

CZU: 37.015:004

DOI: 10.36120/2587-3636.v25i3.44-58

## IMPLEMENTAREA METODEI INSTRUIREA PRIN INVESTIGARE ÎN PREDAREA CURSULUI „STRUCTURI DE DATE ȘI ALGORITMI”

**Andrei BRAICOV**, dr., conf. univ.

<https://orcid.org/0000-0001-6416-2357>

**Tatiana VEVERIȚA**, dr., lector univ.

<https://orcid.org/0000-0002-0798-0174>

Universitatea de Stat din Tiraspol

**Rezumat.** În acest articol se examinează modalitățile de implementare a metodei *Instruirea prin investigare* în predarea cursului „Structuri de Date și Algoritmi”. Sunt puse în evidență recomandări metodice de aplicare a prezentei metode, precum și instrumentele TIC care permit organizarea eficientă a *Instruirii prin investigare*.

**Cuvinte-cheie:** Instruire prin investigare, programare, TIC.

## IMPLEMENTATION OF THE INQUIRY-BASED LEARNING METHOD IN TEACHING THE „DATA STRUCTURES AND ALGORITHMS” COURSE

**Summary.** This article examines the ways to implement the concept of Inquiry-Based Learning in delivering of „Data Structures and Algorithms” course. There are highlighted methodological recommendations for the application of this method and ICT tools that allow the organization of training through Inquiry-Based Learning method.

**Keywords:** Inquiry-Based Learning, programming, ICT.

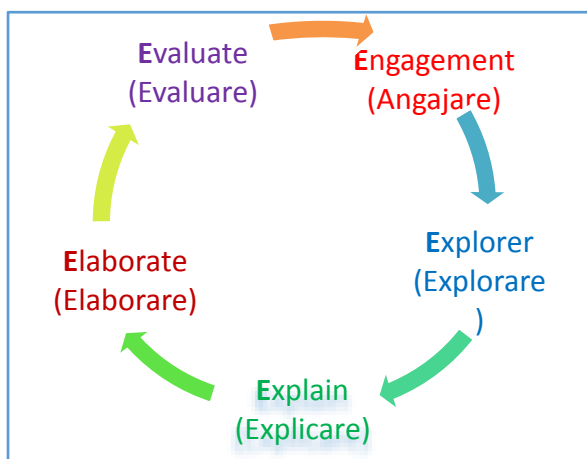
### 1. Prezentarea generală a metodei *Instruirea prin investigare*

*Instruirea prin investigare* (IPI) presupune implicarea activă a elevului în atingerea obiectivelor de învățare **prin activități de cercetare și investigare**. IPI încurajează elevii să utilizeze experiențele și cunoștințele anterioare, intuiția, imaginația, creativitatea pentru a căuta noi informații și pentru a descoperi fenomene, corelații și noi adevăruri. Astfel, elevii devin creativi, comunicabili, critici, siguri pe sine, activi, colaborativi, inovatori.

Principalele caracteristici ale IPI sunt:

- ✓ Elevii sunt provocați, antrenați în învățare prin întrebări și/sau probleme despre care ei vor să afle mai multe.
- ✓ Se acordă prioritate dovezilor „palpabile”, reale.
- ✓ Se reformulează explicațiile și se formulează noi explicații pe baza dovezilor.
- ✓ Comunicarea dintre colegi se realizează prin explicații și argumentări.
- ✓ Elevii își conectează explicațiile la cunoașterea științifică.
- ✓ Se aplică cunoștințele în noi situații.
- ✓ Se evaluează cunoștințele și procesul dobândirii lor.

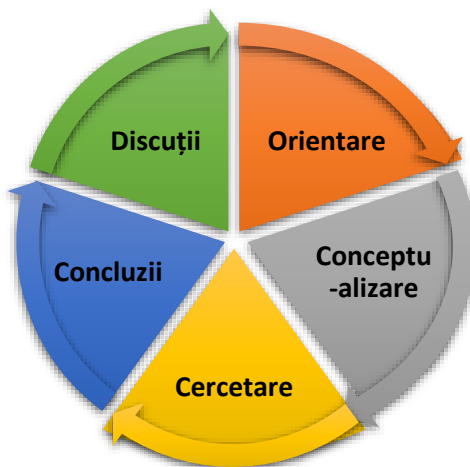
Aceste activități urmează modelul *Ciclul 5E al învățării* propus de R. Bybee în 1989 (figura 1).



**Figura 1. Ciclul 5E al învățării după R. Bybee**

Pentru a dezvolta abilitățile de cercetare și investigare este important ca profesorul să știe cum să abordeze investigația. În instruirea prin investigare domină metodele care implică **lucrul în echipă, discuțiile, simulările, activitățile interactive, analiza imaginilor, vizionarea clipurilor etc.**

Instruirea prin investigare este o abordare inovativă a didacticii moderne în care întrebările, ideile și observațiile elevului stau la baza învățării. Profesorul joacă un rol activ în procesul de predare- învățare. El este cel care tratează respectuos ideile elevilor, le redefinește, le îmbunătățește și îi conduce prin întrebări suplimentare la înțelegerea profundă a materialului studiat. Pentru elevi procesul de învățare implică investigații asupra unei întrebări sau probleme, deducerea unor raționamente bazate pe dovezi și rezolvarea creativă a problemelor. Redirecționarea curiozității inițiale ale elevilor către activități de cercetare regulate este una dintre marile provocări ale IPI. În acest proces profesorul joacă un rol important. El trebuie să știe cum să găsească și să extindă ideile, cum să pună întrebările și cum să efectueze o investigație. Astfel, rolul lui se schimbă din transmițător de informație, în unul provocator, care găsește modalitățile creative de a conduce elevii către idei și concepte noi, care oferă potențialul optim de investigare în ceea ce privește angajarea elevilor în activitățile de investigare.



