

Universitatea POLITEHNICA din București
Facultatea de Automatică și Calculatoare, Departamentul de
Calculatoare



LUCRARE DE DIPLOMĂ

VisioScience3D

Conducător Științific:
Moraru Anca Andreea

Autor:
Dragomir Andrei-Mihai

București, 2025

University POLITEHNICA of Bucharest

Faculty of Automatic Control and Computers,
Computer Science and Engineering Department



BACHELOR THESIS

VisioScience3D

Scientific Adviser:

Moraru Anca Andreea

Author:

Dragomir Andrei-Mihai

Bucharest, 2025

Realizarea acestui proiect nu ar fi fost posibilă fără ajutorul și sprijinul
D-nei Prof.dr.ing Anca Andreea Moraru. Mulțumesc pentru îndrumare,
promptitudine și răbdare.

Mulțumesc tuturor celorlalți profesori, laboratori și colegi care mi-au facilitat
procesul de învățare și mi-au oferit suportul necesar de-a lungul acestor 4 ani, punându-mi
bazele solide în domeniul ingineriei de Calculatoare.

Abstract

Proiectul VisioScience3D vine ca un răspuns la nevoia de a crea un mediu de învățare interactiv și captivant pentru elevii din învățământul preuniversitar. Acesta îmbină tehnologia avansată pentru a crea un sistem de învățare bazat pe vizualizări 3D și simulări interactive, care să faciliteze înțelegerea conceptelor complexe din domeniul științelor exacte.

În momentul curent învățarea geometriei, fizicii, chimiei și altor discipline științifice se face prin metode tradiționale, care nu reușesc să capteze atenția elevilor. Prin acest proiect ne dorim să venim în întâmpinarea acestei nevoi, să oferim un mediu de învățare interactiv și captivant care să faciliteze activitatea didactică și să îmbunătățească rezultatele elevilor.

Proiectul VisioScience3D este o aplicație web care permite utilizatorilor să exploreze domeniul științelor exacte prin intermediul simulărilor interactive și vizualizărilor 3D. Acesta oferă o soluție inovatoare și complexă pentru elevi și profesori, având posibilitate să predea și să evalueze elevii prin intermediul platformei.

Contents

Mulțumiri	i
Abstract	ii
1 Introducere	1
1.1 Context	1
1.1.1 Defnirea problemei	1
1.1.2 Obiective	2
1.1.3 Susținere științifică	2
1.2 Soluția propusă	3
1.3 Rezultate obținute	4
1.4 Structura lucrării	5
2 Analiza cerințelor / Motivația proiectului	6
2.1 Plaja de utilizatori	6
2.1.1 Categori	6
2.1.2 Profilul utilizatorului	7
2.2 Motivația proiectului	8
2.3 Cerințe funcționale	8
2.3.1 Cerințe funcționale pentru utilizatorii elevi	8
2.3.2 Cerințe funcționale pentru utilizatorii profesori	9
2.3.3 Cerințe funcționale pentru sistem	10
2.4 Cerințe nefuncționale	10
2.5 Limitări	12
3 Studiu de piață / Soluții existente	14
3.1 Alte soluții existente	14
3.1.1 Colorado Edu	14
3.1.2 Soluția 2	14
3.1.3 Soluția 3	14
3.1.4 Soluția 4	14
3.2 Raportarea la alte soluții	14
3.3 Profilul utilizatorului destinat soluției	14
4 Tehnologii utilizate în cadrul soluției propuse	15
4.1 Analiza tehnologiilor	16
4.1.1 Infrastructură și platformă	16
4.1.2 Front-end	16
4.1.3 Back-end	16
4.1.4 Framework 3D	16
4.1.5 Baze de date	16

