

Complex concepts in simple language: a linguistic perspective on why Romanian secondary school science textbooks struggle to promote effective learning

Assoc. Prof. Dr. Habil. Mădălina Chitez

West University of Timisoara, Romania

CODHUS – *Centre for Corpus Related Digital Approaches to Humanities*



Contents

1. Introduction
2. Research on the design of school science textbooks
3. Data and approach
4. Linguistic density
5. Visual elements and their relationship to the text
6. Case study analyses of disciplinary terminology
7. Discussion and conclusions

Introduction

The role of textbooks in learning

- ✓ Despite AI's impact on education, well-designed textbooks remain crucial for knowledge transfer and student engagement.

Challenges in science textbooks

- ✓ Poor structure, lack of coherence, and ineffective practice techniques turn textbooks into obstacles rather than learning tools.

Language as a key factor

- ✓ Linguistic features like cohesion, coherence, terminology, and readability are essential for making science content accessible and motivating.

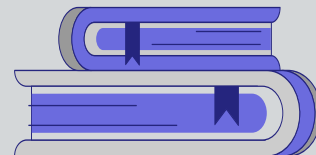


Research on the design of school science textbooks



General aspects

alignment with curriculum
visual aids
multimodal elements

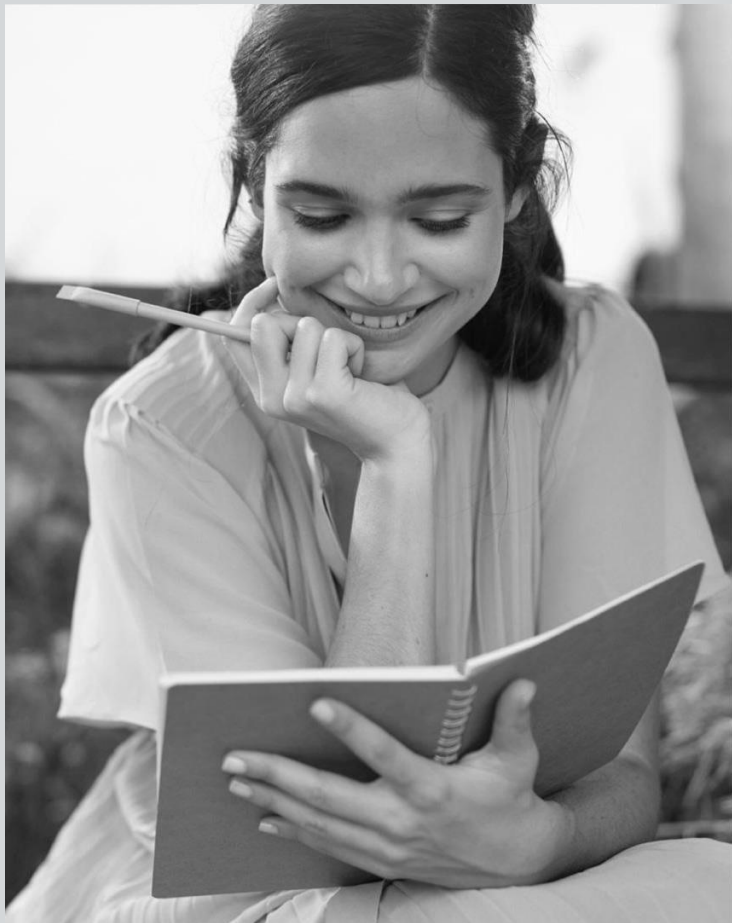


Linguistic aspects

readability and linguistic complexity
disciplinary terminology
linguistic overload

General aspects

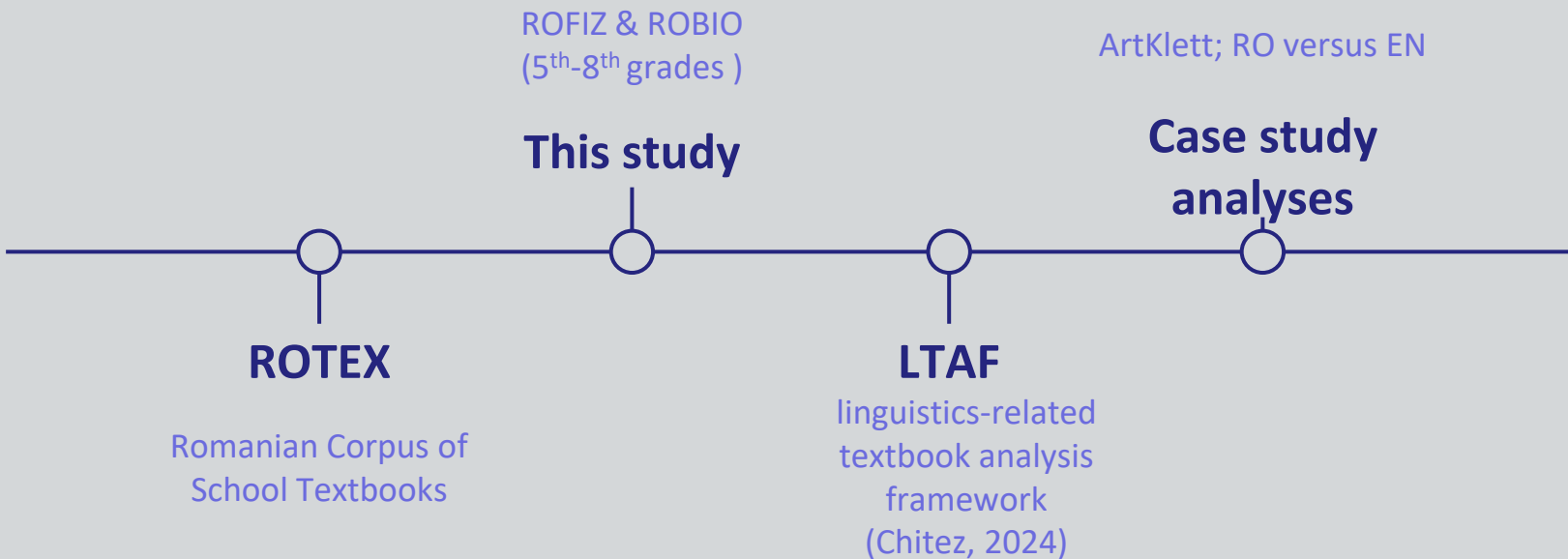
- ✓ **Curriculum alignment improves learning:** Textbooks that align with national guidelines prevent content overload and enhance conceptual structuring, especially in biology and physics (Liu & Treagust, 2013; Yu, Li, & Li, 2022).
- ✓ **Balanced visuals enhance comprehension:** Well-designed diagrams aid understanding, while excessive or poorly integrated graphics overwhelm learners (Dimopoulos et al., 2003; Morris et al., 2015).
- ✓ **AI-driven tools impact learning:** Multimodal Large Language Models (MLLMs) improve engagement, but excessive visual content can distract students, requiring careful integration (Bewersdorff et al., 2025; Singh et al., 2023).



