarea acestor opinii în faţa reprezentanţilor unor instituţii publice; | -conversația-explicația-expunerea | -coli flipchart-markere | -frontal-grupe de 5 elevi | - evaluare orală, proba practică |
| **6. Evaluare/.. 20 min** | **3.1.****7.1.****8.1.** | -Se solicită elevilor exprimarea opiniilor personale răspunzând la întrebări;-Se solicită completarea chestionarelor  | - Elevii răspund la întrebările profesorului- Elevii completează chestionarul (Anexa 3) | -formarea tinerilor în vederea exprimării propriei opinii cu privire la probleme civice;-participarea majorității elevilor la debriefing-analiza SWOT a activității | -conversația-explicația-demonstrația | -coli flipchart-markere | - frontal | Evaluare orală,Evaluare scrisă prin completarea fișelor de reflecție de către elevi ca temă pentru acasă |

**Ghidul Profesorului**

**Observație:** *Profesorul va distribui elevilor conținutul celor 4 scenarii (Nano Etichete, Nano Sănătate, Nano Mediu și Nano Călătorie) anterior începerii lecției 1.*

**Lecția 1 - IMPLICARE, EXPLORARE**

**Momentul 1:** Investigarea unei situații din viața reală. (10 min)

Profesorul:

* invită elevii să numească progrese tehnologice semnificative care au avut loc în istoria omenirii.
* Folosind această listă, cere elevilor să răspundă la întrebarea: ***Cum și care dintre aceste tehnologii au schimbat viețile oamenilor?***
* “Deja trăim într-o lume în care selecțiile noastre alimentare sunt monitorizate de magazine alimentare, mașinile noastre sunt urmărite pe autostrăzi, cu monitoare video, cheile sunt codificate în format electronic, astfel încât angajatorii noștri știu când vom intra și ieși din clădire, conversațiile noastre sunt monitorizate pe străzile orașului de către poliție, iar mișcarile noastre sunt urmărite chiar în magazine.”
* Continuă discuția cerându-le elevilor să se gândească la următoarele:

1***. Cum face această supraveghere electronică viețile noastre mai sigure?***

***2. Există locuri sau momente când această monitorizare nu este în interesul nostru, dar***

***servește altcuiva pentru a face bani?***

**Momentul 2:** Formularea ipotezelor (10 min)

 Profesorul:

* Cere elevilor să se gândească la avantajele și dezavantajele acestei noi tehnologii, așa cum rezultă din cele 4 scenarii ;
* Cereți-le să decidă următoarele:

***1. Ce aspecte ale societății noastre sunt afectate de aceasta nouă tehnologie la scară nanometrică?***

***2. Cine este afectat de utilizarea tehnologiei?***

***3. Cine profită și cine pierde dacă se adoptă această tehnologie?***

***4. Cine ar trebui să decidă în cazul în care tehnologia este folosită sau nu?***

**Momentul 3*:*** Planificarea investigațiilor (30 min)

* Împarte elevii în grupe de 5 elevi, reprezentând Comitetele de experți în anumite domenii. În scopul de a evalua impactul nanotehnologiilor asupra societății în care trăim, se constituie Comitete, formate din câte 5 experți: 1) fizicieni și chimiști; 2) medici; 3) biologi; 4) umaniști (psihologi, sociologi, istorici); 5) oameni de afaceri; 6) reprezentanți ai Guvernului.
* Se oferă fiecărui grup o listă cu întrebări la care vor trebui să răspundă.

**Lecția 2: - EXPLORARE, EXPLICARE**

**Momentul 1:** Prezentarea întrebării pentru deliberare (10 min)

 Profesorul lansează întrebarea pentru deliberare, scriind pe tablă conținutul acesteia:

***„Este oportună utilizarea nanotehnologiilor, în speță a acelora bazate pe ferofluide?”***.

* Oferă textul suport cu informații despre nanoparticule, nanotehnologii și ferofluide, prezentarea întrebării pentru deliberare:
* **Comentariu**: „Noi aplicații ale nanotehnologiei apar aproape zilnic în mass-media, și aceste noi produse și materiale pot asigura o discuție în curs de desfășurare despre etică și intimitate.”
* Cere definirea noțiunilor de **etică și moralitate**.
* Încurajează elevii să se gândească la toate "nuanțele de gri", care ar putea influența deciziile noastre de a utiliza sau nu noua tehnologie.

**Comentariu:** “De exemplu, în cazul tehnologiei care permite urmărirea de persoane, s-ar putea să nu dorim să monitorizeze circulația tuturor vizitatorilor în țara noastră, dar ne-am putea dori să monitorizeze un pacient cu boala Alzheimer.”

* Î: ***Ce răspundere avem ca cetățeni de a participa la procesul de luare a deciziilor cu privire la utilizările noilor tehnologii?***

**Momentul 2:** Redactarea Raportului Individual (40 min)

 Profesorul:

* Fiecare membru al grupei - în funcţie de rolul asumat - va redacta un Raport (maxim o pagină A4) în care rezumă opinia proprie (de expert) în ceea ce priveşte oportunitatea utilizării nanotehnologiilor, răspunzând la următoarele întrebări:
* Medicii – Cum va influența utilizarea nanotehnologiilor starea de sănătate a indivizilor? Ce măsuri trebuie avute în vedere la lucrul cu ferofluidele? Ce aplicații ale ferofluidelor pot fi utilizate în medicină ?
* Biologii – Care sunt aspectele pozitive și cele negative ale utilizării nanotehnologiilor în domeniul biosferei? În particular, care sunt problemele de mediu pe care le poate crea utilizarea ferofluidelor și ce aplicații utile ar putea avea acestea?
* Fizicienii și chimiștii – Ce sunt nanoparticulele? Ce presupune o nanotehnologie? Ce este un ferofluid? Cum se produc ferofluidele? Care sunt măsurile ce trebuie avute în vedere pentru producerea și utilizarea acestora în siguranță? Ce proprietăți au ferofluidele?;
* Umaniștii – Care au fost de-a lungul timpului consecințele pozitive și negative ale utilizării noilor tehnologii? Considerați etice crearea de materiale noi și rearanjarea materiei? Cum se va schimba societatea ca urmare a folosirii nanotehnologiilor, în vederea urmăririi mișcării oamenilor, animalelor și materialelor în întreaga lume?
* Oamenii de afaceri – Ce oportunități de afaceri puteți identifica în legătură cu aplicațiile ferofluidelor?
* Reprezentanții Guvernului – analizați **aspectele legal**e ale utilizării nanotehnologiilor, **oportunitatățile de dezvoltare** create de utilizarea acestora și de eventuala **finanțare** a cercetărilor în domeniu.

**Lecția 3: - ELABORARE**

**Momentul 1**: Analizarea rapoartelor individuale în grupurile de experți și desfășurarea activităților experimentale (30 min)

Fiecare Comitet va edita un *Raport* despre cum va afecta utilizarea nanotehnologiilor societatea, despre avantajele și dezavantajele utilizării acestora din perspectiva expertului;

* discutarea în fiecare grup de experți a argumentelor prezentate de fiecare membru al grupului.

***Observație:*** Comitetului fizicienilor și al chimiștilor se împarte în 2 grupuri; unul din cele 2 grupuri va desfășura activitatea de deliberare, iar celălalt va desfășura activitatea experimentală, ce presupune crearea unei cantități de ferofluid și deteminarea proprietăților magnetice ale acestuia;

**Momentul 2:** Redactarea Raportului de grup (20 min)

* editarea unui Raport comun, care justifică decizia finală în ceea ce priveşte oportunitatea utilizării nanotehnologiilor.
* Alegerea uneia dintre modalitățile de prezentare a concluziei finale: film, poster, prezentare PowerPoint, colaj, desen, etc. (tema acasă). Aceasta va face referire la cel mai puternic argument care sprijină decizia Comitetului de experți.