**Figura 2. Etapele de organizare a instruirii prin cercetare**

Astfel, procesul de realizare a unei activități IPI parcurge următoarele etape:

**Etapa 1: Orientarea.** La această etapă *profesorul introduce un subiect sau un concept nou.*

El poate începe cu întrebări și/sau probleme care au menirea să trezească curiozitatea elevilor.

*Exemple:*

Disciplina	Conceptul/tema	Întrebarea
Fizică	Fenomene electrice și magnetice	De ce se electrizează hainele?
Fizică	Viteza sunetului și viteza luminii	De ce când are loc trăsnetul mai întâi vedem lumina lui, apoi auzim tunetul?
Matematică	Proporții, Procente	Putem spune că roada din 2021 este mult mai mare decât în 2020 dacă în 2021 s-au cules cu 200 de kg de mere mai mult decât în 2021?
Informatică	Fișiere HTML	Ce este un site și cum poate fi elaborat el?
Biologie	Bazele geneticii	De ce fratele are ochii tatălui meu?
Geografie	Vremea și elementele ei	Cum se fac prognozele meteo?
Științe	Stările de agregare ale apei	Poate apa să rămână lichidă sub zero grade Celsius?
Informatică	Design grafic	De ce roșu, galben și albastru sunt culorile primare în pictură, dar ecranele computerului folosesc roșu, verde și albastru?

Deseori, întrebările spontane ale elevilor care reflectă curiozitatea autentică, pot fi un punct important de început. Există momente în care o simplă întrebare a elevilor poate duce la o investigație amplă. Uneori, cercetarea poate începe nu cu o întrebare sau problemă, ci cu o experiență comună - un eveniment social, o excursie, un blog, o imagine, un GIF, un videoclip, o carte etc., care provoacă curiozitatea elevilor și ajută la stabilirea unui interes comun tuturor membrilor clasei.

De exemplu, prezentând elevilor imaginea din fig. 3 am putea iniția o discuție cu elevii despre eventualele riscuri ale tehnologiilor 5G pentru sănătatea oamenilor. Această imagine ar putea fi urmată de întrebarea: „Cum crezi, care ar fi mesajul transmis de această imagine?”.



**Figura 3. Eventualele efecte ale tehnologiilor 5G**

Indiferent care este punctul de plecare către investigație, important este ca investigația să provoace interesul elevilor către cercetare și să ofere oportunități și resurse pentru analize profunde ale acestora.

**Etapa 2: Conceptualizarea.** La această etapă *elevii dezvoltă întrebări legate de conceptul nou, fac preziceri, formulează ipoteze.*

Scopul acestei etape în procesul de cercetare este de a efectua cercetări și de a identifica potențiale răspunsuri la întrebările legate de conceptul cercetat. Elevii pot căuta informații în cărți, în reviste și pe Internet. Rolul profesorului la această etapă este de a modela curiozității și de a dirija activitatea elevilor spre o înțelegere cognitivă.

Această etapă este caracterizată de interacțiuni, care pot fi de diferite tipuri:

- ✓ Elev-resurse. Elevul examinează resurse obținute prin mijloace formale (adică prin cercetare) și informale (de exemplu, prin citire, accesând medii sociale și digitale, prin colaborare). Mulțimea de resurse poate fi modelată sau completată cu materiale elaborate și/sau furnizate de profesori.
- ✓ Elev-colegi. Această interacțiune este aleasă de către profesor sau elev și depinde de nevoia de informare.
- ✓ Elev-experti (în domenii relevante cercetării).
- ✓ Elev-media (digital, text, date exacte etc.).

*Exemplu:*

La studierea noțiunilor *rapoarte* și *proporții* profesorul prezintă elevilor un filmuleț despre rapoarte (<https://www.youtube.com/watch?v=zxZBeoEj5WA>) și cere elevilor să găsească exemple din viața reală în care pot fi folosite rapoartele. Poate utiliza exemple din viața reală (*Având desenată o pisică, dorim să o desenăm de 3 ori mai mare. Cum facem acest lucru fără a deforma imaginea? Ce fel de măsurători trebuie să facem pentru a obține imaginea mai mare?*).

Găsind răspunsurile la întrebări, elevii îmbină informațiile colectate și încep să facă legături între conceptele de bază. Aici, capacitatea de a sintetiza informațiile este scânteia care duce spre formarea noilor cunoștințe. Elevul poate genera noi gânduri, idei și teorii care nu sunt inspirate direct din propria experiență.

**Etapa 3: Investigarea.** La această etapă elevii preiau inițiativa și, asistați de profesor, *caută dovezi sau contraargumente pentru a infirma sau a aproba potențialele răspunsuri, verifică ipotezele formulate* la etapa precedentă.

Este cea mai de durată etapă a instruirii prin investigare. Se realizează prin analiza datelor, identificarea și clarificarea conceptelor greșite. După citirea, vizionarea și interacțiunea cu o varietate de resurse de învățare, această etapă a procesului de cercetare se concentrează în jurul elevilor, care clarifică atât propria lor gândire, cât și natura „lucrurilor” din jurul lor: idei pentru proiecte, provocări științifice, oportunități pentru revizuire, noi viziuni pentru abordarea problemelor persistente etc. Modelele de gândire sunt atât interioare și reflexive, cât și exterioare și comunicative. În acest fel, elevii reflectă asupra propriilor cunoștințe și își deschid noi căi de cercetare. La această fază elevii experimentează și colectează date relevante investigării. Pe măsură ce elevii se angajează în aceste activități, se așteaptă ca aceștia să revină continuu la înțelegerea profundă a problemei investigate.