4.1.6	Monitorizare	16
4.1.7	Deployment și CI/CD	16
4.2	Soluția UI/UX	16
4.2.1	Paleta de culori	16
4.2.2	Brandingul proiectului	16
4.2.3	Designul interfeței utilizatorului	16
4.2.4	Experiența utilizatorului	16
4.2.5	Crearea componentelor UI	16
4.3	Soluția de back-end	16
4.3.1	Descrierea arhitecturii	16
4.3.2	Descrierea serviciilor	16
4.3.3	Securitate	16
4.3.4	Descrierea API-urilor	16
4.3.5	Configurarea clusterului	16
4.3.6	Rutarea și gestionarea traficului	16
4.3.7	Deployment	16
4.3.8	CI/CD	16
4.3.9	Metrice / Monitorizare	16
4.4	Soluția de creare a scenelor 3D	16
4.4.1	Utilizarea tehnologiilor WebGL și Three.js	16
4.4.2	Crearea și gestionarea scenelor 3D	16
4.4.3	Interacțiunea cu obiectele 3D	16
4.4.4	Optimizarea performanței graficii 3D	16
4.4.5	Integrarea cu frontendul	16
4.5	Soluția de baze de date	16
4.5.1	Tipuri de baze de date utilizate / Motivația alegerii	16
4.5.2	Structura bazei de date	16
4.5.3	Gestionarea datelor	16
4.5.4	Securitatea datelor	16
4.5.5	Backup și restaurare	16
4.5.6	Performanța și scalabilitatea bazei de date	16
4.5.7	Integrarea cu back-endul	16
4.6	Funcționalitățile platformei	16
4.6.1	Creare cont și autentificare	16
4.6.2	Sistemul de roluri și permisiuni	16
4.6.3	Meniu interactiv 3D	16
4.6.4	Secțiuni educaționale	16
4.6.5	Interacțiunea cu scenele 3D educaționale	16
4.6.6	Gestionare profil	16
4.6.7	Gestionare clase	16
4.6.8	Gestionare elevi	16
4.6.9	Gestionare teste	16
4.6.10	Vizualizare rezultate	16
5	Detalii de implementare	17
5.1	Back-end	17
5.1.1	Configurare back-end	17
5.1.2	Dezvoltare back-end	17
5.1.3	Conectivitate	17
5.2	Front-end	17
5.2.1	Configurare front-end	17
5.2.2	Dezvoltare front-end	17
5.2.3	Conectivitate	17

6	Scenarii de utilizare	18
6.1	Înregistrare și autentificare utilizator	18
6.2	Explorarea meniul principal	18
6.3	Accesarea secțiunilor educaționale	18
6.4	Interacțiunea cu scenele 3D educaționale	18
6.5	Gestionarea profilului de profesor	18
6.5.1	Crearea de clase și gestionarea elevilor	18
6.5.2	Crearea de teste și gestionarea lor	18
6.5.3	Vizualizarea rezultatelor	18
6.6	Gestionarea contului de elev	18
6.6.1	Intrarea în clasele profesorului	18
6.6.2	Accesarea testelor și vizualizarea rezultatelor	18
6.6.3	Rezolvarea testelor	18
7	Evaluarea implementării	19
7.1	Evaluarea back-endului	19
7.1.1	Testarea back-endului	19
7.1.2	Monitorizarea back-endului	19
7.1.3	Evaluarea performanței back-endului	19
7.2	Evaluarea front-endului	19
7.2.1	Testarea front-endului	19
7.2.2	Monitorizarea front-endului	19
7.2.3	Evaluarea performanței front-endului	19
7.3	Testarea infrastructurii / Platformei	19
8	Concluzii și perspective	20
8.1	Concluzii	20
8.2	Dezvoltare viitoare	20
A	Anexe	21

Chapter 1

Introducere

1.1 Context

Educația este un domeniu de bază al societății, iar tehnologia joacă un rol din ce în ce mai important în acest sector. În special, într-o lume în care platformele sociale și mediul de interacțiune video subsection de bază pentru tineri, este esențial să se dezvolte soluții educaționale care să fie atractive și eficiente în procesul clasic de învățare.

1.1.1 Definirea problemei

În acest context, problema pe care o abordăm este crearea unei platforme educaționale interactive care să integreze tehnologii moderne și simulări 3D, pentru a face din procesul de învățare o experiență captivantă și eficientă pentru elevi de gimnaziu și liceu. Această platformă va permite accesul vizual și facil la informații complexe de matematică, fizică, chimie, astronomie și informatică.

Studentii vor putea explora concepte și interacționa cu simulări 3D, dar și să participe la teste și evaluări pentru a-și verifica cunoștințele. De asemenea, profesorii vor avea la dispoziție un instrument pentru a crea teste și a gestiona clasele de elevi, facilitând astfel procesul de predare și evaluare. Platforma va avea un sistem interactiv de navigare, recunoaștere a rezultatelor și răsplătirea progresului prin gamificare tot prin interacțiune 3D, ceea ce va îmbunătăți experiența utilizatorilor și va stimula învățarea activă.