**Activitatea 4: - EXPUNERE, EVALUARE**

**Momentul 1**: Prezentarea Rapoartelor de grup și a deciziei fiecărui Comitet de experți, pe baza produsului final (30 min)

* Concluziile fiecărui Comitet de experți și produsul final vor fi prezentate şi discutate împreună cu întreaga clasă.

**Momentul 2**: Exprimarea opiniilor personale și evaluarea activității (10min)

Elevii exprimă opinii personale despre întrebarea dată și răspund la întrebări cum ar fi:

* Care au fost zonele de consens?
* Ce aţi aflat nou astăzi?
* Ce aţi învăţat unii de la alţii?
* Ce principii ale democraţiei aţi întâlnit în text? (dreptul la muncă, dreptul la un mediu sănătos, dreptul la integritate fizică, dreptul la prestarea unei activități economice)
* Ce consecinţe poate avea utilizarea nanotehnologiilor pentru sănătatea oamenilor, mediul ambiant şi societate?
* Toţi gândesc aşa? Cum credeţi că gândesc alţii?
* Ce soluţii au fost găsite în alte ţări?
* Cum se leagă lecţia de calitatea mea de cetăţean? Mă poate afecta?
* Ce aş putea face dacă aş fi o persoană cu responsabilităţi?

**Momentul**: Evaluarea activității (10 min)

Rezultatele învăţării:

* 1. Rezultatele învăţării

 S-a urmărit astfel atingerea unor obiective, care deși nu sunt specifice științelor, contribuie la formarea tinerilor ca personalități unice, capabile să discearnă și să ia decizii în cunoștință de cauză.

* creşterea interesului elevilor faţă de probleme civice precum și față de principii ale democraţiei;
* lista progreselor tehnologice;
* formarea tinerilor în vederea exprimării propriei opinii cu privire la probleme civice;
* participarea majorității elevilor la debriefing;
* analiza SWOT a activității;
* produsul final al grupei și argumentarea poziției grupului;
* prezentarea acestor opinii în faţa reprezentanţilor unor instituţii publice;
* dobândirea de către elevi a unor capacităţi şi abilităţi necesare acţionării ca cetăţeni;
* exprimarea opiniei proprii de către fiecare elev;
* enunțarea de către fiecare elev a argumentului propriu;
* stimularea dorinţei elevilor de a aprofunda înţelegerea problemelor actuale ale societății;
* răspunsurile elevilor despre etapele parcurse
* creşterea încrederii de sine a elevilor şi a dorinţei de implicare în discutarea unor probleme de civism.

Din punct de vedere științific, acest proiect permite elevilor să înveţe despre:

* 1. Activităţile de învăţare
1. Se alcătuiesc grupe de câte 5 elevi (comitete).

2.Se accesează site-uri web dedicate pentru colectarea de informaţii.

1. Fiecare membru al grupei - în funcţie de rolul asumat - va redacta un *Raport* (maxim 3 pagini A4) care rezumă opinia proprie (de expert) în ceea ce priveşte oportunitatea utilizării nanotehnologiilor;
2. După discutarea argumentelor prezentate de membrii grupului, acesta trebuie:

 a) să editeze un raport comun, care justifică decizia finală în ceea ce priveşte oportunitatea utilizării nanotehnologiilor;

b) să aleagă modul optim de prezentare a justificării (film, poster, prezentare *PowerPoint,* colaj, desen, etc).

5. Concluziile realizate de diferite grupe de elevi vor fi prezentate şi discutate împreună cu întreaga clasă.

* 1. Sarcini de învăţare

În scopul de a evalua impactul diferitelor nanotehnologii asupra societății în care trăim, se constituie *Comitete* pe domenii, formate din 5 experți: 1) oamenii de știință; 2) medici; 3) biologi; 4) umaniști; 5) oameni de afaceri; 6) reprezentanți ai Guvernului. Aceste Comitete trebuie ***să decidă asupra oportunității și eficienței utilizării nanotehnologiilor***.

Fiecare Comitet va edita un *Raport colectiv* despre cum va afecta utilizarea nanotehnologiilor societatea, despre avantajele și dezavantajele utilizării acestora din perspectiva fizicianului, chimistului, medicului, biologului, umanistului, omului de afaceri și a reprezentantului Guvernului.

Aşa cum s-a menţionat, fiecare Comitet de experți trebuie să îşi asume un rol diferit. În continuare, sunt propuse o serie de întrebări care aşteaptă răspuns:

* Medicii – Cum va influența utilizarea nanotehnologiilor starea de sănătate a indivizilor? Ce măsuri trebuie avute în vedere la lucrul cu ferofluidele? Ce aplicații ale ferofluidelor pot fi utilizate în medicină ?
* Biologii– Care sunt aspectele pozitive și cele negative ale utilizării nanotehnologiilor în domeniul biosferei? În particular, care sunt problemele de mediu pe care le poate crea utilizarea ferofluidelor și ce aplicații utile ar putea avea acestea?
* Fizicienii și chimiștii – Ce sunt nanoparticulele? Ce presupune o nanotehnologie? Ce este un ferofluid? Cum se produc ferofluidele? Care sunt măsurile ce trebuie avute în vedere pentru producerea și utilizarea acestora în siguranță? Ce proprietăți au ferofluidele?;
* Umaniștii – Care au fost de-a lungul timpului consecințele pozitive și negative ale utilizării noilor tehnologii? Considerați etice crearea de materiale noi și rearanjarea materiei? Cum se va schimba societatea ca urmare a folosirii nanotehnologiilor, în vederea urmăririi mișcării oamenilor, animalelor și materialelor în întreaga lume?
* Oamenii de afaceri – Ce oportunități de afaceri puteți identifica în legătură cu aplicațiile ferofluidelor?
* Reprezentanții Guvernului – analizați **aspectele legal**e ale utilizării nanotehnologiilor, **oportunitatățile de dezvoltare** create de utilizarea acestora și de eventuala **finanțare** a cercetărilor în domeniu.

Modalitățile de instruire recomandate

(se descriu strategiile didactice):

**Strategii de predare-învăţare**

• RESURSE PROCEDURALE: 🞝 metode şi procedee: Metoda SAC (Controversa Academică

 Structurată), deliberarea, conversaţia, explicaţia, observaţia, exerciţiul

 🞝 forme de organizare: pe grupe de 5, frontal, individual

• RESURSE MATERIALE: calculatorul, videoproiectorul, flipchart, texte suport.