*Exemplu:* La studierea funcției de gradul I elevii trasează grafice cu rigla și creionul modificând coeficienții  $a$  și  $b$  a funcțiilor  $y = ax + b$ ,  $y = ax - b$ . Același lucru îl pot face mai rapid, utilizând aplicația GeoGebra. Introducând diferite coordonate ale punctelor, ei verifică apartenența lor la cadranele sistemului cartezian de coordonate. Ei explorează funcția de gradul I prin variația valorilor  $a$  și  $b$ .

**Etapa 4: Concluzionarea.** Această fază se concentrează pe *solicitarea elevilor de a analiza în mod critic datele, de a testa ipoteze și de a-și rafina răspunsurile la întrebările de bază ale investigației.* În acest moment, elevii își împărtășesc unul altuia ideile și îi întreabă pe ceilalți despre propriile experiențe și investigații. Un astfel de schimb de cunoștințe este un proces de gândire în care elevii încep să înțeleagă semnificația investigației lor. Compararea datelor, discutarea concluziilor și schimbul de experiență sunt câteva exemple de activități ale acestui proces activ.

În cazul exemplului anterior (referitor la studierea funcției de gradul I), profesorul poate solicita elevilor să găsească exemple din economie, sociologie în care se cer reprezentate graficele funcției de gradul I. Plecând de la aceste exemple, elevii trasează grafice, răspund la întrebări.

La lecțiile de fizică, chimie, informatică ș.a., la această etapă elevii vor scrie formulele studiate în cadrul orelor, vor formula concluzii pe baza experimentelor realizate.

*Exemple:*

- ✓ „Determinați densitatea corpului cunoscând densitatea lichidului.”;
- ✓ „Scrieți formula pentru determinarea densității lichidului.”;
- ✓ „Descrieți o metodă eficientă prin care putem economisi energie”;
- ✓ „Ce se înțelege prin sortarea unui vector?” etc.

**Etapa 5: Discuții.** Acest pas presupune rezervarea perioadei de timp *pentru reflecție.* Este etapa în care *elevii cugetă asupra întrebărilor inițiale, asupra căii găsite de soluționare a problemei și asupra concluziilor.* Elevul se uită înapoi și poate lua decizii noi. Profesorul poate formula întrebări de genul: „S-a găsit o soluție?”, „Au apărut întrebări noi?”, „Ce ați putea spune acum?”, „Care soluție este mai bună?” etc.

La etapa discuțiilor elevii reflectă asupra temei studiate prin realizarea unui produs final. Acesta poate fi un afiș, o prezentare, un film, un joc, o aplicație etc. De exemplu, în cazul studierii temei „Fenomene electrostatice - tunete, fulgere, ploaia” elevii pot analiza conceptele studiate prin crearea unei aplicații care simulează o furtună.

## **2. Recomandări metodice de aplicare a instruirii prin investigare**

O activitate de investigare reușită captivează atenția elevilor pe tot parcursul ei. Ea trebuie concepută astfel, încât să satisfacă nevoile de învățare ale elevilor, provocându-i în același timp să dobândească cunoștințe și abilități noi.

Oferirea de informații și activități nu este suficientă pentru a iniția un proces eficient de învățare. Este importantă captarea atenției, deoarece ea motivează elevii să se implice în procesul de învățare și să mențină concentrarea pe cercetării.

Puteți capta atenția elevilor:

- ✓ punând întrebări provocatoare sau probleme interesante (de exemplu: „Poate inima omului să păstreze amintiri?”);
- ✓ introducând un nou subiect care arată conexiunile cu învățarea anterioară sau aplicațiile din lumea reală (de exemplu: „Câte tipuri de energie cunoști?”);
- ✓ încorporând multimedia prin care elevii, de regulă, devin mai receptivi (de exemplu: privește filmul și vei descoperi care sunt cele trei principii ale dinamicii enunțate de Newton);
- ✓ introducând neconcordanțe sau conflicte pentru a trezi curiozitatea;
- ✓ folosind o noutate, o surpriză sau o neclaritate pentru a provoca interes.

Odată ce elevii sunt antrenați în procesul de învățare, este important să-și mențină interesul pe tot parcursul procesului. Pentru a le menține interesul profesorul poate:

- ✓ pune regulat întrebări sau să prezinte probleme de rezolvat;
- ✓ inițiază discuții intermediare în clasă pentru a verifica conceptele greșite;
- ✓ verifică în mod regulat înțelegerea elevilor (de exemplu, folosind un chestionar cu întrebări care oferă feedback automat);
- ✓ introduce noi linii de gândire;
- ✓ încorporează diferite medii digitale pentru a rupe rutina.

Chiar dacă este trezit interesul, motivația se poate pierde dacă conținutul nu este înțeles de către elev. Prin urmare, este important ca învățarea să fie relevantă prin conectarea conținuturilor de învățare la interesele lor și la cunoștințele anterioare.

Elevii vor rămâne motivați dacă au încredere în forțele proprii și reușesc să realizeze sarcinile propuse. Pentru a ajuta elevii să aibă așteptări pozitive:

- ✓ începeți cu probleme simple și creșteți treptat nivelul de dificultate;
- ✓ oferiți indicii la ceea ce trebuie să facă;
- ✓ anticipați erorile care pot apărea;
- ✓ demonstrați utilizarea unui laborator sau îndrumați elevii pentru a se familiariza cu el;
- ✓ oferiți asistență ajustând conținutul la cunoștințele și nivelul de dezvoltare al elevilor;
- ✓ dați elevilor mai slabi ipoteze parțial complete sau hărți conceptuale incomplete;
- ✓ creați feedback amplu și pozitiv și explicativ în loc de un simplu feedback corect;
- ✓ oferiți posibilitatea elevului de a aplica cunoștințele și abilitățile noi dobândite.