1.1.2 Obiective

Obiectivele principale ale acestui proiect sunt:

- Crearea unei platforme educaționale interactive care să integreze simulări 3D și tehnologii moderne.
- Dezvoltarea unui sistem de gestionare a testelor și evaluărilor pentru profesori și elevi.
- Implementarea unui sistem de gamificare pentru a stimula învățarea activă și implicarea utilizatorilor.
- Asigurarea accesibilității și ușurinței în utilizare pentru elevi și profesori.
- Crearea unui mediu de învățare captivant și eficient care să faciliteze înțelegerea conceptelor complexe.
- Integrarea unui sistem de raportare și monitorizare a progresului utilizatorilor.
- Crearea unei interfețe prietenoase și intuitive care să faciliteze experiența profesorilor în gestionarea claselor, testelor, elevilor și a rezultatelor.

1.1.3 Susținere științifică

Multe discipline STEM implică concepte abstracte foarte dificil de vizualizat, ceea ce poate scădea interesul elevilor. De exemplu, chimia este adesea percepută ca “prea abstractă” deoarece elevii nu pot vizualiza ușor concepte precum structura moleculară sau reacțiile chimice.

Integrarea vizualizărilor 3D și a tehnologiilor interactive în predarea disciplinelor STEM este susținută de un număr semnificativ de cercetări recente. Acestea demonstrează că reprezentările vizuale și simulările contribuie la înțelegerea conceptelor abstracte și sporesc motivația elevilor.

De exemplu, un studiu derulat în școlile din Cehia a arătat că utilizarea modelelor 3D și animațiilor în predarea științelor a dus la o creștere semnificativă a implicării elevilor și a performanțelor la teste, în special în chimie și biologie [13]. De asemenea, o meta-analiză recentă a concluzionat că lecțiile care includ modele 3D interactive au îmbunătățit de peste 1,6 ori varianta standard de învățare teoretică [16].

Simulările 3D aplicate în laboratoare școlare au condus nu doar la o înțelegere mai bună a subiectelor, ci și la o retenție îmbunătățită a cunoștințelor în timp [17]. Elevii au raportat un nivel mai ridicat de încredere în propriile abilități și o atitudine mai pozitivă față de învățare.

Mai mult, numeroase cercetări evidențiază importanța predării adaptate stilurilor de învățare. Datele arată că un procent semnificativ dintre elevi învață predominant vizual, ceea ce justifică utilizarea elementelor grafice și a animațiilor în clasă [14], [15]. Un studiu local desfășurat în România confirmă această tendință, indicând o pondere de aproximativ 48% pentru stilul vizual, ceea ce subliniază necesitatea diversificării suportului educațional [14].

În plus, un raport OECD a demonstrat că utilizarea controlată a tehnologiei digitale în procesul educațional poate conduce la o creștere cu până la 15% a scorurilor obținute de elevi la testele de competențe, comparativ cu metodele clasice [19].

Ca și concluzie, dovezile sugerează că integrarea vizualizărilor 3D și a simulărilor interactive nu doar crește atractivitatea învățării, ci și eficiența ei. Proiectul *VisioScience3D* se aliniază acestor direcții moderne de predare, oferind resurse educaționale inovative care răspund nevoilor noilor generații de elevi.

1.2 Soluția propusă

Ideea platformei este de a crea un mediu de învățare interactiv care să integreze simulări 3D și tehnologii moderne pentru a face procesul de învățare mult mai ușor. Oferă o gamă de materii care pot fi studiate în această metodă inovativă, dar poate funcționa și ca verifcător ad-hoc al cunoștințelor elevilor. Un elev poate intra rapid și facil să verifice o formulă sau altă informație, iar profesorul poate să creeze teste și să gestioneze clasele de elevi în mod rapid și eficient.

Numele VisioScience3D a fost ales pentru a reflecta scopul platformei și este compus din două cuvinte: "Visio" care se referă la vizual, vedere, iar "Science" care se referă la știință. Această combinație sugerează o platformă care îmbină ideea de vizual cu știința, oferind un nume care reflectă esența platformei și scopul său. Titlul conține și termenul 3D, care subliniază focusul vizualizărilor din platformă care sunt realizate tridimensional.

Fiecare rol din procesul educațional (elev, profesor) are posibilitatea de accesa funcționalitățile de învățare și evaluare. De asemenea, platforma va avea un sistem de gamificare care va recompensa elevii pentru progresul lor și va încuraja participarea activă. Opțiuni de vizualizare a tabele de rezultate vor fi disponibile pentru profesori, iar elevii vor putea să-și urmărească scorul și progresul în timp real.