Competenţele vizate

|  |  |
| --- | --- |
| **Competenţa derivată** | **Activități de învățare (modul în care este dobândită)** |
| 1.1 identificarea informaţiilor specifice în site-urile web propuse;  | -Generează o listă rapidă a acestor progrese tehnologice și le înregistrează pe tablă.  |
| 2.1. caracterizarea interacțiunilor magnetice și a efectelor câmpului magnetic;  | -Fiecare comitet investighează implicațiile aplicațiilor ferofluidelor magnetice |
| 3.1.analizarea argumentelor pro şi contra utilizării nanotehnologiilor, în speță a celor bazate pe ferofluide; | -Discută despre modul în care noile tehnologii au afectat personalitatea individului, mutându-se în intimitatea noastră. -Menționează atât consecințe pozitive cât și negative ale tehnologiei și le înregistrează pe tablă-Elevii identifică părțile interesate, stabilesc faptele relevante, identifică întrebări fără răspuns, determină valorile fiecărei părți interesate, și iau în considerare soluții posibile;-Definesc noțiunea de ”etică pentru elevi”, subliniind ideea de moralitate. |
| 4.1. clasificarea substanțelor în funcție de proprietățile magnetice ale acestora | - stabilirea proprietăților magnetice ale preparatului; |
| 5.1 analizarea informaţiilor selectate, în relaţie cu întrebările propuse; 5.2. adoptarea deciziei pro sau contra (individuale şi în grup) cu privire la utilizare nanotehnologiilor; | -Elevii identifică părțile interesate, stabilesc faptele relevante, identifică întrebări fără răspuns, determină valorile fiecărei părți interesate, și iau în considerare soluții posibile;-Elevii deliberează prin metoda CAS. |
| 6.1. obținerea, pe cale experimentală, a unei cantități date de ferofluid;6.2. determinarea proprietăților fizice ale ferofluidului obținut experimental (comportamentul în câmp magnetic); | - echipa fizicienilor și a chimiștilor realizează o cantitate precizată de ferofluid ;- stabilirea proprietăților magnetice ale preparatului; |
| 7.1. realizarea schimbului de opinii despre dreptul la muncă, dreptul la un mediu sănătos, dreptul la viață și la integritate fizică, precum și despre dreptul la exercitarea unei activități economice într-o societate democratică;7.2. editarea unui Raport individual în care se prezintă deciziile luate şi argumentaţia aferentă; 7.3. prezentarea deciziilor asumate în faţa colectivului de elevi din clasă; | -Comitetele de experți stabilesc poziția finală a grupei, susținută de cel mai puternic argument PRO/CONTRA-prezentarea pe scurt a acelor drepturi fundamentale prevăzute în Constituție care pot fi încălcate sau a căror respectare poate intra în conflict cu altele;-Fiecare membru al grupei - în funcţie de rolul asumat - va redacta un Raport (maxim o pagină A4) în care rezumă opinia proprie (de expert) în ceea ce priveşte oportunitatea utilizării nanotehnologiilor;-Fiecare Comitet prezintă colegilor, prin intermediul unui raportor al grupului decizia finală, reflectată de un produs final. |
| 8.1.analizarea consecințelor utilizării nanotehnologiilor pentru societate și calitatea mediului;8.2. adoptarea deciziilor optime cu privire la utilizarea nanotehnologiilor. | -Fiecare comitet investighează implicațiile aplicațiilor ferofluidelor magnetice-elevii lucrează la elaborarea produsului final și a Raportului colectiv, care reflectă poziția grupului de experți |

Pentru activităţile de învăţare propuse în cadrul activităţii didactice, se presupune că elevii dețin cunoștințe, priceperi și deprinderi referitoare la: Magneți. Câmp magnetic. Materiale cu proprietăți magnetice. Fluide magnetice. Nanoparticule și nanotehnologii

Breviar teoretic:

**ANEXA 1: TEXTUL SUPORT**

**Nanoparticule și nanotehnologii**

**Nanoparticulele** au dimensiuni cuprinse între 0,1 şi 100 de nanometri. Cât de mic este un nanometru? Păi este un metru împărţit la un miliard. Această dimensiune este greu de imaginat. Dar dacă am mări nanometrul pană l-am face cat un varf de ac, atunci un metru ar deveni o mie de kilometri. Pentru comparaţie, o moleculă ADN are doi nanometri diametru, atomii au între 0,1 şi 0,2 nanometri, iar o celulă roşie din sânge are un diametru de 7.000 de nanometri.

**Nanotehnologia** este ştiinţa de a realiza obiecte lucrând la scara atomilor. Materia primă e alcătuită chiar din atomi şi, prin anumite metode, ei sunt "obligaţi" să formeze grupuri ce dau calităţi speciale materialelor. Apoi, realizând structuri mecanice din moleculele create se pot obţine nanoroboţi, capabili să execute anumite sarcini, conform unui program.

  **Nanotehnologia,** prescurtat "Nanotech", este studiul controlului materiei la scară moleculară. În general, Nanotehnologia se ocupă cu structuri de dimensiunea 100 de nanometri sau mai mici, și implică materiale sau dispozitive în care dimensiunea este în curs de dezvoltare. Nanotehnologia este foarte diversă, de la extensii noi ale fizicii - dispozitiv convențional - la cu totul noi abordări bazate pe auto-asamblare moleculară, pentru dezvoltarea de noi materiale, cu dimensiuni la scara nano, chiar la speculații - dacă putem controla direct materia la scara atomică.

**Materiale cu proprietăți magnetice. Fluide magnetice.**

Nanoparticulele feromagnetice aflate într-un fluid reprezintă un amestec coloidal care conţine în principal nanoparticule de magnetită şi o soluţie purtătoare. Interesul pentru fluidele magnetizabile a apărut prima dată la NASA în anii 1960 -1970, legat de necesitatea manevrării combustibilului lichid al rachetelor, în condiţii de imponderabilitate.

Fluidele magnetice numite şi lichide magnetice sau ferofluide sunt definite drept suspensii coloidale foarte stabile de particule ultrafine (<10 nm), de materiale fero şi feri magnetice, în medii lichide precum hidrocarburile, esterii etc.

 **Definiţie**

Ferofluidele, cunoscute şi sub denumirea de fluide magnetice sau nanofluide magnetice,

reprezintă o categorie specială de nanomateriale ce prezintă simultan atât proprietăţile unui lichid uzual cât şi proprietăţi magnetice. Acestea sunt fluide formate din particule coloidale feromagnetice, ferimagnetice sau paramagnetice suspendate într-un lichid purtător. Numărul particulelor este foarte mare, aproximativ 1023 particule pe metru cub.

**Primul ferofluid**

Ferofluidele au fost descoperite in anul 1960 la Centrul de Cercetare NASA, unde cercetătorii

erau interesaţi de metode pentru controlul lichidelor in spaţiu, mai exact pentru realizarea unui sistem de curgere controlată a combustibililor fluizi, în condiţii de imponderabilitate. Avantajul ferofluidelor a fost imediat evident: ele pot fi controlate prin aplicarea unui câmp magnetic și variind acest câmp fluidele sunt forţate să curgă.

Cercetătorii au pregătit ferofluide care conţineau mici particule de metale feromagnetice (cobalt şi fier) precum şi compuşi magnetici ca ZnxMn1-xFe2O4 (0 < x < 1) - . Dar, ~~în~~ cel mai mult au fost folosite ferofluidele ce au in compoziţie mici particule de magnetită - Fe3O4.

**Caracteristici: Reprezentare şi tipuri**

Lichidele magnetice sunt suspensii coloidale ultrastabile, alcătuite dintr-un lichid de bază și din particule magnetice (nanoparticule) fero sau ferimagnetice. Mișcarea de agitație termică datorată dimensiunilor extrem de reduse dar și concentrației mari, de ordinul 1018-1023 particule/m3, are rol important în menținerea stabilității suspensiei coloidale precum și în transmiterea forței magnetice, în interiorul lichidului magnetic, atunci când acesta este plasat într-un câmp magnetic exterior.

Avantajele unui fluid magnetic au fost observate imediat: localizarea lichidului ar putea fi controlată cu precizie prin aplicarea unui câmp magnetic şi, prin varierea intensităţii câmpului, fluidele ar putea curge forţat. Cercetătorii au obţinut ferofluide care conţin particule mici, de metale feromagnetice, cum ar fi cobaltul şi fierul, precum şi compuşi magnetici, cum ar fi ferita de zinc şi mangan. Dar, cele mai bune rezultate s-au obţinut pe ferofluidele care conţin particule mici de magnetită, Fe3O4.

Fluidele magnetice sunt o clasă unică de lichide, în care pot fi induse forţe magnetice substanţiale, care pot duce la schimbarea radicală a comportării lichidului, atunci când asupra lui acţionează un câmp magnetic. Măsurătorile de magnetizaţie a ferofluidelor, combinate cu cunoaşterea distribuţiei dimensionale a particulelor, obţinută prin microscopie electronică, permit compararea comportării magnetice a ferofluidelor cu teoria superparamagnetismului.

Măsurătorile de microscopie electronică, făcute asupra particulelor magnetice din diferite tipuri de suspensii coloidale, indică un diametru fizic mediu de 9 nm.

Principalele tipuri de materiale care întrunesc proprietăţi atât magnetice, cât şi de fluid - nanofluidele magnetizabile inteligente - sunt :

• Lichidele magnetice (ferofluide sau fluide magnetice);

• Emulsiile magnetizabile;

• Lichide magnetice (ferofluide) "inverse";

• Lichide magnetice polimerizabile.