Linguistic aspects

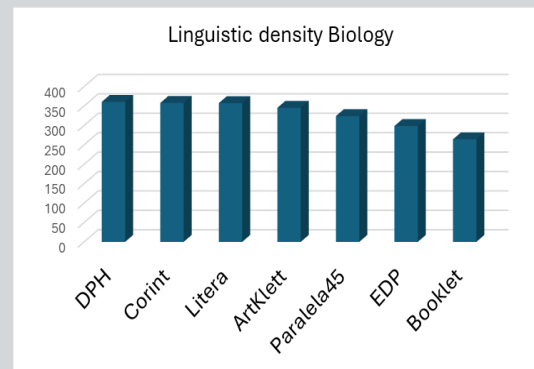
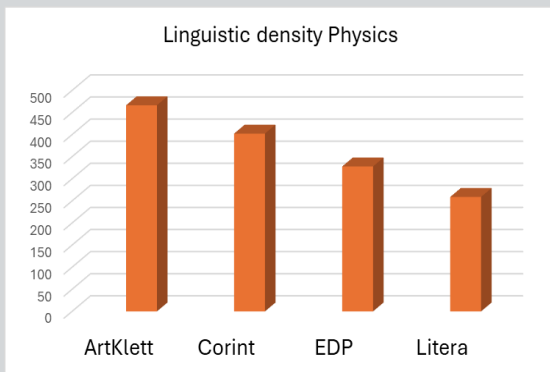
- ✓ **Readability impacts comprehension:** High lexical density, complex sentence structures, and specialized terminology make textbooks difficult to understand, especially for younger students (Bakken & Andersson-Bakken, 2021; Zhuang et al., 2021).
- ✓ **Text structure affects learning:** Poor sequencing and lack of explicit explanations in textbooks lead to fragmented knowledge and comprehension difficulties (Hu, Gao, & Qiu, 2021; Dogan, 2021).
- ✓ **Linguistic overload limits accessibility:** Excessive terminology and complex discourse styles in Romanian textbooks create cognitive strain, reducing student engagement and learning efficiency (Chitez, 2024).

Data and approach



Linguistic density

- ✓ Linguistic density refers to the amount of textual content per page in a textbook, measured as words per page (WPP) (Chitez, 2024)



Linguistic density

138 U5 Fenomene optice

Sinteză recapitulativă

Două medii optice sunt diferite dacă vitezele cu care se propagă prin ele aceeași radiație luminoasă sunt diferite.

Reflexia luminii este fenomenul de schimbare a direcției de propagare a luminii la suprafața de separare a două medii diferite, astfel încât lumina se întoarce în mediul din care a venit.

Fenomenul de reflexie a luminii respectă legile următoare (Figura 3):

- raza incidentă, raza reflectată și normala în punctul de incidență sunt în același plan;
- unghiul de incidență este congruent cu unghiul de reflexie.

Imaginea unui corp obținută prin reflexie pe o suprafață plană este simetrică față de corp. În raport cu suprafața respectivă, și nu este reală, nu poate fi proiectată pe un ecran; o astfel de imagine „reală” se mai numește și imagine virtuală.

O suprafață care reflectă foarte bine lumina se numește oglindă și se obține, de regulă, prin depunerea unui strat metalic foarte subțire pe suprafața unui corp; astfel se obține o suprafață foarte netedă, care reflectă unidirecțional lumina.

Corpurile care nu sunt surse de lumină pot fi văzute doar dacă sunt luminate; în această situație ele reflectă, difuz, lumina care ajunge la ochii noștri.

Refracția luminii este fenomenul de schimbare a direcției de propagare a luminii la suprafața de separare a două medii diferite, astfel încât lumina pătrunde în cel de-al doilea mediu. Fenomenul are loc datorită schimbării vitezei de propagare a luminii când aceasta trece dintr-un mediu optic în altul. În figura 2, viteza cu care se propagă raza incidentă este mai mare decât viteza cu care se propagă raza refractată; din acest motiv, unghiul de incidență i este mai mare decât unghiul de refracție r . În figura 3, lumina provine de la un corp aflat într-un mediu optic în care viteza de propagare a luminii este mai mică decât viteza cu care se propagă în mediul în care pătrunde și în care se află observatorul. Dacă am schimba sensul de propagare a luminii, situația devine similară celei prezentate în figura 2. Din această cauză, corpurile aflate în apă par mai aproape de suprafața apei decât sunt în realitate, iar creionul aflat parțial într-un pahar cu apă apare „întins” la suprafața apei.

Reflexia totală a luminii este fenomenul de reflexie a luminii care are loc la suprafața de separare dintre două medii optice, atunci când viteza de propagare a luminii în mediul din care provine este mai mică decât în cel de-al doilea mediu. Unghiul de incidență este atât de mare, încât refracția nu mai poate avea loc (raza de lumină 2). În astfel de condiții, lumina este reflectată în totalitate; fasciculul de lumină se întoarce în mediul din care a venit. În figura 4 este ilustrat, schematic, fenomenul.