Testele pot fi create prin drag-and-drop în interfața secțiunii de create, unde există control

granular de la nivel de structura a quizului până la nivel de întrebare, răspuns, selecție de imagini sau număr de răspunsuri corecte. Profesorii pot vizualiza clasele pe care le dețin, elevii care au participat la teste și rezultatele obținute de aceștia. De asemenea, profesorii pot vizualiza și analiza rezultatele elevilor pentru a înțelege mai bine progresul acestora și pentru a adapta metodele de predare în funcție de nevoile fiecărui elev. Aceasta va permite o abordare personalizată a învățării, care poate îmbunătăți semnificativ rezultatele elevilor. Profesorii au acces și la sistemul de invitație a elevilor în platformă și în clasă direct în contul elevului.

Elevii pot accesa platforma printr-o interfață prietenoasă și intuitivă, unde pot explora concepte complexe prin simulări 3D și animații interactive. Pentru ei este destinat meniul 3D principal de selecție a materiei, unde pot vedea și interacționa cu toată gama de simulări disponibile. De asemenea, după cum am menționat mai sus, elevii pot participa la teste și evaluări pentru a-și verifica cunoștințele. Aceste teste sunt concepute pentru a fi interactive și captivante, oferind o experiență de învățare plăcută și eficientă, dar fiind și potrivite ad-hoc pentru o testare rapidă după o lecție predată.

1.3 Rezultate obținute

Platforma a ajuns într-un punct în care poate fi utilizată de către profesori și elevi pentru a explora concepte și reprezintă o soluție care poate salva timp și poate face învățarea mai rapidă și intuitivă pentru elevii cu stil de învățare vizual, care după cum am menționat și după cum arată studiile sunt majoritari în școlile din România (peste 48% din elevi). La nivelul de profesor reprezintă curent o soluție rapidă de testare știința monitorizare a elevilor la materii de știință, dar și de informatică.

La nivel tehnic, platforma folosește o arhitectură scalabilă a serviciilor din back-end, oferind o scalabilitate foarte ridicată și o disponibilitate crescută datorită separării în microservicii a aplicației. Arhitectura poate fi ușor extinsă pentru a adăuga noi funcționalități și module, iar platforma poate fi adaptată rapid la nevoile utilizatorilor. De asemenea, partea de front-end este construită folosind tehnologii cu suport extins și comunități mari, ceea ce asigură o suport îndelungat și o posibilă dezvoltare ușoară a platformei în viitor.

1.4 Structura lucrării

Această lucrare este structurată în mai multe capitole, fiecare abordând un aspect diferit al proiectului atât din punct de vedere tehnic, cât și din punct de vedere al implementării și utilizării platformei.

Capitolul 2 oferă o analiză detaliată a cerințelor și a nevoilor utilizatorilor, precum și a profilului utilizatorilor tipici ai platformei. Acesta include o descriere a motivației, a cerințelor funcționale și a celor nefuncționale, precum și a limitărilor și constrângerilor proiectului.

Al treilea capitol (3) analizează piața și competiția din punct de vedere al platformelor educaționale existente, evidențiind punctele forte și slabe ale acestora și modul în care platforma propusă se diferențiază de cea dezvoltată în cadrul acestui proiect.

Capitolul 4 detaliază tehnologiile utilizate în dezvoltarea platformei, inclusiv limbajele de programare, framework-urile și instrumentele utilizate pentru a crea aplicația. Aici se oferă o privire de ansamblu asupra dezvoltării fiecărei părți importante a aplicației: back-end, front-end (inclusiv UI/UX), scene 3D și bazele de date.

Capitolul 5 oferă detalii despre implementarea platformei, inclusiv bucăți de cod și exemple de dezvoltare a codului, precum și detalii despre configurarea și conectivitatea obținută între diferitele componente ale aplicației.

Cel de-al șaselea capitol, 6 are ca focus definirea și prezentarea scenariilor de utilizare ale platformei, inclusiv modul în care utilizatorii pot interacționa cu aplicația și cum pot crea conturi, teste, clase și cum pot vizualiza scene și experimente 3D. De asemenea, se discută despre modul în care utilizatorii pot accesa și utiliza funcționalitățile platformei, precum și despre modul în care pot beneficia de gamificare și recompense pentru progresul lor.

Capitolul 7 se concentrează pe tipurile de evaluare a platformei, cu accent pe testare și pe modul în care se poate monitoriza sănătatea platformei în cazul lansării către publicul larg. De asemenea se discută și despre evaluare performanței platformei pe diferite niveluri.

Ultimul capitol, 8, oferă concluzii și perspective asupra viitorului platformei, inclusiv posibile îmbunătățiri și extinderi ale funcționalităților existente. De asemenea, se discută despre impactul pe care platforma ar putea să-l aibă asupra educației.