Lichidele magnetice au următoarele componente: particule magnetice (PM) feri- sau feromagnetice, (Fe3O4, γ-Fe2O3, CoFe2O4, Co, Fe ş.a.), lichid de bază (LB) şi unul sau mai mulţi stabilizanţi (S). În principiu, lichidul de bază poate fi orice lichid, inclusiv metalic.

Emulsiile magnetizabile se realizează prin dispersia ultrafină a unui lichid magnetic într-un lichid nemagnetic, nemiscibil.

Lichidele magnetice inverse sau compozitele magnetofluidice se obţin prin dispersarea unor particule solide nemagnetice de dimensiuni micrometrice, electroizolante sau electroconductoare, într-un lichid magnetic, considerat ca lichid de bază cvasiomogen, magnetizabil.

Lichidele magnetice polimerizabile au ca mediu de bază o substanţă organică, iniţial în fază lichidă (monomer). Prin polimerizare se obţin monopolimeri magnetizabili. Dacă în faza lichidă se adaugă şi se dispersează incluziuni nemagnetice - microsfere sau microfire - se obţin nano/microcompozite magnetizabile.

**Metode utilizate în prepararea fluidelor magnetice**

În general, metodele de preparare a fluidelor magnetice sunt legate de metodele de obţinere a particulelor feromagnetice de dimensiuni foarte mici care trebuie dispersate într-un lichid de bază şi totodată stabilizate. Se cunosc atât metode fizice, cât şi chimice de preparare a fluidelor magnetice.

**Reprezentarea schematică a unui fluid magnetic pe trei scări de mărime specifice**:

a) La scară macroscopică, lichidul magnetic se aseamănă cu un lichid obişnuit.

b) La scara dimensiunilor coloidale, lichidul magnetic e format din mici particule solide dispersate într-un solvent.

c) Fiecare particulă este formată dintr-un miez din material cu proprietăţi magnetice având suprafaţa acoperită cu lanţuri moleculare de stabilizant.

Având în vedere componenta de bază a lichidelor magnetice, nanoparticulele magnetice,

acestea se încadrează într-o categorie largă a nanoparticulelor inteligente, respectiv în domeniul de vârf al nanoştiinţelor, nanotehnologiilor. O reprezentare schematică a unui ferofluid, pe trei scări de lungime specifice, este dată în figura de mai sus.

**Domenii de aplicabilitate a nanotehnologiilor bazate pe ferofluide**

Lichidele magnetice și-au găsit aplicații în multe domenii, ele sunt o componentă esențială a multor dispozitive și tehnologii industriale moderne, fiind utilizate în electrotehnică, geofizică, tehnică spațială, energetică nucleară, prelucrarea minereurilor, medicină și biologie.

Lichidele magnetice sunt utilizate: în biologie, în primul rând în medicina umană şi veterinară în biotehnologie (transferul de gene) și în domeniul vegetal, în determinarea apariţiei unor modificări la nivelul organitelor celulare, a cromozomilor, a ritmului de creştere al plantelor.

Printre aplicațiile lichidelor magnetice biocompatibile, care au atras atenția în mod deosebit, se numără:

* Tehnici de bioseparare pentru purificarea materialelor biologice;
* Tehnici de identificare a unor organisme sau celule (s-a pus la punct o metodă de concentrare magnetică pentru identificarea bacteriilor TBC, folosind lichide magnetice. Această tehnică s-a dovedit mai sensibilă și mai precisă decât alte metode folosite anterior. Acest lucru ar avea explicația științifică în existența, în interiorul bacililor Koch, a unor particule magnetice, care fac ca nanoparticulele din lichidul magnetic să adere la suprafața bacteriilor TBC.);
* Tehnici de regenerare a țesuturilor;
* Folosirea lichidelor magnetice ca preparat sau agent de contrast Roentgen;
* Administrarea și magnetodirijarea spre o țintă, a unor medicamente, folosind drept curier substanțe cu toxicitate redusă;
* Creșterea efectului antitumoral al hipertermiei și delimitarea tumorii, pe baza proprietăților de contrast Roentgen;
* Aplicații în domeniul vegetal (cercetările privind utilizarea lichidelor magnetice în acest domeniu au fost inițiate pentru prima dată la nivel mondial la Universitatea Tehnică Timișoara, în colaborare cu Universitatea de Științe Agricole a Banatului).

- Cercetări în terapia antitumorală (chimio-și radioterapia locoregională, hipertermia intratumorală, embolizarea vaselor sangvine) ;

 - Bioseparări magnetice în mediu lichid ;

 - Complexarea si țintirea magnetică a medicamentelor ;

 - Detectarea celulelor rare, componentelor subcelulare, compușilor biologic activi, microorganismelor patogene, xenobioticelor carcinogene etc. ;

 - Agenți de contrast în imagistica de rezonanță magnetică nucleară;

 - Embolizarea vaselor sangvine, în scop terapeutic.

Ferofluidele ocupă un loc important în cadrul sistemelor organice cu proprietăți magnetice.

**ANEXA 2: SCENARII**

**Scenariul 1: Nano Etichete**

“Cercetătorii sunt în curs de dezvoltare a unor coduri de bare de dimensiuni nanometrice, care pot fi utilizate pentru a eticheta invizibil aproape tot ceea ce este fabricat. Acestea au proprietatea de a monitoriza vânzările, pe tipuri de clienți sau regiuni geografice, de a indica furturi, și stocurile de marfă deținute de magazine și depozite.“

* Ce părere aveți despre această idee de a eticheta bunuri fabricate?
* Îți pasă dacă oamenii știu ce brand de lenjerie cumperi?
* Ce se întâmplă dacă etichetele s-ar pune în gloanțe sau explozivi, astfel că poliția ar putea urmări și localiza criminali sau teroriști?
* Care ar fi avantajele și dezavantajele dacă ai putea urmări traseul unui aliment de la fermă la gură?
* Ar fi o idee bună ca producătorii să pună etichete nano în compact-discuri, astfel încât să vă asigurați că CD-uri sunt legale? Ar exista astfel preocupări negative ale industriei muzicale de urmări muzica pe care o cumperi?
* Dacă am putea eticheta și monitoriza fluxul de bani, cum ar putea acest lucru fi folosit în moduri benefice și dăunătoare?

**Scenariul 2: Nano Sănătate**

„O zonă în curs de dezvoltare, în domeniul nanotehnologiei, este construirea de senzori care pot fi utilizați pentru a vă monitoriza sănătatea. Scopul este de a produce senzori mici, care ar putea fi injectați în fluxul sanguin, făcând posibilă monitorizarea unei game largi de indicatori de sănătate, inclusiv inima ta, tensiunea arterială, glicemia, colesterolul, precum și prezența unor viruși sau bacterii patogene.“

* Care sunt avantajele și dezavantajele utilizării acestor monitoare de dimensiuni nanometrice, care ar fi injectate în corpul tău?
* Cum ar putea acest tip de sistem de monitorizare să fie util pentru diabetici sau persoane cu probleme cardiace?
* Ce se întâmplă dacă monitorul ar trimite o alarmă în cazul în care ai mâncat alimente bogate în grăsimi, cum ar fi dulciurile? Ar fi acesta un instrument util pentru a vă ajuta să vă urmăriți alimentația?
* Ar fi util să aveți un astfel de monitor care ar putea semnala nivelul de proteine ​, dacă nu ați mâncat sau vă lipsesc vitamine esențiale?
* Există grupuri de oameni care ar putea beneficia mai mult de aceste tipuri de monitoare decât alte grupuri?
* Dacă monitoarele ar fi scumpe, ați fi de acord să li se permită oamenilor bogați să le achiziționeze, în cazul în care nu sunt disponibile pentru cei săraci?
* Dacă un număr mare de monitoare, de la diferite persoane, ar putea fi în rețea, datele ar putea fi utilizate, apărând problemele de confidențialitate. Ce ar putea rezulta din acest tip de aplicație?
* Dacă ar putea semnala o creștere bruscă a numărului de persoane afectate de gripă sau răceli, v-ați schimba punctul de vedere?
* Ați lua în considerare posibilitatea ca turiștii străini să fie monitorizați pentru a exista astfel siguranța că nu sunt aduse noi boli în țara noastră? Care ar fi implicațiile acestui tip de politică?
* Ați fi de acord ca, prin intermediul senzorilor de la distanță această persoană să fie monitorizată, fără consimțământul propriu?