DEVIEREA FASCICULELOR DE LUMINĂ: REFLEXIA ȘI REFRACȚIA

Exploarează!

Fenomenul prin care lumina se întoarce în mediul din care a provenit, atunci când întâlnește suprafața de separare cu un alt mediu, se numește **reflexie**.

Fasciculul incident este acel fascicul de lumină care se propagă spre suprafața de separare dintre două medii.

Fasciculul reflectat este acel fascicul de lumină care se întoarce în mediul 1 (privit figura) după reflexie. Acesta este simetric cu fasciculul incident față de perpendiculara pe oglindă în punctul I , numit punct de incidență.

Observă!

Oglinda plană este o suprafață plană, foarte netedă care separă două medii, notate cu 1 și 2. Aceasta se realizează în general prin depunerea unui strat foarte subțire, metalic (de exemplu, argint), pe o suprafață plană (de exemplu, sticlă).

În mod corespunzător, razele care ajung pe oglindă, respectiv se reflectă pe suprafața sa (observați figura) sunt numite: **raza incidentă** și **raza reflectată**. Raza incidentă și raza reflectată se află în același plan.

Obiectul și imaginea sa sunt simetrice față de oglindă și se află la distanțe egale față de aceasta.

Reține!

Oglinzile sunt aplicații practice ale reflexiei luminii. Dacă reflexia se produce pe o suprafață cu neregularități, fasciculul incident nu mai rămâne paralel după reflexie. În acest caz, reflexia se numește difuză, iar imaginea formată nu are contururi clare.

117

Visual elements and their relationship to the text

Physics Textbooks (LTAF 2 - visual organization & readability)

1. **Litera** – Most structured, requiring only minor refinements.
2. **EDP** – Balanced but includes some text-heavy sections.
3. **ArtKlett** – Suffers from visual fragmentation and clutter.
4. **Corint** – Ranks the lowest due to excessive fragmentation and overwhelming instructional elements.

Biology Textbooks (LTAF 2 - visual organization & readability)

1. **Litera** – More structured but still contains redundant visuals.
2. **Booklet** – Less cluttered but still has significant redundancy.
3. **ArtKlett & Corint** – Both require major simplification due to cluttered layouts.
4. **Paralela 45 & DPH** – The least efficient, with excessive fragmentation, unnecessary text boxes, and overwhelming visuals that disrupt readability.

Visual elements and their relationship to the text

52 Fenomene mecanice UNITATEA 7

Termeni cheie

- interacțiune
- forță
- newtoni

Forța, măsură a interacțiunii

Al observat că?

- In urma accidentelor rutiere, mașinile pot fi deteriorate mai mult sau mai puțin (fig.1).
- Canapeaua se va deforma mai mult dacă pe ea se va așeza un adult în locul unui copil. Ea se va urni din loc dacă este împinsă de un adult, nu de un copil.

Ce crezi?

Interacțiunile dintre corpuri pot fi ordonate?

Experimentează!

- Vei folosi: imaginea alăturată.
- Ce ai de făcut? Stabilește dacă cuiile din figură pot fi ordonate descrescător după tăria interacțiunii ciocanului cu acestea.
- Ce constăți? Interacțiunile dintre cui și ciocan pot fi ordonate. Tăria interacțiunii A este cea mai mare, urmată, în ordine descrescătoare, de tăria interacțiunilor B și C.
- Cum îți explici? Deoarece am putut ordona interacțiunile analizate, putem conchiziua că interacțiunea mecanică este o proprietate măsurabilă.

Reține!

Interacțiunile dintre corpuri pot fi comparate după mărimea efectelor pe care le produc. **Mărimea fizică ce măsoară interacțiunea dintre corpuri se numește forță.** Simbolul folosit pentru forță este: F . Unitatea de măsură pentru forță în SI este newtonul: $[F]_{SI} = N$. Forța este o mărime fizică caracterizată prin:

- valoare numerică și unitate de măsură (de exemplu, $F = 10 N$);
- direcție (de exemplu, direcția de tragere de elasticul praștii – orizontală, vezi figurile 2 și 3);
- sens (de exemplu, tragerea elasticului spre stânga);
- punct de aplicație (de exemplu, punctul în care interacționează piatra din mână cu elasticul).

Verifică dacă ai înțeles!

- Descrie punctul de aplicație, direcția și sensul forțelor în următoarele situații: (1) un picior care lovește o minge, cablul unei macarale ce ridică o greutate, mâna ce scrie cu un creion.
- Enumeră câteva modalități prin care poți afla cât de tare trage un arcaș de arcul său.

Fig. 1 - Interacțiunea are efect doar asupra mașinii?



Fig. 2



Fig. 3 - Copilul trage elasticul, dar și elasticul trage mâna copilului.



Fig. 4 - În timp ce băiatul trage de sanie (sau) cu sfoara și sania trage de mâna băiatului prin intermediul sfoii (os).



DEVIEREA FASCICULELOR DE LUMINĂ: REFLEXIA ȘI REFRACTIA

Explorează!

Fenomenul prin care lumina se întoarce în mediul din care a provenit, atunci când întâlnește suprafața de separare cu un alt mediu, se numește **reflexie**.

Fasciculul incident este acel fascicul de lumină care se propagă spre suprafața de separare dintre două medii.

Fasciculul reflectat este acel fascicul de lumină care se întoarce în mediul 1 (priviți figura) după reflexie. Acesta este simetric cu fasciculul incident față de perpendiculara pe oglindă în punctul I , numit punct de incidență.

Observă!

Oglinda plană este o suprafață plană, foarte netedă care separă două medii, notate cu 1 și 2. Aceasta se realizează în general prin depunerea unui strat foarte subțire, metallic (de exemplu, argint), pe o suprafață plană (de exemplu, sticlă).

