

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 problemei / Motivația proiectului	6
2.1 Plaja de utilizatori	6
2.1.1 Categori	6
2.1.2 Profilul utilizatorului	6
2.2 Motivația proiectului	6
2.3 Cerințe funcționale	6
2.4 Cerințe nefuncționale	6
2.5 Limitări	6
3 Studiu de piață / Soluții existente	7
3.1 Alte soluții existente	7
3.1.1 Soluția 1	7
3.1.2 Soluția 2	7
3.1.3 Soluția 3	7
3.1.4 Soluția 4	7
3.2 Raportarea la alte soluții	7
3.3 Profilul utilizatorului destinat soluției	7
4 Tehnologii utilizate în cadrul soluției propuse	8
4.1 Analiza tehnologiilor	9
4.1.1 Infrastructură și platformă	9
4.1.2 Front-end	9
4.1.3 Back-end	9
4.1.4 Framework 3D	9
4.1.5 Baze de date	9
4.1.6 Monitorizare	9
4.1.7 Deployment și CI/CD	9
4.2 Soluția UI/UX	9

4.2.1	Paleta de culori	9
4.2.2	Brandingul proiectului	9
4.2.3	Designul interfeței utilizatorului	9
4.2.4	Experiența utilizatorului	9
4.2.5	Crearea componentelor UI	9
4.3	Soluția de back-end	9
4.3.1	Descrierea arhitecturii	9
4.3.2	Descrierea serviciilor	9
4.3.3	Securitate	9
4.3.4	Descrierea API-urilor	9
4.3.5	Configurarea clusterului	9
4.3.6	Rutarea și gestionarea traficului	9
4.3.7	Deployment	9
4.3.8	CI/CD	9
4.3.9	Metrici / Monitorizare	9
4.4	Soluția de creare a scenelor 3D	9
4.4.1	Utilizarea tehnologiilor WebGL și Three.js	9
4.4.2	Crearea și gestionarea scenelor 3D	9
4.4.3	Interacțiunea cu obiectele 3D	9
4.4.4	Optimizarea performanței graficii 3D	9
4.4.5	Integrarea cu frontendul	9
4.5	Soluția de baze de date	9
4.5.1	Tipuri de baze de date utilizate / Motivația alegerii	9
4.5.2	Structura bazei de date	9
4.5.3	Gestionarea datelor	9
4.5.4	Securitatea datelor	9
4.5.5	Backup și restaurare	9
4.5.6	Performanța și scalabilitatea bazei de date	9
4.5.7	Integrarea cu back-endul	9
4.6	Funcționalitățile platformei	9
4.6.1	Creare cont și autentificare	9
4.6.2	Sistemul de roluri și permisiuni	9
4.6.3	Meniu interactiv 3D	9
4.6.4	Secțiuni educaționale	9
4.6.5	Interacțiunea cu scenele 3D educaționale	9
4.6.6	Gestionare profil	9
4.6.7	Gestionare clase	9
4.6.8	Gestionare elevi	9
4.6.9	Gestionare teste	9
4.6.10	Vizualizare rezultate	9
5	Detalii de implementare	10
5.1	Back-end	10
5.1.1	Configurare back-end	10
5.1.2	Dezvoltare back-end	10
5.1.3	Conectivitate	10
5.2	Front-end	10
5.2.1	Configurare front-end	10
5.2.2	Dezvoltare front-end	10
5.2.3	Conectivitate	10
6	Scenarii de utilizare	11
6.1	Înregistrare și autentificare utilizator	11
6.2	Explorarea meniului principal	11

6.3	Accesarea secțiunilor educaționale	11
6.4	Interacțiunea cu scenele 3D educaționale	11
6.5	Gestionarea profilului de profesor	11
6.5.1	Crearea de clase și gestionarea elevilor	11
6.5.2	Crearea de teste și gestionarea lor	11
6.5.3	Vizualizarea rezultatelor	11
6.6	Gestionarea contului de elev	11
6.6.1	Intrarea în clasele profesorului	11
6.6.2	Accesarea testelor și vizualizarea rezultatelor	11
6.6.3	Rezolvarea testelor	11
7	Evaluarea implementării	12
7.1	Evaluarea back-endului	12
7.1.1	Testarea back-endului	12
7.1.2	Monitorizarea back-endului	12
7.1.3	Evaluarea performanței back-endului	12
7.2	Evaluarea front-endului	12
7.2.1	Testarea front-endului	12
7.2.2	Monitorizarea front-endului	12
7.2.3	Evaluarea performanței front-endului	12
7.3	Testarea infrastructurii / Platformei	12
8	Concluzii și perspective	13
8.1	Concluzii	13
8.2	Dezvoltare viitoare	13
A	Anexe	14

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 problemei / Motivația proiectului

2.1 Plaja de utilizatori

2.1.1 Categori

2.1.2 Profilul utilizatorului

2.2 Motivația proiectului

2.3 Cerințe funcționale

2.4 Cerințe nefuncționale

2.5 Limitări

Chapter 3

Studiu de piață / Soluții existente

3.1 Alte soluții existente

3.1.1 Solutia 1

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/>.