Spre exemplu la studierea graficelor funcției, după cercetarea conceptelor fundamentale de definire a graficelor funcțiilor și identificarea modelului matematic de realizare a graficului unei funcții elevii construiesc grafice atât manual, cât și prin intermediul instrumentelor de calculator. Gradul de dificultate ale acestor exemple crește prin aplicarea acestor concepte în probleme din diverse domenii precum: economie, biologie.

Deseori procesul de învățare nu este optim din cauza suprasolicitării memoriei. Pentru a evita acest lucru în resursele digitale educaționale:

- ✓ folosiți cuvinte îngroșate (Bold), săgeți etc. pentru a atrage atenția asupra anumitor părți ale unui text sau imagine;
- ✓ alegeți videoclipuri care nu sunt prea lungi - 3 minute sau mai scurte;
- ✓ includeți atât cuvinte, cât și imagini care se completează reciproc;
- ✓ dați nume etapelor de cercetare;
- ✓ împărțiți o etapă în care elevii trebuie să exerseze mai mult în două părți;
- ✓ oferiți informații despre modul în care elevii ar trebui să procedeze după finalizarea unei sarcini și/sau a unei faze;
- ✓ eliminați materialul neesențial;
- ✓ utilizați funcționalitatea „Sugestii” pentru a oferi suport suplimentar celor care au nevoie de acesta.

Reflecția asupra învățării este un element important al acestui proces. Stimularea reflecției poate fi realizată prin:

- ✓ promovarea explicațiilor proprii și reflecției în timpul cercetării;
- ✓ includerea punctelor de verificare pentru discuții la nivel individual, la nivel de grup sau la nivelul întregii clase.

O activitate de investigare bună nu trebuie să acopere întregul ciclu de cercetare. Ea poate fi axată pe anumite elemente ale ciclului, însă fiecare activitate trebuie să se concentreze în jurul investigațiilor. Toate activitățile ar trebui să includă cel puțin o activitate practică (de laborator).

### 3. Exemplu de implementare a metodei *Instruirea prin investigare*

Cursul/modulul: *Introducere în algoritmi.*

Unitatea de învățare: *Sortarea prin selecție.*

Timp alocat: 2 x 45 min = 90 min.

#### 1. Etapa de *Orientare*

Profesorul va organiza următoarele sarcini/activități:

- Vizualizați următorului video: <https://youtu.be/Ns4TPTC8whw> (fig. 3).



Figura 3. Dansul ordonării prin selecție: <https://youtu.be/Ns4TPTC8whw>

- b) Răspundeți la următoarele întrebări cu referire la conținutul acestui video:
- ✓ În contextul programării ce ilustrează acest dans?
  - ✓ De ce dansatorii poartă numere?
  - ✓ Care este ordinea numerelor la începutul dansului?
  - ✓ Care este ordinea numerelor la sfârșitul dansului?
  - ✓ Fie  $M$  elementul (numărul) de pe poziția  $i$ . În ce situație și cu ce element (număr) a fost interschimbabil  $M$ ? (Dacă elementul  $M$  a fost mai mare decât cel mai mic dintre elementele de pe pozițiile  $i + 1, i + 2, \dots, n$ , unde  $n$  este numărul total de elemente, atunci el a fost interschimbabil cu acesta).
- c) Luând în calcul răspunsul la ultima întrebare, formulați principiul de ordonare crescătoare a elementelor (Ipoteza cercetării: Fiecare element  $M$  de pe poziția  $i$  se inter schimbă cu cel mai mic dintre elementele de pe pozițiile  $i, i + 1, \dots, n$ , unde  $n$  este numărul total de elemente și  $i$  ia pe rând toate valorile de la 1 la  $n - 1$ ).

## 2. Etapa de Conceptualizare

Profesorul anunță obiectivele lecției. La această lecție elevii vor afla:

- Ce este sortarea prin selecție.
- Cum să o programezi.
- De ce este considerată „mai bună” decât sortarea prin metoda bulelor.

În această lecție elevii vor afla despre un algoritm pentru sortarea elementelor unui masiv, denumit *Sortarea prin selecție* (Selection sort). Profesorul va atrage atenția elevilor că există mai mulți algoritmi pentru sortarea datelor, adică pentru aranjarea elementelor unui masiv într-o anumită ordine. Acești algoritmi sunt utilizați în diverse situații din viața reală.

El va propune un alt exemplu de utilizare a sortării cu bule pe o listă de numere: <https://youtu.be/XeP1K3UZ35M> (fig.4).