În mod corespunzător, razele care ajung pe oglindă, respectiv se reflectă pe suprafața sa (observați figura) sunt numite: **raza incidentă și raza reflectată**. Raza incidentă și raza reflectată se află în același plan.

Obiectul și imaginea sa sunt simetrice față de oglindă și se află la distanțe egale față de aceasta.

Reține!

Oglinzile sunt aplicații practice ale reflexiei luminii.

Dacă reflexia se produce pe o suprafață cu neregularități, fasciculul incident nu mai rămâne paralel după reflexie. În acest caz, reflexia se numește difuză, iar imaginea formată nu are contururi clare.

Fig. 1 - Reflexia și refracția

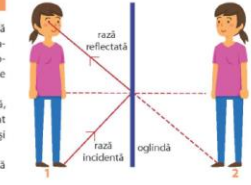
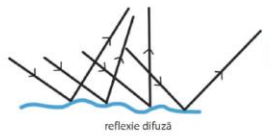


Fig. 2 - Reflexie difuză



117

Too many visuals Physics: Corint

More structured visuals Physics: Litera

Propagarea în linie dreaptă a luminii are numeroase aplicații în viața de toate zilele.

Putem menționa în acest sens trasarea unei linii drepte pe un teren prin dispunerea succesivă a unor repere (jaloane). De exemplu, pentru a trasa o linie dreaptă prin două puncte fixe marcate cu două jaloane, între ele se așază alte jaloane astfel încât acestea din urmă, privite de un observator să se găsească pe aceeași linie cu jaloanele inițiale.

E | *Experimentul 7.* Fixați pe bancul optic o lampă de proiecție, un disc opac și un ecran astfel încât discul să fie în apropierea ecranului (fig. 3.4.6). Aprindeți lampa.

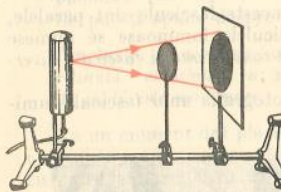


Fig. 3.4.6. Montaj experimental pentru observarea umbrei.

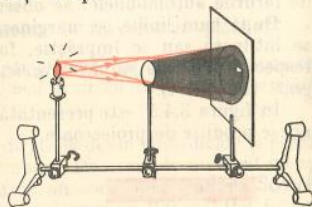


Fig. 3.4.7. Montaj experimental pentru observarea umbrei și penumbrei.

Pe ecran veți observa o regiune întunecată circulară, *umbra discului*.

Dimensiunile acesteia se modifică prin deplasarea discului, a ecranului sau a sursei de lumină. Dacă sursa este suficient de depărtată de obstacol umbra va fi bine conturată—cazul umbrelor determinate de lumina solară.

Dacă în locul lămpii de proiecție folosim un simplu bec (fig. 3.4.7), pe ecran vor fi observate două regiuni, o regiune întunecată circulară — umbra și o regiune înconjurătoare, mai puțin întunecată—*penumbra*.

Umbra însoțește orice obiect luminat.

Astfel în zilele cu soare puteți observa umbrele pomilor sau ale caselor, umbre care-și modifică lungimea în timpul zilei. Cum puteți explica acest lucru?

Și voi puteți produce, după voie, pe un perete al unei camere diferite umbre. Astfel, dacă luați o sursă de lumină — un bec electric sau o luminare — și o așezați în fața unui perete alb, la o depărtare de 40—50 cm, privind un obiect între perete și

sursa de lumină puteți observa umbra acestuia. Dacă obiectul este o minge, pe perete apare o umbră circulară, iar dacă el este o cutie de chibrituri umbra va fi dreptunghiulară. Punând o placă de sticlă pe care ați desenat cu cerneală neagră o casă, umbra acestei case va apărea proiectată pe perete.

Pornind de la aceste constatări, s-au construit aparate pentru proiectarea pe perete a umbrelor diferitelor figuri desenate pe plăcuțe de sticlă sau pe foi transparente din materiale plastice.

Propagarea rectilinie a luminii, formarea umbrei și penumbrei explică eclipsele totale sau parțiale de Soare și de Lună.

Este cunoscut faptul că Luna are o mișcare de rotație în jurul Pământului și că Luna și Pământul se rotesc în jurul Soarelui.

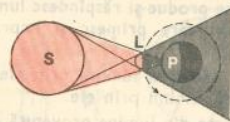


Fig. 3.4.8. Formarea eclipsei de Soare.

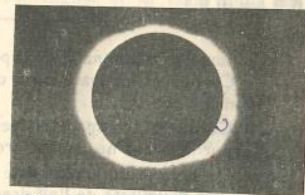


Fig. 3.4.9. Fotografia unei eclipse de Soare.

Atunci când Luna se află între Soare și Pământ (fig. 3.4.8) în regiunile de pe Pământ aflate în zona de umbră determinată de Lună va fi eclipsă totală de Soare. În regiunile aflate în zona de penumbră va fi eclipsă parțială de Soare. În figura 3.4.9 este prezentată fotografia unei eclipse de Soare.

Recomandare. Priviți eclipsa de Soare numai prin geam afumat, niciodată cu ochiul liber.

Atunci când Pământul se va afla între Soare și Lună, Luna fiind situată complet în zona de umbră a Pământului, va fi eclipsă totală de Lună (Luna nu mai este luminată de Soare), iar când Luna va fi situată parțial în zona de umbră, va fi eclipsă parțială de Lună.

Folosind observația că umbrele corpurilor în lumina solară se modifică pe parcursul zilei, veți putea construi un ceasornic solar, care să indice ora în funcție de poziția umbrei pe un cadran orizontal.

Viteza luminii. S-a constatat faptul că lumina, pentru a se propaga de la o sursă la un observator, are nevoie de un anumit

Visual elements and their relationship to the text

U1 Organismul

Retine!