**Scenariul 3: Nano Mediu**

„Cercetătorii mediului pot acum să monitorizeze starea de sanătate a apei, solului și aerului, cu ajutorul senzorilor de la distanță. Cercetătorii caută acum găsirea de noi modalități de a face acești senzori mai mici și mai mici, cu scopul de a crea senzori invizibili, care ar putea furniza date cu privire la starea de sănătate a ecosistemelor întregi.“

* Ai dori senzori în urmărirea nivelului de poluanți, pH-ului, și nivelurilor de oxigen?
* Dacă ar putea fi create rețele de senzori, cum te-ai simți avându-i în pădurea de lângă tine?
* Dar având o casă plină cu senzori mici, care ar putea detecta mișcarea, schimbările de temperatură și prezența de poluanți?
* Ai fi de acord cu lansarea unor nori de senzori, care ar putea monitoriza încălzirea globală?
* Ce crezi despre urmărirea speciilor pe cale de dispariție, prin plasarea unui senzor în fiecare animal și monitorizarea mișcării și sănătății acestuia pe durata vieții sale?
* Ați achiziționa senzori care ar putea monitoriza casa, apartamentul, sau locul de muncă pentru a vă asigura că aerul are o calitatea bună?

**Scenariul 4: Nano Călătorie**

„O idee care a fost propusă este de a crea un praf inteligent care ar putea fi pus în vopsele, trotuare sau plafoane, care ar putea monitoriza circulația persoanelor. Astfel ne-am monitoriza mișcarea în magazine, aeroporturi, gări, străzi și hoteluri.“

* Ar trebui să se monitorizeze circulația persoanelor, pe scară largă?
* Dacă această monitorizare ne-ar permite identificarea teroriștilor, ar fi mai etic?
* Este mai acceptabilă monitorizarea copiilor, ca o modalitate de a îi menține în condiții de siguranță?
* În cazul în care bunicul tău ar avea boala Alzheimer, ai dori să-l monitorizezi pentru a te asigura că nu se află în situații periculoase?
* Ai vrea acest tip de senzor pus în animalele de companie, astfel încât, în cazul în care animalele de companie au fost pierdute sau furate, ar putea fi recuperate? (Unii proprietari de animale de companie le-au pus deja cipuri, care pot fi detectate de adăposturile de animale, astfel încât proprietarul poate fi anunțat. Alți proprietari de animale de companie folosesc gulere radio pe câinii lor, pentru a-i urmări.)
* Ce reguli/legi ar trebui să fie impuse pentru a ne asigura siguranța, intimitatea, și libertatea?
* Când se monitorizează oameni, fără știrea lor, vi se pare acceptabil?

**ANEXA 3: – REFLECȚIILE ELEVULUI ASUPRA ACTIVITĂȚII**

1. Care a fost cel mai important argument **PRO/CONTRA** pentru tine?

|  |  |
| --- | --- |
| **PRO** | **CONTRA** |
|  |  |

1. Menționează un beneficiu care ar apărea în urma utilizării unei nanotehnologii bazate pe ferofluide.
2. Menționează un efect negativ al utilizării unei nanotehnologii bazate pe ferofluide.
3. Menționează un lucru care ți-a plăcut în desfășurarea lecțiilor.
4. Menționează un lucru care nu ți-a plăcut în desfășurarea lecțiilor.
5. Pe o scală crescătoare de la 1 la 10, acordă o notă activităților desfășurate.

**ANEXA 4: METODA CAS (STANDARD)**

*a) Etapele lecţiei*

*Pasul 1: Introducere*

1. Profesorul prezintă titlul lecţiei;

2. Se parcurg regulile deliberării.

*Pasul 2: Citirea textului*

1. Fiecare elev primeşte un text pentru studiu despre tema aleasă (textul poate fi oferit elevilor şi în ora anterioară, pentru a fi citit acasă);

2. Elevii citesc individual textul;

3. Profesorul cere acestora, după parcurgerea integrală a textului, să împărtăşească, în grup, informaţii interesante/deosebite/neobişnuite din text.

*Pasul 3: Formarea grupelor şi discutarea textului*

1. Clasa se împarte în grupe de câte 4 elevi;

2. Profesorul cere acestora să facă schimb de idei, informaţii interesante, importante, identificate de către fiecare dintre ei, în text.

*Pasul 4: Prezentarea întrebării pentru deliberare*

1. Se precizează că fiecare text are o întrebare, pe baza căreia va fi discutată lecţia, prin deliberare;

2. Întrebarea se scrie pe tablă sau se afişează pe o foaie de flip-chart şi se citeşte cu glas tare.

*Pasul 5: Identificarea argumentelor*

1. Fiecare grup de elevi este împărţit în două echipe: A şi B.

2. Cei din echipa A vor cauta în text cele mai puternice argumente în favoarea întrebării pentru deliberare; cei din echipa B vor cauta în text cele mai puternice argumente împotriva întrebării pentru deliberare; echipele nu comunică în timp ce identifică argumentele.

*Pasul 6: Prezentarea argumentelor majore*

1. Cei din echipa A prezintă argumentele din text care susţin întrebarea pentru deliberare, celor din echipa B; aceştia din urmă nu au voie să îşi exprime opinia, pot pune întrebări de clarificare.

2. Cei din echipa B prezintă argumentele din text împotriva întrebării pentru deliberare, celor din echipa A; aceştia din urmă pot pune întrebări de clarificare, dar nu îşi pot spune punctul de vedere.

*Pasul 7: Inversarea rolurilor*

1. Profesorul precizează că, pentru a demonstra că fiecare parte înţelege poziţia celeilalte părţi, rolurile trebuie să se schimbe: cei din echipa A vor căuta în text argumente împotriva întrebării pentru deliberare, iar cei din echipa B vor căuta în text argumente care să susţină întrebarea pentru deliberare.

*Pasul 8: Deliberarea*

1. Elevii ies din rolurile A şi B şi încep să delibereze;

2. Se reaminteşte întrebarea pentru deliberare;

3. Fiecare din grupurile de câte 4 elevi va trebui să hotărască ce poziţie -pro sau contra- va adopta cu privire la întrebarea pentru deliberare, pe baza argumentelor din textul dat; acest lucru se va realiza prin negocieri, la nivelul grupului mic; fiecare elev îşi exprimă punctul de vedere, care nu este obligatoriu să coincidă cu poziţia grupului.

*Pasul 9: Analiza procesului de deliberare*

1. Se reuneşte întreaga clasă;

2. Profesorul va pune diferite şi numeroase întrebări, referitoare la procesul ce a avut loc în interiorul fiecărui grup. Un exemplu în acest sens îl pot constitui întrebări precum: Care a fost cel mai puternic argument pro sau contra întrebării pentru deliberare? Care a fost poziţia individuală a elevilor? Care au fost zonele de consens/de înţelegere? Ce întrebări există încă? De unde puteţi obţine informaţii?

3. Profesorul se va folosi, pentru discuţiile libere, şi de informaţiile pe care elevii le au despre tema respectivă, din alte surse, nu doar din textul oferit spre studiu.

Rezumând, etapele deliberării ar arăta astfel:

A A B B Citiţi cu atenţie textul.

(AABB) Împărtăşiţi informaţii interesante/ importante din text, în grupul mic.

(AA/BB) Planificaţi, cu partenerul, prezentarea pentru ceilalţi doi colegi.