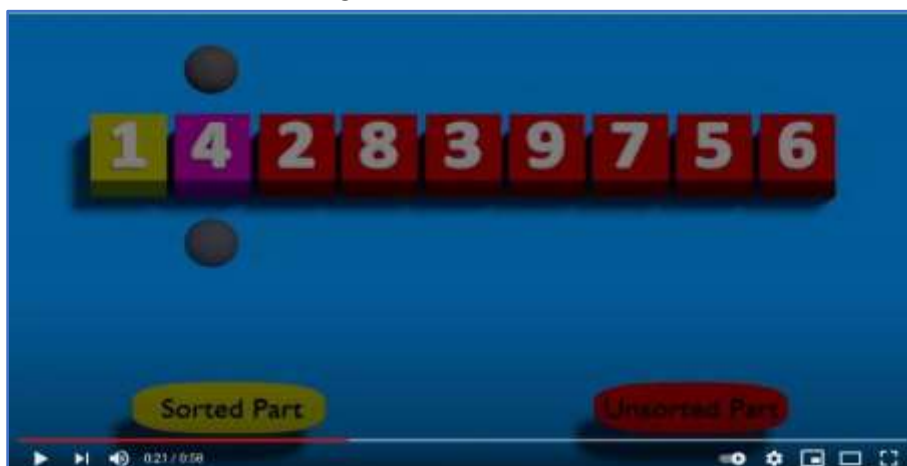


Figura 4. Simularea ordonării prin selecție: <https://youtu.be/XeP1K3UZ35M>

Profesorul va inițializa un dialog cu referire la conținutul acestei animații:

- ✓ Câte numere participă la fiecare comparație?
- ✓ În ce cazuri numerele își schimbă locul?
- ✓ Ce se întâmplă atunci când bilele negre ajung la sfârșitul rândului (în dreapta)?



- ✓ De câte ori bilele negre ajung până la sfârșitul rândului?

### 3. Etapa de *Investigare*

La această etapă, elevii vor scrie un algoritm de sortare folosind limbajul de programare C. Ei vor crea secvențele de cod necesare pentru realizarea algoritmului complet.

- ✓ Elevii vor scrie secvența de cod care citește datele inițiale și afișează elementele unui tablou cu 100 de valori alese la întâmplare.
- ✓ Ei vor scrie secvența de cod care apelează funcția de sortare prin selecție. Astfel, profesorul va ghida elevii formulând următoarele sarcini:
  - Setezi primul element drept element minimal (notați-l, de exemplu, prin MIN).
  - Aplicați criteriul de sortare (crescătoare):
    1. Comparați MIN cu cel de-al doilea element. Dacă al doilea element este mai mic decât MIN, atribuiți-i elementului MIN valoarea elementului al doilea.
    2. Comparați MIN cu cel de-al treilea element. Dacă al treilea element este mai mic decât MIN, atunci atribuiți lui MIN valoarea celui de-al treilea element. Procesul continuă până la ultimul element.
    3. După fiecare iterație, valoarea minimală apare în fața listei nesortate.
    4. Pentru fiecare iterație, indexarea începe de la primul element nesortat. Pasul 1 la 3 se repetă până când toate elementele sunt plasate în pozițiile corecte.
  - Afișați elementele masivului (după sortare).
  - Modifică programul astfel încât algoritmul de sortare să sorteze elementele în ordine descrescătoare.
  - Completați codul programului cu o variabilă pentru măsurarea timpului de execuție a algoritmului de sortare prin selecție.
  - Rulați programul și observați timpul de execuție.
  - Modifică algoritmul astfel încât el să lucreze pentru sortarea caracterelor.

### 4. Etapa de formulare a *Concluziilor*

Elevilor li se vor da următoarele sarcini:

- Descrieți algoritmul de sortare prin selecție. Exemplu: Fiecare element al masivului este comparat pe rând cu fiecare element care urmează după el. Dacă ordinea de sortare nu este respectată cele două elemente se inter schimbă.
- Comparați timpul de sortare pentru metoda bulelor cu timpul pentru de sortare prin selecție pe seturi identice de date. Valorile sortate vor fi generate aleatoriu, numărul lor fiind egal cu 50000!
- Deduceți o concluzie cu privire la timpul de sortare pentru metoda bulelor și timpul de sortare prin selecție pe seturi identice de date (50000).

### 5. Etapa de *Discuții*

Profesorul va obține un feedback obiectiv de la elevii, dacă aceștia vor realiza următoarele exerciții:

- Exprimați-va părerea personală în legătură cu această unitate de învățare.

- Ce algoritm veți utiliza cel mai des la rezolvarea problemelor de sortare? Argumentați răspunsul.

#### 4. Instrumentarul TIC pentru organizarea instruirii prin investigare

Elevii se confruntă cu multe provocări precum incapacitatea de a înțelege profund material din domeniile științelor exacte sau lipsa motivației de a învăța. Utilizarea metodelor active de învățare îi poate ajuta să depășească aceste provocări. Ecosistemul **Go-Lab** ([www.golabz.eu](http://www.golabz.eu), fig. 5) permite profesorilor să utilizeze educația bazată pe cercetare ca o formă de învățare activă susținută de tehnologie, care favorizează tranziția de la învățarea tradițională spre învățarea activă.

Învățând prin cercetare elevii devin „oameni de știință”. Ei acumulează cunoștințe răspunzând la întrebări de cercetare, efectuând investigații, experimente și analize de date pentru a răspunde la aceste întrebări. Elevii realizează experimente, colectează dovezi, formulează concluzii, evaluează, justifică și comunică explicațiile lor.

Ecosistemul Go-Lab constă din două componente principale:

- ✓ Platforma Golabz care oferă o colecție de Laboratoare Online (Online Labs), Activități de învățare prin Cercetare (Inquiry Learning Apps) sau Spații de învățare prin Investigare (ILS – Inquiry Learning Space).



**Figura 5. Interfața aplicației GO-LAB**

- ✓ Platforma Graasp care este o platformă de autorizare și învățare independentă integrată cu Golabz. Aici pot fi create propriile spații de învățare care pot fi partajate elevilor.

Într-un Spațiu de învățare Graasp profesorul poate adăuga documente, fișiere, link-uri, aplicații, discuții (SpeakUp), activități sau laboratoare.