Cloroplast
organit specific celulelor vegetale, ce sintetizează fotosinteza

Nucleu
conține materialul genetic al celulei (ADN)

Ribozomi
organite cu rol în sinteza proteinelor

Clorofilă
lichidul celulei în care se află mucleul și celulare organe celulare, asigurându-le buna funcționare

Vacuolă
organit celular membranos, care asigură echilibrul hidric al celulei

Mitochondrii
organit celular cu rol în respirație, ce asigură energia necesară activității celulei

Perete celular
asigură rezistența mecanică și protecție

Membrană celulară
(membrană plasmatică) are ca principal rol protecția, delimitează celula și permite schimbările cu exteriorul

Observă!
Observă și amintește-ți organismele din cele cinci regnuri!

Exersează!

1. Alege răspunsul corect. Componenta cu rol protector a celulei vegetale este:
a. citoplazma; b. mitocondrii; c. nucleul; d. peretele celular.

2. Completează spațiile libere:
Celula este _____ structurală și _____ a organismelor vii.

3. Stabilește valoarea de adevăr a următoarelor propoziții.
La microscop, în preparatul cu foia de ceapă ai observat o celulă. A / F
Nucleul este o componentă de bază a celulelor eucariotelor. A / F

Știi că...
• Termenul de celulă a fost introdus în știință de către Robert Hooke. Într-o carte pe care a publicat-o în anul 1665, când a comparat celulele de plută pe care le-a văzut prin microscopul său cu micile camere de locuit ale călugărilor!
• Peretele celular conține celuloză!

Vocabular
celuloză = polizaharid din care se fabrică hârtia; se găsește în cantități mari în peretele celular al celulelor vegetale și conferă plantelor rezistență mecanică și elasticitate.

12

Too many visuals
Biology:
Paralela45

RECAPITULARE FINALĂ

I. Organismul - un tot unitar
Rezolvă următoarele cerințe:
1. Toate organismele sunt alcătuite din celule. Ele pot fi unicelulare și pluricelulare. Desenează o celulă care să conțină componentele comune celulei vegetale și celei animale.
2. Organismele pluricelulare, deși foarte diferite ca aspect și mod de realizare a funcțiilor, sunt unitare în ceea ce privește alcătuirea. Argumentează această afirmație.
3. Toate organismele prezintă trei funcții de nutriție, de relație și de reproducere. Precizează care sunt funcțiile de nutriție și ce rol au. Ce tipuri de hrănire ai studiat la biologie în clasa a VI-a?

II. Funcțiile de nutriție în lumea vie
În cazul organismelor unicelulare, schimbul de substanțe și gaze respiratorii se realizează direct cu mediul, prin membrana celulară. În cazul organismelor pluricelulare, pentru ca toate celulele să primească hrana și oxigenul necesar și să elimine dioxidul de carbon și substanțele nefolosite, s-au diferențiat organe (la plante) și sisteme de organe (la animale). Acestea realizează împreună funcțiile de nutriție.

a. Funcțiile de nutriție ale plantelor
La plante, hrănirea este autotrofă, respirația este aerobă, iar excreția se realizează prin transpirație și, foarte rar, prin gutație. Cîrcația este funcția de nutriție care unește fotosinteza, respirația și excreția.

Fig. 1. Alcătuirea corpului la angiosperme (la cartof)

fruct
frunză
parte aeriană
tulpină aeriană
tulpină subterană (tubercul)
rădăcini
întreaga plantă

121

Less cluttered
visuals Biology:
Booklet



Fig. 2. Celulă animală.

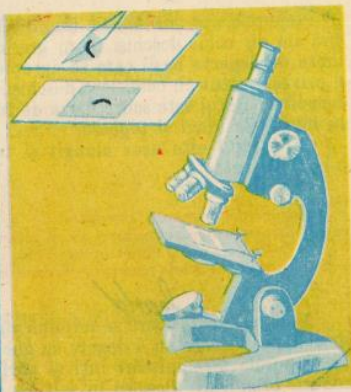


Fig. 3. Microscopul optic.

animalele pluricelulare, celulele se specializează pentru îndeplinirea anumitor funcții și formează țesuturi, cum sînt: țesutul muscular, țesutul nervos, țesutul conjunctiv etc.

Țesutul este o grupare de celule care au aceeași formă, structură și îndeplinesc aceeași funcție.

Țesuturile formează organe, ca, de exemplu: inima, plămîni, stomacul. Fiecare organ îndeplinește anumite funcții în viața animalului; astfel, inima pompează sîngele în vase, stomacul depozitează și contribuie la mîstuirea hranei etc.



Fig. 4. Forma celulelor.

La rîndul lor, organele sînt grupate alcătuint aparate și sisteme care îndeplinesc funcții importante ale organismului animal. Aparatele sînt formate din organe, alcătuite din țesuturi diferite. În corpul animalelor sînt aparatele: digestiv, respirator, circulator, excretor și reproducător.

Sistemele sînt alcătuite din organe în care predomină un anumit țesut. În corpul animalelor sînt sistemele: muscular, osos și nervos.

Sistemul muscular. Totalitatea mușchilor din corpul unui animal formează sistemul muscular. Mușchii iepurelui se găsesc sub piele și se prind de oase prin capetele lor, numite tendoane. Ei au proprietatea de a se contracta, punînd în mișcare oasele. În timpul contracției se produc transformări din care rezultă energie.

Sistemul osos. Totalitatea oaselor din corpul unui animal formează sistemul osos, iar așezarea acestora în poziție naturală, formează scheletul. Oasele susțin și apără organele interne, iar împreună cu mușchii constituie organele de mișcare și locomoție ale iepurelui.

— Descrieți sistemul osos al iepurelui pe baza observațiilor făcute pe un schelet sau pe figura 5. Care sînt principalele părți ale scheletului?