Chapter 2

Analiza cerințelor / Motivația proiectului

2.1 Plaja de utilizatori

Publicul țintă al aplicației este destul de general, putând fi accesată de orice utilizator care se înregistrează și dorește să învețe sau să își amintească noțiuni de matematică, fizică, chimie, astronomie sau informatică.

2.1.1 Categorii

Categoriile principale de utilizatori suportate de platformă sunt:

- Utilizatori elevi
- Utilizatori profesori

Aceste categorii indică și publicul țintă al aplicației, care este format din elevi de nivel gimnaziu sau liceu și profesori care predau disciplinele menționate la acest nivel de învățământ.

Între aceste două categorii de utilizatori diferă drepturile de acces dar și tipul de interacțiune cu aplicația dar și funcționalitățile disponibile.

2.1.2 Profilul utilizatorului

După cum am menționat anterior, aplicația este destinată elevilor și profesorilor de matematică, fizică, chimie, astronomie și informatică. Putem face și o analiză din diverse puncte de vedere demografice și comportamentale:

- **Vârstă:** 10-18 ani pentru elevi, 25-60 ani pentru profesori

Motivat de faptul că aplicația este destinată elevilor de gimnaziu și liceu.

- **Tip de învățare:** vizual

Justificat de faptul că aplicația folosește animații 3D pentru a explica concepte științifice.

- **Studii:** elevi de gimnaziu și liceu, profesori cu studii superioare în domeniul educației sau al științelor exacte

Motivat de scopul și ținta aplicației.

- **Locație:** România, limba destinată fiind româna

Justificat de faptul că aplicația este destinată elevilor și profesorilor din România.

- **Interese:** educație, tehnologie, știință, învățare interactivă

Justificat de faptul că are suport pentru materii de știință și tehnologie.

- **Motivație elevi:** dorința de a învăța și de a-și îmbunătăți cunoștințele în domeniile menționate, dorința de a obține note mai mari la școală

Motivat de faptul că aplicația este destinată elevilor care doresc să învețe și să-și îmbunătățească cunoștințele.

- **Motivație profesori:** dorința de a-și îmbunătăți metodele de predare, dorința de a oferi elevilor o experiență de învățare mai interactivă și mai captivantă

Justificat de faptul că aplicația este destinată profesorilor care doresc să-și îmbunătățească metodele de predare.

- **Tehnologie:** utilizatori cu un nivel cel puțin începător-mediu de competență tehnologică, familiarizați cu utilizarea aplicațiilor web

Datorită faptului că aplicația este o aplicație web care necesită cunoștințe de bază în accesare și navigarea pe internet.

- **Dispozitive:** utilizatori care folosesc computere, laptopuri, tablete sau telefoane mobile pentru accesarea aplicației

Motivat de faptul că aplicația este o aplicație web care poate fi accesată de pe orice dispozitiv cu acces la internet.

2.2 Motivația proiectului

Motivația proiectului este de a oferi o platformă educațională interactivă care să ajute elevii, decizia ideii fiind luată după ce s-a studiat piața de soluții existente care oferă acest tip de produs destinat României, în limba română și care oferă o experiență modernă, cât și suport pentru testare încorporat.

2.3 Cerințe funcționale

interfața a fost realizată după două principii de bază:

- **Simplitate:** am ales un design simplu, minimalist, care să nu distragă atenția utilizatorului de la conținutul educațional
- **Interactivitate:** am ales să folosim animații 3D în cât mai multe zone ale aplicației, pentru a face experiența de învățare mai captivantă și mai plăcută
- **Accesibilitate:** am ales să folosim o paletă de culori care să fie ușor de citit și să nu obosească ochii utilizatorului

Cerințele funcționale sunt împărțite în două mari categorii, în funcție de tipul de utilizator:

- Cerințe funcționale pentru utilizatorii elevi
- Cerințe funcționale pentru utilizatorii profesori
- Cerințe funcționale pentru sistem

2.3.1 Cerințe funcționale pentru utilizatorii elevi

Cerințele funcționale pentru utilizatorii elevi sunt cerințe care țin de utilizatorii aplicației și modul în care aceștia pot să interacționeze cu aplicația din poziția de elevi.