Go-Lab oferă următoarele instrumente de învățare:

- ✓ Laboratoare Online (Online Labs);
- ✓ Activități de învățare prin Cercetare (ILA - Inquiry Learning Apps);
- ✓ Spații de învățare prin Investigare (ILS – Inquiry Learning Space).

*Laboratoarele virtuale (Online Labs* - <https://www.golabz.eu/labs>) sunt interactive și permit elevilor să experimenteze și să observe rezultatele lor. Ei își pot testa ipotezele, pot investiga și experimenta cu laboratoarele pentru a trage concluzii în baza dovezilor. Go-Lab are o colecție de peste 600 de laboratoare, care acoperă diferite arii curriculare în diferite limbi, pentru elevi cu vârste cuprinse între 7 și 18 ani.

ILA-ul și ILS-ul sunt menite să fie distribuite elevilor. De asemenea, în ambele poate fi activată opțiunea Learning Analytics.

Scenariul de bază, utilizat pentru a crea activități ILA și spații ILS în platforma de învățare Go-Lab, este bazat pe ciclul învățării prin cercetare, care include cinci etape de cercetare: Orientare, Conceptualizare, Investigare, Concluzie, Discuție.

*Aplicațiile din Go-Lab (Apps* - <https://www.golabz.eu/apps>) sunt soluții tehnice care susțin cercetarea modernă. Ele oferă elevilor posibilitatea să creeze ipoteze, să proiecteze un experiment, să tragă concluzii sau să scrie rapoarte. Go-Lab conține o varietate mare de aplicații care susțin învățarea prin cercetare, învățarea colaborativă și reflexivă. Profesorul poate alege peste 40 de aplicații disponibile în diferite limbi.

Pentru a utiliza platforma de învățare Graasp executați următorii pași:

- ✓ Accesați site-ul <https://graasp.eu> și creați un cont.
- ✓ Faceți clic pe butonul cu semnul plus + (în partea stângă sus) și alegeți opțiunea „Creați ILS” (Spațiu de învățare prin cercetare). Dați un nume ILS și apăsați butonul verde „Creați ILS”.

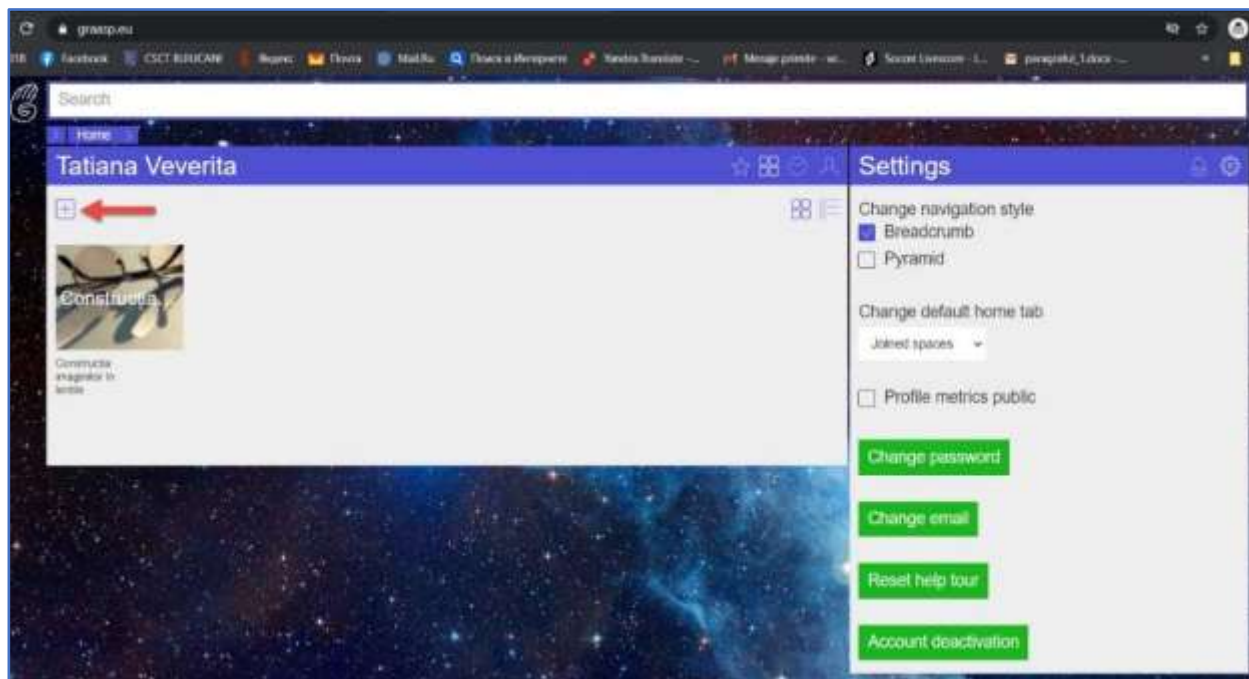


Figura 6. GO-LAB: Spațiu de învățare prin cercetare (ILS)