Scheletul capului este format din cutia craniană și oasele feței — figura 6. Cutia craniană este formată din oase late, strîns legate între ele; ea adăpostește creierul. Scheletul feței cuprinde: maxilarul (falca de sus) și mandibula (falca de jos), singurul os mobil (care se mișcă).

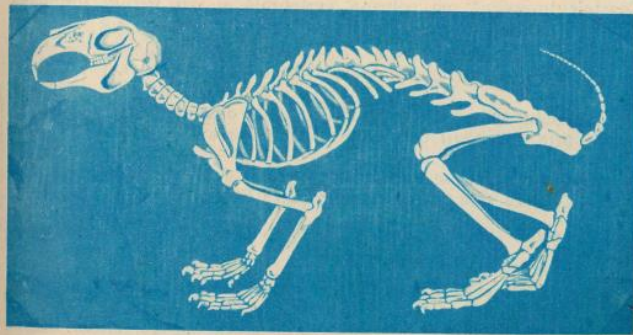


Fig. 5. Scheletul iepurelui.

Readability

Physics textbooks: **too complex for 6th graders**

- LEMI: 9th-10th grade difficulty
- ArtKlett: "difficult", others: "extremely difficult"
- Flesch-Kincaid & Gunning-Fog: college-level complexity

Biology textbooks: **challenging**

- Most exceed 12th grade readability, except EDP (10th grade)
- Far beyond expected middle school level

**Flesch-
Kincaid
Reading Ease**

**Gunning-Fog
Index**

LEMI

Readability



Analiza Textului

INTREBĂRILE LECȚIEI:

- De ce respirația nu înseamnă doar a inspira

Respirația – proces prin care se obține energie

Atunci când ne gândim la respirație, ne gândim adesea la om și la respirația prin plămâni. Dar ce se întâmplă în organism cu ceea ce preluăm prin inspirație? Cum respiră alte viețuitoare? Numai cele care au plămâni respiră? Organismele unicelulare, nevertebratele, plantele respiră și ele?

Respirația este un proces esențial pentru toate viețuitoarele, indiferent de numărul prin care organismele vii își produc

Despre Căutare Analiză Documentație Știri Echipa Madalina

a cunoștințelor voastre generale și a celor etică a hranei, *propuneți ipoteze* despre a necesară funcțiilor ei specifice în orga-

sculare ale inimii au nevoie de energie contracta ritmic.

esc energie pentru a menține tempera- i. (Indiciu: sângele transportă nutrimente, către toate celulele corpului.)

inismele au nevoie permanent de energie viețui și a-și îndeplini funcțiile.

jăturile dintre organismele autotrofe și e baza schemei de la pagina 53. Obser- rolul *respirației* în transferul de substanțe lumea vie.

e rezultă în urma respirației?

e utilizează nutrimentele în două moduri: riale de construcție", pentru producerea propriei;

ustibil", energia pe care o conțin nutri- id eliberată prin descompunerea lor în procesul de *respirație*.

ste procesul prin care nutrimentele sunt le pentru producerea de energie. Cel mai stibil" celular este glucoza, dar, în anumite umă și acizi grași, glicerol sau aminoacizi. lte cazuri, utilizarea glucozei în celule are *oxigenului*, iar procesul se numește res-

erobă produce o cantitate mare de ener- nputerea glucozei până la produși simpli: n și apă.

igen → dioxid de carbon + apă + energie :arbon va fi eliminat.

ă un nutrient important; va fi folosită cție de nevoile acestora, iar o parte va fi

Introduceți textul:

direct -materiale de construcție", pentru producerea structurilor proprii;
direct -combustibil", energia pe care o conțin nutrimentele fiind eliberată prin descompunerea lor în celule, prin procesul de respirație.

Respirația este procesul prin care nutrimentele sunt folosite în celule pentru producerea de energie. Cel mai utilizat -combustibil" celular este glucoza, dar, în anumite situații, se consumă și acizi grași, glicerol sau aminoacizi. În cele mai multe cazuri, utilizarea glucozei în celule are loc în prezenta oxigenului; iar procesul se numește respirație aerobă.

Respirația aerobă produce o cantitate mare de energie, prin descompunerea glucozei până la produși simpli: dioxid de carbon și apă.

glucoză + oxigen → dioxid de carbon + apă + energie

Dioxidul de carbon va fi eliminat.

Apă este însă un nutrient important; va fi folosită în celule în funcție de nevoile acestora, iar o parte va fi eliminată.

Cuvinte 347/850

Sunt de acord să se folosească textul în scopuri de cercetare.

Formula de readability LEMI este încă în testare.

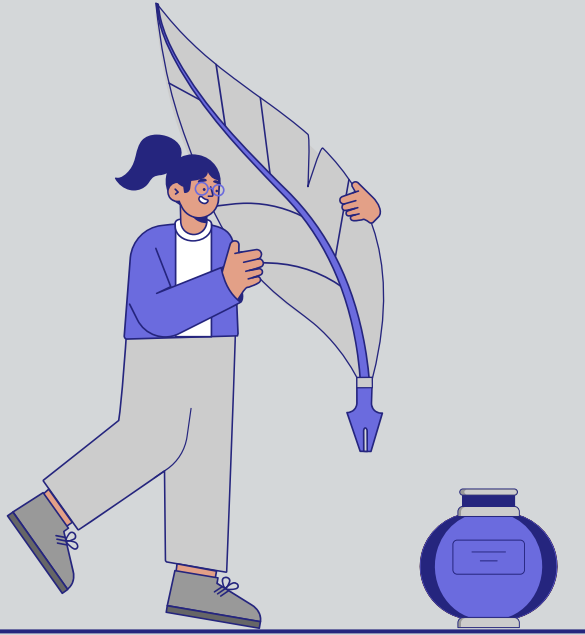
Analizează

Rezultate analiză

Clasa: > 12

Complexitate: 3

Ani: peste 19 ani



Case studies

Terminology in ArtKlett

ArtKlett 6th grade physics textbook: terminology overload

- Excessive use of high-level technical terms (LTAF 6)
- Exceeds expected 6th grade comprehension level