(AA-BB) Prezentaţi celor doi colegi argumente care să susţină întrebarea pentru deliberare.

(BB-AA) Prezentaţi celor doi colegi argumente care să fie împotriva întrebării pentru deliberare.

(BB-AA) Prezentaţi celor doi colegi argumente care să susţină întrebarea pentru deliberare.

(AA-BB) Prezentaţi celor doi colegi argumente care să fie împotriva întrebării pentru deliberare.

(AABB) Stabiliţi punctul de vedere al grupei, pro sau contra întrebării.

A A B B Exprimaţi-vă propriul punct de vedere.

**ANEXA 5: FIȘA EXPERIMENTALĂ**

**Tema : producerea ferofluidelor și determinarea unor proprietăți ale acestora**

**Numele și prenumele elevilor; clasa a ………**

**1.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**2.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**3.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**4.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**5.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Materiale necesare: toner, ulei vegetal, magneți**

**Mod de lucru (**[**http://www.youtube.com/watch?v=vsQh1AT6qUE**](http://www.youtube.com/watch?v=vsQh1AT6qUE)**)**

1. **Folosind o mască medicală de unică folosință, mănuși chirurgicale, halat, deasupra unei mese din laboratorul de chimie, un elev cu aptitudini pentu experimente chimice va introduce într-un pahar o cantitate dată de toner;**
2. **În același pahar se introduce treptat un volum de ulei vegetal aproximativ egal cu volumul de toner introdus, în timp ce se amestecă permanent, până se obține un lichid omogen;**
3. **Cu ajutorul unui magnet (de preferat din Neodim) se studiază proprietățile magnetice ale lichidului precum și alte proprietăți fizice (aderența la suprafața sticlei, vâscozitatea, etc).**
4. **Se menționează pe fișă concluziile experimentului și observațiile referitoare la eventualele problemele experimentale apărute;**
5. **Se sugerează, dacă este cazul, și alte măsuri de siguranță decât cele menționate.**

**Evaluarea**

Evaluarea formativă a elevilor vizează (se menționează obiectivele acestui demers):

* Înţelegerea termenilor şi a conceptelor propuse;
* Calitatea regăsirii informaţiilor/cercetărilor efectuate;
* Claritate în prezentarea informaţiilor selecţionate;
* Participarea în diferite etape ale activităţii;
* Putere de argumentare;
* Justificarea opiniilor;
* Calitatea prezentării finale;
* Respectarea termenelor limită asumate.

Strategia de evaluare:

Evaluarea se bazează pe patru instrumente de evaluare, prezentate în tabelele următoare (tabelele A, B, C şi D). Am stabilit ca punctajul total al celor trei instrumente de evaluare să fie 90 de puncte, repartizate astfel:

- evaluarea lucrului în grup - 24 puncte;

- autoevaluarea – 18 puncte;

- evaluarea competenței de comunicare– 48 puncte;

- evaluarea experimentului - 18 puncte.

Se acordă 10 de puncte din oficiu. Nota finală se obţine împărţind punctajul final la 10.

Instrumente folosite pentru evaluare (se prezintă, detaliat):

 Datorită specificului temei alese de noi, considerăm că o evaluare completă a eforturilor depuse de elevi se poate face utilizâmd tabelele A și B pentru lecțiile 1, 2 și 3. Pentru lecția 4 considerăm că este importantă evaluarea pe baza tabelului 3, special construit pentru a respecta specificul acestei lecții.

**Tabel A –** Grilă de evaluare a lucrului în grup

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **Scor** |
| Elevul acceptăResponsabilităţile sale sau rolurile, în cadrulgrupului | Elevul nuîndeplineşteoricare dinsarcinilepentru rolurile de care esteresponsabil.Acestea suntefectuate decătre colegii săide grup | Elevulefectueazărareori oricaredin sarcinilepentru rolurilepentru care responsabil.Adesea, el/eaare nevoie dealţii pentru a-ireaminti atribuţiile. | Elevulefectueazăfrecventsarcini/roluri pentru care este responsabil.Elevul arerar nevoie de alţii pentru a-ireaminti atribuţiile. | Elevulîndeplineştesarcini / roluripentru care este responsabil.Elevul nu arenevoie de alţiipentru a-ireaminti sarcinile | **\_\_/4** |
| Tip deintervenţie cucaracter personal | Elevulprezintărareori ideiutile în timpullucrului îngrup şi nu ţinepasul cuevoluţiagrupului săude lucru. | Elevulcontribuie cupromptitudinela grupul delucru, deşi,uneori, devine distrat. | Elevulcontribuie lagrupul său de lucru şi este responsabilpentrusarcinile lui | Elevulcontribuie lagrupul delucru şiîi stimuleazăpe colegii luisă participe.Contribuţia sa este crucială pentrusuccesulgrupului delucru. | \_\_/4 |
| Relaţia cucolegii de grup | Elevul aratăindiferenţă sau exercită o conducere, cu un impactnegativ asuprafuncţionăriigrupului delucru. | Elevul se aratăinteresat deşinu interferează cu dinamica grupului de lucru | Elevul se aratăinteresat şi cu dinamica grupului de lucruşi aduce ocontribuţiepozitivă la ea. | Elevulinteracţioneazăpozitiv cuceilalţi sauprezintăaptitudinipozitive deconducere, cuun impactpozitiv asuprafuncţionăriigrupului delucru | \_\_/4 |
| Luarea deciziilor | Elevul nuîncearcă sărezolve oriceproblemă sau să-şi ajutecolegii  | Elevul nuprezintă nici o soluţie, dareste dispus săîncercesoluţiileprezentate decătre alţii. | Elevul aducecontribuţiiimportante, în scopul de a îmbunătăţisoluţiileprezentate de către alţii. | ElevulIncearcă, înmod activ,soluţii şiprezintă soluţiipentruproblemă. | \_\_/4 |
| Managementultimpului | Elevul nu îşiterminăsarcinile la timp şi ca rezultatgrupul nupoate respectatermenele. | Elevul nu işiterminăsarcinile la timp.Deşi grupulpoate primi încontinuaretermene,calitatealucrului îngrup esteafectată de unașacomportament | Elevul opreştefinalizareasarcinii, dar la final,poatetermina latimp, precumşi grupul poaterespectatermenele. | Elevul poategestionatimpul său în modcorespunzător,pentru realizareasarcinilor la timp. | \_\_/4 |
| Participareaorală | Elevul nuparticipă sau mereuvorbeşte, nu permite altora să vorbească. | Elevulparticipădestul de des,împiedicândparticipareaorală a altora | Elevul îi poateauzi pe colegii săi, dar,uneori, vorbește prea mult, nu permite altora să vorbească. | Elevul poateauzi şi vorbiîntr-un modechilibrat. | \_\_/4 |
| **TOTAL** | **\_\_/24** |