Printre cele principale se numără:

- Utilizatorii elevi trebuie să se poată înregistra în aplicație

- Utilizatorii elevi trebuie să se poată autentifica în aplicație
- Utilizatorii elevi trebuie să aibă acces la un meniu principal 3D de selectare a materiei
- Utilizatorii elevi trebuie să aibă acces la secțiuni educaționale
- Utilizatorii elevi trebuie să aibă acces la scenele 3D și să poată interacționa cu ele
- Utilizatorii elevi trebuie să poată intra în clase create de profesori prin invitație
- Utilizatorii elevi trebuie să poată răspundă la invitații
- Utilizatorii elevi trebuie să aibă acces să vizualizeze testele deschise
- Utilizatorii elevi trebuie să aibă să rezolve testele deschise
- Utilizatorii elevi trebuie să aibă acces la rezultatele obținute dacă profesorul a ales să le facă publice
- Utilizatorii elevi trebuie să aibă acces profilul de utilizator de gestiune a contului

2.3.2 Cerințe funcționale pentru utilizatorii profesori

Cerințele funcționale pentru utilizatorii profesori sunt cerințe care țin de utilizatorii din categoria profesorală și care sunt necesare pentru a asigura o experiență adecvată lor.

Cele mai importante sunt:

- Utilizatorii profesori trebuie să se poată înregistra în aplicație
- Utilizatorii profesori trebuie să se poată autentifica în aplicație
- Utilizatorii profesori trebuie să aibă acces la un meniu principal 3D de selectare a materiei
- Utilizatorii profesori trebuie să aibă acces la secțiuni educaționale
- Utilizatorii profesori trebuie să aibă acces la scenele 3D și să poată interacționa cu ele
- Utilizatorii profesori trebuie să aibă acces la un meniu de gestionare a elevilor și claselor
- Utilizatorii profesori trebuie să aibă acces la un meniu de gestionare a testelor
- Utilizatorii profesori trebuie să aibă acces la un meniu de vizualizare a rezultatelor obținute de elevi
- Utilizatorii profesori trebuie să aibă acces profilul de utilizator de gestiune a contului
- Utilizatorii profesori trebuie să aibă acces la un meniu de gestionare a invitațiilor

- Utilizatorii profesori trebuie să aibă acces să genereze invitații pentru elevi
- Utilizatorii profesori trebuie să aibă acces să trimită invitații pentru elevi
- Utilizatorii profesori trebuie să poată vedea și gestiona rezultatele elevilor
- Utilizatorii profesori trebuie să poată crea teste și închide/deschide accesul la ele

2.3.3 Cerințe funcționale pentru sistem

Cerințele funcționale pentru sistem sunt cerințe care nu țin de utilizatorii aplicației, ci de sistemul în sine și modul în care acesta trebuie să funcționeze. Aceste cerințe sunt esențiale pentru a asigura o experiență de utilizare fluidă și eficientă.

- Sistemul trebuie să trimită invitațiile aproape instantaneu către utilizatori
- Sistemul trebuie să trimită notificări utilizatorilor atunci când primesc invitații
- Sistemul trebuie să încarce rapid scenele 3D
- Sistemul trebuie să aibă un timp de răspuns rapid la interacțiunile utilizatorilor
- Sistemul trebuie să răspundă instant la interacțiunile utilizatorilor cu scenele 3D
- Sistemul trebuie să ofere rezultatele la teste instant
- Sistemul trebuie să gestioneze eficient sistemul de utilizatori și autentificare
- Sistemul trebuie să gestioneze sistemul de închidere/deschidere a testelor

2.4 Cerințe nefuncționale

Dezvoltarea produsului a fost destinată pentru utilizare pe Web, de pe orice dispozitiv cu acces la internet, fără a necesita instalarea de aplicații sau plugin-uri suplimentare. Din natura aplicației, gradul de portabilitate de la dispozitiv la dispozitiv este ridicat.

Interfața trebuie să răspundă rapid la interacțiunile utilizatorilor, iar animațiile 3D să fie fluide și să nu aibă întârzieri semnificative. De asemenea, aplicația trebuie să fie disponibilă pe toate browserele moderne, inclusiv Chrome, Firefox, Safari și Edge.

Pentru o utilizare mai intuitivă sunt adăugate în unele locuri și indicatoari vizuali care arată modul de funcționare. Putem observa și un exemplu în figura următoare, unde utilizatorul este îndrumat să pună mouse-ul peste un obiect pentru a activa meniul.

