

UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚE UMANISTE ȘI ALE EDUCAȚIEI

CONSORTIU: Universitatea de Stat din Moldova (USM), Universitatea de Stat „Alec
Russo” din Bălți (USARB), Universitatea de Stat „Bogdan Petriceicu Hașdeu”
din Cahul (USC).

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: 373.5.02:004:51(043.3)

BRĂNOAEA GABRIELA – CRISTINA

**SISTEM SUPORT INTELIGENT PENTRU
ACCELERAREA ACHIZIȚIILOR MATEMATICE LA
ELEVII DE GIMNAZIU**

**532.02. DIDACTICĂ ȘCOLARĂ
(PE TREPTE ȘI DISCIPLINE DE ÎNVĂȚĂMÂNT)**

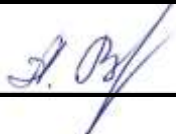
Teză de doctorat în Științe ale educației

Autor



Brănoaea Gabriela – Cristina

Conducător științific:



Braicov Andrei

Doctor, Profesor universitar

Conducător prin cotutelă:



Bragaru Tudor

Doctor, Profesor universitar

CHIȘINĂU, 2026

© BRĂNOAEA Gabriela – Cristina, 2026

CUPRINS

ADNOTARE (în limbile română, engleză și rusă)	4
LISTA TABELELOR	7
LISTA FIGURILOR	8
LISTA ABREVIERILOR	9
INTRODUCERE	11
1. FUNDAMENTAREA TEORETICĂ A SISTEMELOR DE SUPORT EDUCAȚIONAL	20
1.1. Cadrul conceptual al sistemelor inteligente de suport educațional	20
1.2. Analiza comparativă a sistemelor de management al învățării matematicii	28
1.3. Sistem Suport Inteligent: definire, structură și funcționare integrativă	40
1.4. Resurse Educaționale Digitale Inteligente: definire și caracteristici pedagogice	43
1.5. Concluzii ale capitolului 1	47
2. DEZVOLTAREA PEDAGOGICĂ ȘI TEHNOLOGICĂ A SISTEMULUI SUPORT INTELIGENT	49
2.1. Modelul didactic de evaluare formativă bazat pe Sistemul Suport Inteligent	49
2.2. Metodologia cercetării	53
2.3. Proiectarea și dezvoltarea tehnologică a SSI	64
2.3.1. Proiectarea și structurarea bibliotecii REDI pe familii de probleme	69
2.3.2. Dezvoltarea itemilor pentru import în Moodle	71
2.3.3. Organizarea băncii de întrebări pe categorii și codificarea itemilor	75
2.3.4. Alinierea curriculară a conținuturilor matematice din România și Republica Moldova	78
2.3.5. Realizarea cursului prototip „Matematica Gimnazială Bacău” pe Moodle	80
2.3.6. Strategii didactice interactive: glosare tematice și jocuri educaționale Moodle	82
2.3.7. Caracterizarea bateriei de teste	86
2.3.8. Implementarea SSI pe site-ul de autor mathmentor.ro	91
2.4. Analiza cost-beneficiu a implementării SSI într-o școală gimnazială tipică	97
2.5. Concluzii ale capitolului 2	99
3. VALIDAREA SISTEMULUI SUPORT INTELIGENT ÎN CICLUL GIMNAZIAL	101
3.1. Validarea SSI prin experiment pedagogic	101
3.2. Validarea SSI pe baza rapoartelor Moodle	125
3.3. Promovarea REDI în cadrul unui proiect internațional de transfer tehnologic în învățământul profesional tehnic din Republica Moldova	132
3.4. Validarea SSI pe baza chestionarelor de opinie aplicate utilizatorilor	135
3.5. Triangularea rezultatelor	145
3.6. Limite metodologice și soluții oferite de SSI	147
3.7. Concluzii ale capitolului 3	149
CONCLUZII FINALE ȘI RECOMANDĂRI	151
BIBLIOGRAFIE	157
ANEXE	164
Anexa 1. Fragmente reprezentative din dezvoltarea Mathmentor.ro	164
Anexa 2. Arhitectura cursului digital	167
Anexa 3. Ghid pentru profesori de utilizare a cursului electronic în Moodle	178
Anexa 4. Ghid pentru elevi de utilizare a cursului electronic în Moodle	191
Anexa 5. Pachet etic pentru experimentul pedagogic în învățământul gimnazial	196
Anexa 6. Documente de implementare a rezultatelor tezei	201
Anexa 7. Sondaj de opinie pentru elevi (completat în Google Forms)	221
Anexa 8. Sondaj de opinie pentru cadre didactice (completat în Google Forms)	223
Anexa 9. Rezultatele brute ale elevilor din grupul experimental la testele digitale	226
Anexa 10. Raport furnizat de Moodle de caracterizare a bateriei de teste	230
Anexa 11. Declarația privind asumarea răspunderii la teza de doctor	234
Anexa 12. Curriculum Vitae	235

ADNOTARE

Brănoaea Gabriela Cristina
SISTEM SUPT INTELIGENT PENTRU ACCELERAREA ACHIZIȚIILOR
MATEMATICE LA ELEVII DE GIMNAZIU

Teză de doctorat la Specialitatea 532.02. Didactică școlară
Chișinău, 2026

Volumul și structura tezei: Teza este scrisă în limba română cu titlu de manuscris, tehnoredactată la calculator și imprimată. Lucrarea este structurată în introducere, trei capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie cu 126 de titluri și 12 anexe. Textul de bază se întinde pe 146 de pagini, cuprinzând 13 figuri și 41 de tabele. Rezultatele cercetării sunt publicate în 23 de lucrări științifice și raportate la 24 de evenimente științifice.