- ✓ Selectați un subspațiu pentru a-l completa. Selectați butonul cu semnul +. Se afișează mai multe opțiuni:
  - *Creează un document*: adaugă un element de text. Textul poate fi editat cu un editor simplu.
  - *Adaugă un fișier*: fișierul poate fi adăugat de pe propriul calculator (de exemplu, o imagine sau un fișier pdf).
  - *Adaugă un link*: adaugă o pagină Web (de exemplu, un videoclip YouTube).
  - *Adaugă o aplicație*: inserează aplicații bazate pe Web.
  - *Adaugă un laborator*: inserează un laborator virtual.
- ✓ Accesând „Adăugați aplicație” veți obține o prezentare generală a tuturor aplicațiilor disponibile:
  - Chat - permite elevilor să comunice cu colegii lor din aceleași grupuri de colaborare.
  - Padlet - tablă interactivă în care elevii pot scrie, adăuga imagini și organiza conținuturi de învățare cu ușurință.
  - Hypothesis Scratchpad - ajută cursanții să formuleze ipoteze.
  - Concept Mapper - permite elevilor să creeze hărți conceptuale, pentru a obține o imagine de ansamblu asupra conceptelor cheie și a relațiilor lor într-un domeniu științific.
  - Quiz – oferă posibilitatea creării testelor care conțin răspunsuri multiple, selecție multiplă, răspuns deschis, întrebări (da / nu) etc.
  - GeoGebra - aplicație interactivă de geometrie, algebră, statistici și calcul etc.
- ✓ Selectând „Adăugați laborator” (“Add Lab”) veți obține o varietate de laboratoare disponibile categorizate pe domenii (Astronomie, Biologie, Chimie, Matematică etc):
  - Spectru electromagnetic - acest laborator prezintă spectrul radiației electromagnetice în termeni de lungime de undă și frecvență.
  - De la ADN la proteină - explorează modul în care codul încorporat în ADN este trecut într-o proteină.
  - Construcția atomului – prin acest laborator se simulează construcția atomului din protoni, neutroni și electroni și se urmărește cum se schimbă elementul, sarcina și masa.
  - Construcția fracțiilor – un laborator de simulare a construcției fracțiilor din forme și numere.
  - Construcția parabolei - acest laborator analizează și trasează o parabolă prin introducerea ecuației sale etc.

Pentru ca elevii să aibă acces la spațiul construit se realizează următorii pași:

- ✓ Apăsați pictograma „Partajare” din partea dreaptă a ecranului. Prin apăsarea butonului verde „Show Standalone View”, spațiul de învățare este deschis într-o filă nouă.

- ✓ Puteți partaja adresa URL sau codul QR elevilor. Puteți alege limba ILS pentru elevi. Aplicațiile și laboratoarele vor fi afișate în această limbă (dacă este disponibilă o traducere).
- ✓ Pentru a vizualiza un ILS în calitate de profesor veți alege butonul „vizualizare pagină”. Folosind acest buton, veți fi conectat la ILS cu ID-ul Graasp. La fel pentru această vizualizare este disponibil și un cod QR.

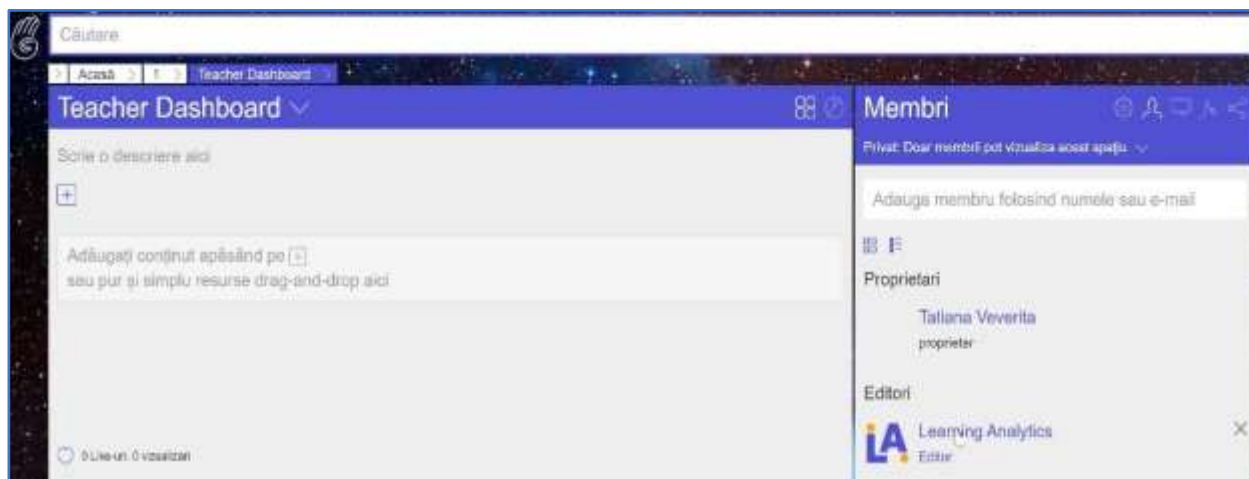
În Graasp puteți lucra în grup în același spațiu. O persoană creează spațiul de învățare și le adaugă pe celelalte făcând clic pe pictograma „Membri” și apoi pe „Adăugare membru”. Pentru a putea folosi această opțiune această persoană ar trebui să aibă un cont Graasp. Când se adaugă un membru, acestuia îi este atribuit automat rolul de „vizualizator”. Dând clic pe cuvântul „vizualizator” se deschid câteva opțiuni. Mai apoi puteți schimba rolurile de „Editor” sau „Proprietar”.

Go-Lab oferă oportunitatea de a utiliza spații de învățare offline (ILS) cu elevii în clasă. ILS-urile offline sunt dezvoltate online de către profesor, apoi sunt partajate offline cu elevii folosind Graasp Desktop Viewer (compatibil cu Windows, Mac și Linux).

**Learning Analytics (LA)** este o aplicație educațională de analiză online a profilurilor elevilor. Cu ajutorul ei se colectează și se analizează detaliile interacțiunilor individuale ale elevilor în activitățile de învățare online.