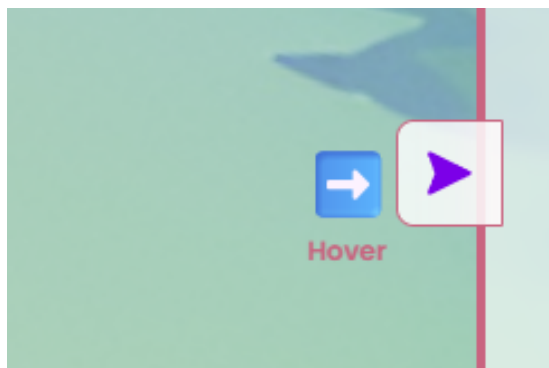


Figure 2.1: Animație intuitivă pentru utilizator deschiderea unui meniu lateral

Meniurile conțin informații de prezentare și tutoriale pentru a naviga diferitele simulări 3D, ele fiind primul lucru pe care utilizatorul îl vede la intrarea în diferitele secțiuni. Putem vedea un exemplu în figura următoare.

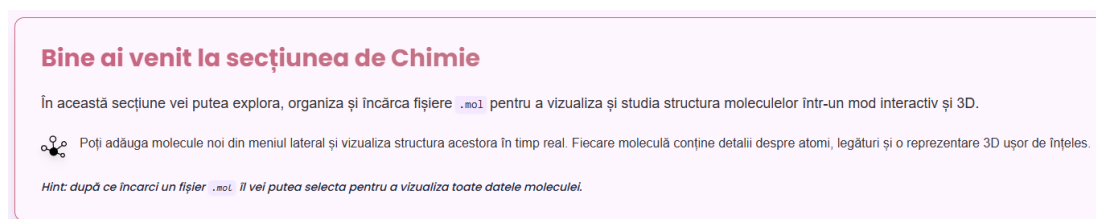


Figure 2.2: Meniu de întâmpinare și ghidare pentru utilizator

Datele afișate în platformă sunt actualizate constant prin comunicare cu serverul care gestionează acel serviciu prin protocolul HTTP.

Ca cerințe nefuncționale necesare pentru încărcarea și gestionarea corectă a scenelor 3D, putem să discutăm pe mai multe planuri, cum ar fi:

1. Browser & API

Aplicația trebuie să ruleze pe browsere moderne care suportă WebGL 1.0 (OpenGL ES 2.0) sau, de preferat, WebGL 2.0 (OpenGL ES 3.0). Browsere compatibile: Chrome > 60, Firefox > 52, Safari > 11, Edge > 16.

2. CPU

- **Minim desktop:** Dual-core 1,5 GHz (Intel Core i3 gen.3+, AMD A6+)
- **Minim mobil/tablet:** Dual-core ARM Cortex-A55 @1,8 GHz

3. Memorie (RAM)

- **Minim:** 2 GB RAM total, din care ≥ 256 MB cel puțin liberi pentru heapul JavaScript și texturi.
- **Recomandat:** 4 GB+ RAM.

4. GPU & VRAM

- **Minim placă grafică integrată:** Intel HD 5000 / AMD Radeon R5 (> 128 MB VRAM)
- **Minim placă grafică dedicată:** NVIDIA GT 640 / AMD R7 250 (> 256 MB VRAM)
- **Minim mobil/tablet:** Adreno 306 / Mali-T720 (> 128 MB VRAM)

5. Rețea

- **Lățime de bandă minimă:** 1 Mbps (cu asset-uri comprimate și LOD).
- **Latency:** < 100 ms RTT pentru încărcarea resurselor.

6. Performanță în aplicație

- **FPS țintă:** > 30 fps pe desktop, > 24 fps pe mobil.
- **Timp de încărcare inițială:** < 2 s, < 5 s (la texturile mari).

Aceste cerințe au fost testate în mediul de dezvoltare și sunt valabile pentru majoritatea, putând să difere în mediul de producție în cazul lansării aplicației.

2.5 Limitări

Din punct de vedere al specificului platformei, ea oferă limitări clare pe mai multe planuri, cum ar fi:

- **Compatibilitate browser și platformă:** aplicația este compatibilă cu majoritatea browserelor moderne, dar nu este optimizată pentru browserele mai vechi sau pentru dispozitive mobile cu specificații tehnice reduse.
- **Performanță hardware:** aplicația necesită un hardware minimal pentru a funcționa corect.

- **Conexiune la internet:** aplicația necesită o conexiune la internet stabilă pentru a funcționa corect.
- **Dispozitive mobile și tabletă:** aplicația necesită un hardware decent pentru rulare, ceea ce e mai greu de obținut pentru dispozitivele mobile.
- **Practice:** aplicația are limitări în folosire încât este dependentă în cea ce constă eficacitatea învățării de utilizatorul care o folosește.
- **Conținut:** aplicația nu oferă un conținut educațional complet, ci doar partea modelabilă 3D a acestuia per fiecare materie.