**Tabel B–** Grilă de autoevaluare

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **0** | **1** | **2** | **3** | **Scor** |
| Responsabilitate pentru sarcini sau roluri în cadrul grupului | Nu am efectuat nici unul din rolurile/sarcinile pentru care am fost responsabil. Ele au fost efectuate de colegii din grupul meu. | Am efectuatrareori oricaredintre sarcinile/rolurile pentrucare am fostresponsabil. Demulte ori amnevoie de alţiipentru a-mireaminti desarcinile mele. | Am efectuatfrecvent sarcinile/rolurile pentrucare am fostresponsabil.Am nevoie rarde alții să-miamintească desarcinile mele | Am realizatsarcinile/rolurilepentru care amfost responsabil. Nu este nevoie de nimeni să-miamintească desarcinile mele. | \_\_/3 |
| Tip deintervenţie cucaracterpersonal | Am prezentat rareori idei utile în timpul lucrului în grup. Nu am ținut pasul cu evoluția grupului de lucru. | Am contribuitprompt la lucrulîn grup, deşi,uneori m-amdistras. | Am contribuit la lucrul în grup și am fost responsabil pentru sarcinile mele. | Am contribuitla lucrul în grupşi am stimulatparticipareacolegilor mei.Contribuţia meaa fost importantăpentru a aveasucces la lucrulîn grup. | \_\_/3 |
| Relaţia cucolegii mei | M-am uitatindiferent sauam exercitat un impact negativasuprafuncţionăriigrupului meu. | Nu aminterferat cudinamica degrup de lucru. | Am avut ocontribuţiepozitivă ladinamica degrup. | Aminteracţionatpozitiv cuceilalţi sau mi-am prezentataptitudinilepozitive deconducere, cuun impactpozitiv asupramea, la lucrul îngrup. | \_\_/3 |
| Luareadeciziilor | Nu am încercat să rezolv nicio problemă sau m-au ajutat colegii mei. | Nu am nici unfel de soluţii,dar am fostdispus să încercsoluţiileprezentate decătre alţii. | Am aduscontribuţiiimportante în scopul de a îmbunătăţisoluţiileprezentate de către alţii. | Am căutat înmod activpentru aprezenta soluţiiîn vederea rezolvăriiproblemei. | \_\_/3 |
| Gestionareatimpului | Nu am terminatsarcinile melela timp şi, caurmare, grupulmeu nu a pututrespectatermenele. | Nu am terminatsarcinile mele latimp. Deşigrupul ar puteaprimi în continuaretermene,calitatealucrului în grupa fost afectatădecomportamentulmeu. | Nu am terminatsarcinile melela timp, dar lasfârșit am pututtermina la timpşi grupul aputut respectatermenele. | Am reușit săgestioneztimpul în modcorespunzător,şi am încheiatsarcinile melela timp. | \_\_/3 |
| Participareaorală | Nu amparticipat sauam fost mereuvorbăreţ,nepermiţândparticipareacelorlalţi colegi. | Am participatdestul de des,împiedicându-i total pe alții săparticipe oral. | Am ascultat, daruneori amvorbit preamult,nepermiţândaltora săvorbească. | Am ascultat şiam vorbit într-un modechilibrat | \_\_/3 |
| **TOTAL** | **\_\_/18** |

**Tabel C –** Grilă de evaluare a competenței de comunicare **(evaluarea de către profesor a prezentării de grup )**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **Scor** |
| Utilizareacorectă aconceptelorştiinţifice sauinformaţii | Grupulfoloseşteincorectconcepteştiinţifice sauinformaţii, înmai multerânduri. | Uneori, grupulfoloseşteincorectconcepteştiinţifice sauinformaţii. | Grupulfoloseşte corectconcepteleştiinţifice sauinformaţiile. | Prezentareagrupuluioglindeşte outilizarecompetentă de concepteştiinţifice sau informaţii. | \_\_/4 |
| Justificareaargumentelor | Elementele degrup nu potacoperi uneleaspecte alemuncii lor. Eiduc lipsă decunoştinţecorespunzătoaresau abilităţi. | Multe elementeale grupului au o slabăcunoaştere cuprivire laconţinutul sarcinilorgrupului delucru sau nusunt în măsurăsă apereargumenteleexpuse. | Cele mai multeelemente alegrupului aucunoştinţeadecvate cuprivire laconţinutul sarcinilorgrupurilor delucru şi potapăraargumenteleexpuse. | Toateelementele din grup au ocunoaştereprofundă cuprivire laconţinutul sarcinilorgrupului delucru şi pot apăraargumenteleexpuse. | \_\_/4 |
| Folosirealimbajului | Folosesc unlimbaj sărac, fac greşeligramaticale şide pronunţie.Prezentarea şiutilizareaconceptelorştiinţifice este incorectă. | Unii fac greşeligramaticale şi, uneori,pronunţiaconceptelorştiinţifice este incorectă. | Folosesc unlimbaj adecvat,fără greşeligramaticale sau de pronunţie.Utilizeazăcorect noţiunileștiinţifice. | Folosesc unlimbaj bogat şi complex, cu nici o greşealăgramaticală sau de pronunţie.Utilizeazăcorect aconcepteleştiinţifice. | \_\_/4 |
| Coordonareaîntreelementelegrupului | Lipsă decoordonareîntre elementelede grup.Prezentare degrupnestructurată. | Slabă coordonareprintreelementele degrup. Uniidintre ei nu au lucrat laprezentarea de grup. | Coordonaremuțumitoareîntre elementelegrupului. Cutoate acestea,unii dintre ei nu au lucrat pe prezentarea de grup cu ceilalți. | Coordonareexcelentă între toate elementelede grup.Prezentare binestructurată.Rezultă o linie coerentă. | \_\_/4 |
| Claritate şiobiectivitate | Prezentarelipsită declaritate şiobiectivitate. Eanu facedominanteproblemele celemai importante. | Prezentareclară, dar îilipseşteobiectivitatea.Multe detalii nu sunt relevantprezentate. | Prezentareclară, dar pebaza unordetalii care nu sunt relevante. | Prezentare clarăşi obiectivă,făcânddominanteproblemele cele mai importante. | \_\_/4 |
| Prezentareainformaţiei | Elevii dingrup citescinformaţiile înloc de a leexpune. | Elevii dingrup citesc cele mai multe informaţii în loc de a le expune | Elevii dingrup expuninformaţiile, dar citesc deasemenea, unele notesuplimentare. | Elevii din grup expuninformaţiile. | \_\_/4 |
| Capacitatea decreştere aangajamentului | Prezentaresărăcăcioasă în imposibilitatede a ţine colegiiangajaţi în ea. | Prezentaresărăcăcioasă, nu întotdeaunacapabilă de aţine colegiiangajaţi în ea. | Unele situatii de criză în timpulprezentării. Cu toate acestea,este capabil să menţină colegiiangajați. | Prezentare bineconstruită. Se pot menţine colegiiangajaţi în ea. | \_\_/4 |
| Suportaudiovizual | Prezentarea nuface uz de niciun elementaudiovizual care să osusţină sau săfacă oriceconţinut sauidee dominantă(imagini,grafice, clipurivideo) | Prezentareaface uz depuţine elementeaudiovizuale. | Prezentareaface uz de unele elemente decalitateaudiovizuale,dar acestea nu sunt pe deplinexplorate. | Prezentareaface uz deelemente decalitateaudiovizuale , menite să-l susţină sau săfacă oriceconţinut sau idee dominantă(imagini,grafice, clipurivideo). | \_\_/4 |
| Creativitate | Prezentării îilipseştecreativitatea înceea ce priveştemetodologiasau materialeleutilizate. | Utilizareacâtorvaelementecreativemetodologice şi materiale puţincreative. | Utilizarea demulte elementecreativemetodologice şi a mai multormaterialecreative. | Prezentareacreativă în ceeace priveştemetodologiasau materialeleutilizate. | \_\_/4 |
| Gestionareatimpului | Prezentarea nurespectă toatelimitele de timpplanificate (fieprea scurtă sauprea extinsă) | Prezentarea seextindeconsiderabilpeste termenelede timpplanificate. | Prezentarea seextinde puţinpeste termenelede timpplanificate. | Gestionareexcelentă atimpului | \_\_/4 |
| Tonul vocii | Ton scăzut alvocii, monoton,fără inflexiunisauexpresivitate. | Oscilaţii maripe tonul vocii. Cu toateacestea, lipsă de expresivitate. | Ton de voceadecvat în cel mai mult timp alprezentării.Prezintăinflexiune şiexpresivitate. | Ton de voceadecvat în timpulprezentării. O bunăcoordonareîntre voce şiaudiovizualfolosite casuport. | \_\_/4 |
| Folosirea de informații relevante, inclusiv a experienței proprii de viață | Informațiile folosite nu sunt relevante și nu se face apel deloc la experiența proprie de viață. | Unele informații sunt relevante și este apelată experiența proprie de viață a membrilor grupului în unele cazuri. | Majoritatea informațiilor sunt relevante, iar experiența de viață a membrilor grupului este folosită des. | Toate informațiile folosite sunt relevante pentru scopul lecției. Este folosită experiența proprie de viață în toate situațiile expuse. | \_\_/4 |
| **TOTAL** | **\_\_/48** |