Comparison with international science textbooks

- ArtKlett: dense, highly theoretical, difficult to navigate
- CK-12 FlexBooks, Evan-Moor, and REAL Science Odyssey: Gradual introduction of complex topics, more visuals, guided inquiry, real-world examples

Basic terms	Intermediate terms	Advanced terms
water, magnet, light, lens, speed, mass, kilogram, circuit, battery, bulb	electric current intensity, luminous intensity, immiscible, interaction between magnets, magnetic field lines, desublimation, unelectrized, voltmeter, ammeter	uniformly accelerated rectilinear motion, laser telemeter, calipers with solid jaws, fine-pitch lead screw, cubic hectometer, relative measurement error, absolute mean error, thermometric property, thermal anomaly of water, magnetosphere, magnetic levitation



Terminology in ArtKlett - Physics

Mathematical requirements exceed 6th-grade level

- Assumes proficiency in algebraic manipulation and proportional reasoning, typically introduced in later grades.
- Requires understanding of statistical uncertainty, coordinate geometry, and algebraic modeling (8^t-9th grade level).

Density concept introduced with excessive complexity

- Instead of a qualitative approach or simple hands-on experiments, the textbook assumes advanced algebra skills.
- Basic formula $\rho = m / V$ could be demonstrated intuitively, but instead, it is tied to complex calculations.

Advanced data analysis methods create unnecessary difficulty

- Includes error estimation, mean deviation ($\delta\rho$), and graphical regression.
- These concepts are not aligned with middle school cognitive development, leading to confusion.

Terminology in ArtKlett - **Biology**

Terminology overload

- Uses high school or even college-level terms, such as *mixotrofă* ("mixotroph") and *heterotrofă saprofită* ("saprophytic heterotroph").
- Readability is lower than other textbooks, but terminology remains overly advanced for 6th graders.

Gradual, scaffolded learning is essential

- A step-by-step approach helps students develop an intuitive understanding before introducing complex terminology.

Comparison with international textbooks

- International textbooks prioritize accessible language and visual explanations before using technical terms.
- CK-12 Foundation & Oxford University Press use simpler, step-by-step explanations.
- Concepts are introduced gradually, with clear descriptions before technical classifications.
- International materials rely more on visual aids, real-world analogies, and simplified explanations.
- Less dense text makes concepts easier to grasp and reduces cognitive overload.

Terminology in ArtKlett - **Biology**

III. Alege varianta corectă.

1. Plantele carnivore au hrănire:

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| a. autotrofă; | c. mixotrofă; |
| b. heterotrofă parazită; | d. heterotrofă saprofită. |

2. Au stomac glandular și muscular:

- | | |
|-----------------|----------------|
| a. carnivorele; | c. păsările; |
| b. omnivorele; | d. mamiferele. |

3. Ciupercile cu pălărie au hrănire:

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| a. autotrofă; | c. heterotrofă saprofită; |
| b. heterotrofă parazită; | d. mixotrofă. |

Choose the correct answer.

1. Carnivorous plants have the following type of nutrition:

- a. autotrophic**
- b. heterotrophic parasitic**
- c. mixotrophic**
- d. heterotrophic saprophytic**

2. Have a glandular and muscular stomach:

- a. carnivores**
- b. omnivores**
- c. birds**
- d. mammals**

3. Mushrooms with caps have the following type of nutrition:

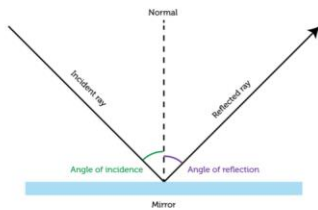
- a. autotrophic**
- b. heterotrophic parasitic**
- c. heterotrophic saprophytic**
- d. mixotrophic**

Textbooks in English

Physics / Reflection: [ck12](#)

Law of Reflection

One thing is true of both regular and diffuse reflection. The angle at which the reflected rays leave the surface is equal to the angle at which the incident rays strike the surface. This is known as the **law of reflection**. The law is illustrated in the **Figure below**.



[Figure 4]

According to the law of reflection, the angle of reflection always equals the angle of incidence. The angles of both reflected and incident light are measured relative to an imaginary line, called normal, that is perpendicular (at right angles) to the reflective surface.

Watch this video to learn more about reflection:



Summary

- Reflection is one of several ways that light can interact with matter. When light is reflected from a smooth surface, it may form an image. An image is a copy of an object that is formed by reflected (or refracted) light.
- Regular reflection occurs when light reflects off a very smooth surface and forms a clear image. Diffuse reflection occurs when light reflects off a rough surface and forms a blurry image or no image at all.

Biology / Cells: [ck12](#)

How is a cell membrane like a castle wall?

The walls of a castle, like the cell membrane, are designed to keep out dangerous things. Whether you're concerned about an enemy army or a disease-causing **bacteria**, you don't want to allow everything to enter! However, to survive, there are some things that the cell (or the castle) does need to let in.

Introduction to Cell Transport

Cells are found in all different types of environments, and these environments are constantly changing. For example, one-celled **organisms**, like bacteria, can be found on your skin, in the ground, or in all different types of water. Therefore, cells need a way to protect themselves. This job is done by the **cell membrane**, which is also known as the plasma membrane.

Controlling the Cell Contents

The cell membrane is **semipermeable**, or **selectively permeable**, which means that only some molecules can pass through the membrane. If the cell membrane were completely permeable, the inside of the cell would be the same as the outside of the cell. It would be impossible for the cell to maintain **homeostasis**. Homeostasis means maintaining a stable internal environment. For example, if your body cells have a temperature of 98.6°F, and it is freezing outside, your cells will maintain homeostasis if the temperature of the cells stays the same and does not drop with the outside temperature.