Chapter 3

Studiu de piață / Soluții existente

3.1 Alte soluții existente

3.1.1 Colorado Edu

3.1.2 Solutia 2

3.1.3 Solutia 3

3.1.4 Solutia 4

3.2 Raportarea la alte soluții

3.3 Profilul utilizatorului destinat soluției

Chapter 4

Tehnologii utilizate în cadrul soluției propuse

4.1 Analiza tehnologiilor

4.1.1 Infrastructură și platformă

4.1.2 Front-end

4.1.3 Back-end

4.1.4 Framework 3D

4.1.5 Baze de date

4.1.6 Monitorizare

4.1.7 Deployment și CI/CD

4.2 Soluția UI/UX

4.2.1 Paleta de culori

4.2.2 Brandingul proiectului

4.2.3 Designul interfeței utilizatorului

4.2.4 Experiența utilizatorului

4.2.5 Crearea componentelor UI

4.3 Soluția de back-end

Chapter 5

Detalii de implementare

5.1 Back-end

5.1.1 Configurare back-end

5.1.2 Dezvoltare back-end

5.1.3 Conectivitate

5.2 Front-end

5.2.1 Configurare front-end

5.2.2 Dezvoltare front-end

5.2.3 Conectivitate

Chapter 6

Scenarii de utilizare

6.1 Înregistrare si autentificare utilizator

6.2 Explorarea meniul principal

6.3 Accesarea secțiunilor educaționale

6.4 Interacțiunea cu scenele 3D educaționale

6.5 Gestionarea profilului de profesor

6.5.1 Crearea de clase și gestionarea elevilor

6.5.2 Crearea de teste și gestionarea lor

6.5.3 Vizualizarea rezultatelor

6.6 Gestionarea contului de elev

6.6.1 Intrarea în clasele profesorului

6.6.2 Accesarea testelor și vizualizarea rezultatelor

6.6.3 Rezolvarea testelor

Chapter 7

Evaluarea implementării

7.1 Evaluarea back-endului

7.1.1 Testarea back-endului

7.1.2 Monitorizarea back-endului

7.1.3 Evaluarea performanței back-endului

7.2 Evaluarea front-endului

7.2.1 Testarea front-endului

7.2.2 Monitorizarea front-endului

7.2.3 Evaluarea performanței front-endului

7.3 Testarea infrastructurii / Platformei

Chapter 8

Concluzii și perspective

8.1 Concluzii

8.2 Dezvoltare viitoare

Appendix A

Anexe

Bibliography

- [1] *Three.js*. <https://threejs.org/>.
- [2] *WebGL*. <https://www.khronos.org/webgl/>.
- [3] *React*. <https://reactjs.org/>.
- [4] *Node.js*. <https://nodejs.org/>.
- [5] *MongoDB*. <https://www.mongodb.com/>.
- [6] *Express.js*. <https://expressjs.com/>.
- [7] *Docker*. <https://www.docker.com/>.
- [8] *Kubernetes*. <https://kubernetes.io/>.
- [9] *Git*. <https://git-scm.com/>.
- [10] *GitHub*. <https://github.com/>.
- [11] *Continuous Integration and Continuous Deployment*. <https://www.atlassian.com/continuous-delivery/ci-vs-ci-vs-cd>.
- [12] *Go Language*. <https://golang.org/>.
- [13] M. Horáková, L. Kovářová și P. Doležel, “3D Models and Animations in STEM Education: Czech Experiment,” **Central European Journal of Education**, 2019. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-024-13210-z>.
- [14] M. Ionescu și A. Popescu, “Distribuția stilurilor de învățare în rândul elevilor din România,” **Revista Profesorului**, 2020. <https://revistaprofesorului.ro/studiu-privind-invatarea-vizuala/>.

-
- [15] A. Miller, "Learning Styles Among School Students: A Pilot Study," *British Journal of Educational Psychology**, 2001. <https://iteach.ro/pagina/1113/>.
- [16] Y. Zhang et al., "VR/AR in STEM Learning," *PubMed**, 2024. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39806348/>.
- [17] Frontiers in Education, "Gamification and Immersive Learning Environments," 2024. <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2024.1354526/full>.
- [18] Mindomo, "What is Visual Learning?," 2023. <https://www.mindomo.com/blog/what-is-visual-learning/>.
- [19] OECD Education Today, "Can the Targeted Use of Digital Devices Improve Learning?," 2024. <https://oecdutoday.com/can-the-targeted-use-of-digital-devices-in-education-win-over-the-naysayers/>.