**Tabel D –** Grilă de evaluare a experimentului

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** |  |
| Aranjarea materialelor | Materialele necesare derulării experimentului sunt incomplete și aranjate întâmplător. | Materialele necesare derulării experimentului sunt prezente pe masa de lucru, dar sunt aranjate întâmplător. | Toate materialele sunt prezente pe masa de lucru și sunt aranjate corespunzător. | **\_\_/3** |
| Respectarea protocolului de lucru(colectarea datelor) | Etapele derulării experimentului nu respectă ordinea din protocol. | Etapele derulării experimentului se desfășoară ezitant, cu întârziere, dar corect. | Sunt respectate etapele experimentului și sunt realizate manipulări de instrumentar, fără ezitări. | **\_\_/3** |
| Prelucrarea datelor | Datele din tabel conțin erori. | Datele din tabel sunt corecte, dar tabelul este incomplet. | Tabelul conține date complete și corecte. | **\_\_/3** |
| Interpretarea datelor  | Nu există concluzii în urma derulării experimentului | Nu se regăsesc toate concluziile în urma derulării experimentului. | Concluzii clare, complete | **\_\_/3** |
| Cooperarea și participarea în cadrul grupului | Refuză să coopereze. | Acceptă cooperarea în 50% din situații. | Participă și cooperează constant în cadrul acțiunilor grupului. | **\_\_/3** |
| Demonstrarea unor abilităţi de lider  | Stă retras tot timpul. | Participă, dar nu se afirmă ca lider. | Se implică, preia rolul de lider. | **\_\_/3** |
| **TOTAL** | **\_\_/18** |

**Se acordă din oficiu 10 puncte.**

 Ne-am propus, de asemenea, să cuantificăm și munca grupului în ansamblu, utilizând următoarea scală pentru a descrie ce s-a întâmplat în timpul deliberării:

 Nimeni Unii Majoritatea Toţi

 1 2 3 4

* 1. Elevii au vorbit direct unii cu alţii.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
	2. Elevii s-au concentrat pe întrebarea deliberării.\_\_\_\_\_\_\_\_
	3. Elevii au exprimat, ascultat, respectat, înţeles şi analizat diferite opinii.\_\_\_\_\_\_
	4. Elevii au pus întrebări de clarificare, la nevoie.\_\_\_\_\_\_
	5. Elevii au avut informaţii suficiente şi timp pentru a dobândi o înţelegere mai profundă a problemei.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
	6. Elevii au folosit informaţii relevante, inclusiv experienţa de viaţă, în mod logic.\_\_\_\_\_\_\_\_\_
	7. Elevii s-au implicat intelectual şi emoţional.\_\_\_\_\_\_\_\_\_
	8. Elevii au luat o decizie argumentată.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Anexa nr. 1**

**Strategia IBSE**

*Etapele parcurse în cadrul metodei IBSE*

**Anexa nr. 2**

**Principiile RRI**

Orice demers de cercetare-inovare trebuie realizat în contextul asumării de către cercetător a unor responsabilități de ordin social și individual.

Aceasta înseamnă că cercetarea-inovarea trebuie să respecte o serie de principii de etică socială, să fie benefică pentru societate, în ansamblu, și pentru fiecare individ în parte, să ia în calcul raportul dintre beneficii și riscuri, să contribuie la progresul umanității, să se subordoneze unor scopuri pozitive etc..

Principiile specifice RRI vizează:

1. Implicarea - evidențierea rolului tuturor actorilor sociali (cercetători, oameni de afaceri, conceptori de politici sociale, societate civilă etc.) în procesul de cercetare-inovare responsabilă.
2. Egalitatea de gen – asigurarea reprezentativității optime a femeilor în activități de cercetare și inovare.
3. Educația științifică – instrumentarea elevilor cu un set de cunoștințe și capacități necesare pentru participarea responsabilă în procesul de cercetare și inovare.
4. Accesibilitatea – asigurarea transparenței și accesului liber la rezultatele activităților de cercetare și inovare, în vederea stimulării acestora și a valorificării adecvate la nivel social.
5. Etica – respectarea și valorificarea principiilor eticii în procesul de cercetare-inovare.
6. Guvernanța – conștientizarea rolului pe care îl au decidenții politici în ceea ce privește prevenirea/combaterea unor demersuri de cercetare-inovare care fac abstracție de principiile eticii și pot aduce prejudicii în plan social.

**Anexa nr. 3**

**Modelul 6E**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Etapă** | **Descriere** | **Strategii utilizate** |
| 1. Implicare

(Engage) | Prin modalități adecvate, elevilor trebuie să li se cultive interesul pentru tema/temele propuse. Vor fi planificate activităţile de învăţare, derulate în mediile formal, nonformal şi informal, după caz. | Activități aplicative, vizite la Centre de Ştiinţă/Muzee, vizionare filme relevante pentru tema/temele propuse, prezentări ale unor cercetători, oameni de știință, experți etc.. Elevii pot achiziţiona informaţii folosind tehnologii mobile, pot realiza videoclipuri, fotografii sau pot procesa date, partajate ulterior într-un grup - Facebook, de exemplu. |
| 1. Explorare

(Explore) | Elevii formulează întrebări, elaborează ipoteze, fac investigații preliminare, analizează date, reflectează asupra rezultatelor obținute etc.Profesorul își asumă rolul de facilitator, furnizând elevilor materiale relevante pentru demersul investigativ.  | Activități experimentale, de documentare, activități de învățare prin cooperare etc.Platforma web poate fi utilizată pentru a colecta date, pentru a compara şi partaja rezultatele obţinute. |
| 1. Explicare

(Explain) | Se diseminează în grup/clasa de elevi cunoștințele științifice identificate, se obține feedback din partea profesorului/colegilor, se restructurează / completează / corectează cunoştinţele, prin raportare la feedback-ul primit și valoarea lor socio-științifică. | Profesorii şi elevii structurează conţinuturile achiziţionate, produsele activității lor fiind postate și pe platforma web.  |
| 1. Elaborare

(Elaborate) | Activitatea elevilor se focusează pe probleme specifice Cercetării şi Inovării Responsabile. Elevii vor adresa întrebări cercetătorilor, experţilor ştiinţifici, vor asocia experiențele noi cu cele anterioare, ceea ce va genera o înțelegere mai profundă a temei /temelor propuse. | Platforma web este utilizată de către elevi și experții științifici pentru a adresa întrebări, a formula probleme, a împărtăși experiențe, a furniza răspunsuri etc.. |
| 1. Diseminare / Partajare /

Prezentare / Expunere (Exchange) | Una dintre sarcinile importante ale elevilor și profesorilor este proiectarea unei expoziţii care va fi deschisă publicului în Centrele de Ştiinţă, Muzee şi/sau Biblioteci. În cadrul expoziţiei, vor fi expuse postere, videoclipuri, machete, precum şi alte tipuri de produse. | Se lansează competiţii pentru cea mai bună expoziţie, iar câştigătorii vor participa la o expoziţie organizată la nivel european şi găzduită de unul dintre partenerii proiectului.  |
| 1. Evaluare

(Evaluate) | Elevii sunt evaluați pentru a verifica măsura în care au realizat achiziții durabile, raportate la finalitățile prestabilite. Evaluarea se va îmbina cu autoevaluarea și interevaluarea. | Teste on-line, portofolii, proiecte, chestionare, interviuri, sondaje de opinie etc..  |

**Recunoaştere:**

Aceste materiale au fost realizate în cadrul programului de formare IRRESISTIBLE, propus şi organizat de Universitatea Valahia din Târgovişte. Pentru mai multe informaţii, se poate consulta site-ul proiectului IRRESISTIBLE: <http://www.irresistible.ssai.valahia.ro/>, precum şi pagina Facebook: *Irresistible project Romania*.