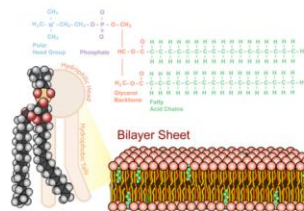
How does the cell ensure it is semipermeable? How does the cell control what molecules enter and leave the cell? The composition of the cell membrane helps to control what can pass through it.

Composition of the Cell Membrane

Molecules in the cell membrane allow it to be semipermeable. The membrane is made of a double layer of **phospholipids** (a "bilayer") and **proteins** (**Figure below**). Recall that phospholipids, being **lipids**, do not mix with water. It is this quality that allows them to form the outside barrier of the cell.

A single phospholipid **molecule** has two parts:

1. A polar head that is **hydrophilic**, or water-loving.
2. A fatty acid tail that is **hydrophobic**, or water-fearing.



[Figure 2]



Discussion and conclusions

Linguistic Density (LTAF 1) creates cognitive overload

- Science textbooks exceed the cognitive level expected for 6th graders, making comprehension difficult.
- ArtKlett physics textbook has the highest linguistic density (466 WPP), followed by Corint (402 WPP), indicating a highly theoretical approach.
- Biology textbooks also show high linguistic density, with DPH, Litera, and Corint prioritizing dense textual explanations over accessible learning strategies.

Text-Visual Balance (LTAF 2) is disrupted by excessive design elements

- Some textbooks, such as Corint and ArtKlett (Physics) and Paralela 45 and DPH (Biology), suffer from visual fragmentation and redundant content.
- Instead of aiding comprehension, excessive decorative elements, unnecessary text boxes, and complex layouts increase cognitive load.
- Research highlights that a minimalist, structured approach improves learning efficiency, yet many Romanian textbooks ignore these principles.

Readability (LTAF 4) levels misalign with 6th-grade comprehension

- Readability indices (LEMI, Flesch-Kincaid, Gunning-Fog) confirm that many textbooks approach high school or even college-level difficulty.
- The complexity of sentence structures and terminology makes textbooks inaccessible to their intended audience.
- International science textbooks use a more gradual, scaffolded approach to ensure readability and engagement.

Terminological complexity (LTAF 6) is beyond student capacity

- Science textbooks, especially ArtKlett, introduce disciplinary terminology appropriate for high school or introductory college courses rather than middle school.
- Terms such as *mixotrofă* and *levitație magnetică* appear without sufficient conceptual progress, making learning unnecessarily difficult.
- International textbooks like CK-12 and Evan-Moor introduce complex concepts progressively, using real-world examples and interactive exercises before defining technical terms.

The need for textbook reform based on linguistic validation

- The misalignment between textbook design and student learning needs underscores the necessity of adopting linguistic validation frameworks like LTAF.
- A balanced approach (i.e., reducing linguistic density, improving readability, integrating visuals effectively, and simplifying terminology) would support accessibility.
- Science education is most effective when complex concepts are introduced through structured, age-appropriate language that supports gradual learning rather than overwhelming students.



The need for textbook reform based on linguistic validation

- The misalignment between textbook design and student learning needs underscores the necessity of adopting **linguistic validation frameworks** like LTAF.
- **A balanced approach** (i.e., reducing linguistic density, improving readability, integrating visuals effectively, and simplifying terminology) would support **accessibility**.
- Science education is most effective when **complex concepts are introduced through structured, age-appropriate language** that supports gradual learning rather than overwhelming students.



Thanks!

Do you have any questions?

codhus@e-uvt.ro

<https://codhus.projects.uvt.ro/>



References

- Bakken, J., & Andersson-Bakken, E. (2021). The textbook task as a genre. *Journal of Curriculum Studies*, 53(6), 729-748.
- Bewersdorff, A., Hartmann, C., Hornberger, M., Seßler, K., Bannert, M., Kasneci, E., Kasneci, G., Zhai, X., & Nerdel, C. (2025). Taking the next step with generative artificial intelligence: The transformative role of multimodal large language models in science education. *Learning and Individual Differences*, 118, 102601.
- Chitez, M. (2024). Linguistic Overload in Secondary School Textbooks: A Corpus-Informed Case Study of Romanian 6th Grade Textbooks. In *Proceedings of the International Conference Innovation on Language Learning 2024*. Retrieved from <https://conference.pixel-online.net/files/ict4ll/ed0017/FP/3177-CDEV6983-FP-ICT4LL17.pdf>.
- Dimopoulos, K., Koulaidis, V., & Sklaveniti, S. (2003). Towards an analysis of visual images in school science textbooks and press articles about science and technology. *Research in Science Education*, 33, 189-216.
- Dogan, O. K. (2021). Methodological? Or dialectical?: Reflections of scientific inquiry in biology textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(8), 1563-1585.
- Hu, J., Gao, X., & Qiu, X. (2021). Lexical coverage and readability of science textbooks for English-medium instruction secondary schools in Hong Kong. *Sage Open*, 11(1), 21582440211001867.
- Liu, Y., & Treagust, D. F. (2013). Content analysis of diagrams in secondary school science textbooks. In *Critical Analysis of Science Textbooks: Evaluating Instructional Effectiveness* (pp. 287-300). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Morris, B. J., Masnick, A. M., Baker, K., & Junglen, A. (2015). An analysis of data activities and instructional supports in middle school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 37(16), 2708-2720.
- Singh, J., Zouhar, V., & Sachan, M. (2023). Enhancing textbooks with visuals from the web for improved learning. *arXiv preprint arXiv:2304.08931*.
- Yu, J., Li, C., & Li, G. (2022). Alignment between biology curriculum standards and five textbook editions: A content analysis. *International Journal of Science Education*, 44(14), 1-20.
- Zhuang, H., Xiao, Y., Liu, Q., Yu, B., Xiong, J., & Bao, L. (2021). Comparison of nature of science representations in five Chinese high school physics textbooks. *International Journal of Science Education*, 43(11), 1779-1798.