În Go-Lab, aplicațiile LA pot fi adăugate la un ILS pentru a colecta, analiza și a raporta datele utilizatorilor pentru a informa profesorii și elevii cu privire la activitățile sau produsele învățării. Pe baza acestor informații, elevii pot reflecta asupra conținutului, produsului și proceselor.

Sistemul dispune de trei module LA care permit elevilor să facă o comparație a propriilor activități cu activitățile altor elevi:



**Figura 7. GO-LAB: Modulul Learning Analytics**

- ✓ Modulul **Cronologie** afișează activitatea elevilor în modul cronologic printr-un grafic și timpul acordat fiecărei activități.
- ✓ Modulul **Rezumatul** timpului petrecut arată în tabel timpul total petrecut de fiecare elev în fiecare etapă a unui ILS și timpul total petrecut în ILS.

- ✓ Modulul **Activity Plot** afișează sub formă de grafic numărul de acțiuni efectuate de elevi în diferite aplicații găsite în ILS, comparativ cu numărul maxim de activități efectuate de un anumit elev.
- ✓ Modulul **Timp petrecut** este adăugat la sfârșitul unui ILS și prezintă sub formă de grafic timpul real petrecut de elev în comparație cu cerințele profesorului. Profesorul poate stabili o durată (în procente sau în minute) în Graasp.
- ✓ Modulul **Planificatorul de timp** deseori este inclus la începutul unui ILS și permite elevilor să indice timpul pe care planifică să-l petreacă în etapele unui ILS și **Time Checker** (verificatorul de timp), cel mai des este inclus la sfârșitul unui ILS și arată, într-un grafic timpul real pe care l-a petrecut un elev în comparație cu timpul planificat.

O altă funcție importantă a platformei ILS este oportunitatea elevilor de a reflecta la propria lor hartă conceptuală în comparație cu harta conceptuală realizată de alți elevi.

- ✓ În modulul **Aggregated Concept Map**, elevii își pot vedea propria hartă conceptuală (într-o altă culoare) ca parte a unei hărți conceptuale care rezumă hărțile conceptuale ale tuturor elevilor.
- ✓ **Mapper Dashboard** este destinat profesorilor. Aici profesorul poate vedea cum este concepută harta conceptuală a fiecărui elev în comparație cu harta conceptuală a celorlalți elevi.
- ✓ **Phase Transitions app** reflectă sub formă de grafic timpul acordat de elev la diferite etape ale cercetării. În plus, el arată posibilele regresii și progrese la etapele anterioare.

Pentru a sprijini reflecția elevilor, unele module LA permit profesorilor să includă întrebări de reflecție. Această opțiune este disponibilă în modulele: Aggregated Concept Map, Phase Transitions, Activity Plot, Timeline, Time Spent etc.

Alte trei module LA disponibile pe portalul Go-Lab sunt: **Fișiere trimise** în ILS, **Bara de progres** și **Vizualizare utilizatori online**.

- ✓ Modulul **Fișiere trimise în ILS** permite profesorului să aibă o imagine de ansamblu a tuturor fișierelor trimise de elevi într-un ILS. Atunci când un elev trimite un fișier, numele acestuia apare în aplicație cu numele fișierului pe care l-a trimis, precum și timpul când a făcut acest lucru.
- ✓ Modulul **Bara de progres** permite elevilor să monitorizeze progresul (între 0 și 100%) pe etape într-un ILS.
- ✓ Modulul **Online Users Visualization** arată în ce etapă a ILS este fiecare elev activ la moment. Informațiile despre activitate sunt actualizate în timp real.

## Concluzii

Instruirea prin investigare este una dintre cele mai eficiente abordări educaționale moderne. Este centrată pe cel instruit, fiind empiric capabilă să îmbunătățească, să

încurajeze învățarea, în special abilitățile de rezolvare a problemelor practice și cele de gândire critică.

Învățarea prin investigare a structurilor de date și a algoritmilor contribuie la:

- o înțelegere profundă a noțiunilor eterogene, a conținuturilor educaționale complicate;
- la dezvoltarea abilităților cognitive complexe și de gândire la nivel superior;
- la formarea deprinderilor de cooperare-colaborare.

### **Bibliografie**

1. DOSTÁL, J. Inquiry-based instruction: Concept, essence, importance and contribution. Olomouc: Palacký University, 2015. ISBN 978-80-244-4507-6, DOI: 10.5507/pdf.15.24445076
2. CHU, K.W.S Inquiry Project-Based Learning with a partnership of three types of teachers and the school librarian. In: Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2009. 60 (8), p. 1671–86. DOI:10.1002/ASI.21084.
3. YOON, H., JOUNG, Y. J., Kim, M. The challenges of science inquiry teaching for pre-service teachers in elementary classrooms: Difficulties on and under the scene. In: Research in Science & Technological Education, 2012. 42(3), p. 589–608.
4. WILHELM, J. G.; WILHELM, P. J. Inquiring minds learn to read, write, and think: Reaching all learners through inquiry. In: Middle School Journal, May 2010. p. 39–46.
5. PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN et all. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. In: Educational research review, 2015. 14, p. 47-61.

### *Notă.*

Aceste cercetări au fost susținute financiar de:

1. *Proiectul de cercetări științifice „Metodologia implementării TIC în procesul de studiere a științelor reale în sistemul de educație din Republica Moldova din perspectiva inter/transdisciplinarității (concept STEAM)”, inclus în „Program de Stat” (2020-2023), Prioritatea IV: Provocări societale, cifrul 20.80009.0807.20*
2. Programul „Tekwill în fiecare școală”, MECC, parteneri externi de dezvoltare: USAID, Suedia, EU4Moldova și PNUD Moldova.