Cuvinte-cheie: SSI, FOSS, REDI, matematică gimnazială, educație digitală, platforma Moodle, model didactic, itemi parametrizați, feedback adaptiv, mathmentor.ro.

Scopul tezei constă în fundamentarea teoretico-metodologică, elaborarea și validarea experimentală a unui model didactic de evaluare formativă, bazat pe un Sistem Suport Inteligent (SSI), realizat prin integrarea platformei Moodle cu pluginuri FOSS (Free and Open Source Software) și Resurse Educaționale Digitale Inteligente (REDI), orientat spre generarea și corectarea automată a evaluărilor standardizate, cu feedback adaptiv, în vederea accelerării achizițiilor matematice ale elevilor de gimnaziu și eficientizării activității profesorilor.

Obiectivele cercetării: 1. Analiza cadrului teoretic și metodologic privind evaluarea formativă și utilizarea sistemelor inteligente de suport educațional în didactica matematicii. 2. Compararea principalelor sisteme de management al învățării, în vederea identificării oportunităților de integrare a evaluării digitale inteligente în învățământul gimnazial. 3. Proiectarea modelului didactic de evaluare formativă, bazat pe principii pedagogice validate în literatura de specialitate. 4. Dezvoltarea SSI, prin integrarea platformei Moodle cu pluginurile avansate FOSS și elaborarea resurselor educaționale digitale inteligente. 5. Implementarea modelului didactic și SSI prin realizarea unui studiu cvasi-experimental în mediul educațional real. 6. Validarea SSI prin analiza cantitativă a performanțelor elevilor, prin indicatori psihometrici specifici evaluării digitale și prin analiza calitativă a percepțiilor participanților.

Noutatea și originalitatea științifică sunt demonstrate prin actualizarea și operaționalizarea conceptului de evaluare formativă prin integrarea itemilor parametrizați și a feedbackului adaptiv într-un model didactic bazat pe un sistem suport inteligent implementat pe platformă digitală proprie, mathmentor.ro, cu cod personalizat și REDI validate experimental.

Rezultatele obținute în urma implementării SSI: 1. Performanța elevilor: nota medie a grupului experimental a crescut cu $\approx 1,02p.$ de la pre-test la post-test prin REDI și cu $\approx 0,47p.$ față de grupul de control. 2. Economie de timp: profesorii au raportat scăderea timpului de corectare de la ≈ 4 RED la < 45 min/test. 3. Nivel ridicat de acceptare și satisfacție: 92% elevi și 100 % profesori au evaluat SSI drept „foarte util”. Rezultatele au condus la reducerea discrepanței dintre potențialul didactic al sistemelor educaționale digitale și utilizarea lor în practica școlară din RO/MD.

Semnificația teoretică și valoarea aplicativă: Fundamentarea unui model integrat SSI pentru evaluare formativă digitală în didactica matematicii, are contribuții la teoria evaluării asistate de tehnologie și aplicabilitate directă în învățământul gimnazial, inclusiv pentru elevii cu cerințe educaționale speciale sau performanțe înalte. SSI contribuie la accelerarea achizițiilor matematice ale elevilor de gimnaziu, reduce sarcina profesorilor și sprijină managementul educațional, fiind un sistem direct aplicabil, adaptabil și ușor transferabil în alte discipline STEM sau în ciclul liceal.

Implementarea rezultatelor științifice: Modelul SSI a fost operaționalizat printr-un curs digital protejat prin drepturi de proprietate intelectuală, implementat pe trei platforme Moodle (USM, CEITI și mathmentor.ro) și aplicat experimental în mai multe instituții de învățământ din România și Republica Moldova, inclusiv în cadrul unui proiect de transfer tehnologic RO–MD. Rezultatele au fost validate și prin medalii la saloane de invenție internaționale.

ANNOTATION

Brănoaea Gabriela Cristina

INTELLIGENT SUPPORT SYSTEM FOR ENHANCING MATHEMATICAL LEARNING IN HIGH SCHOOL STUDENTS

Doctoral thesis in the specialty 532.02. School didactics

Chişinău, 2026

Volume and structure: The thesis is written in Romanian as a manuscript, technically edited on the computer. The thesis is organized into introduction, 3 chapters, conclusions and recommendations and bibliography, containing 126 titles, and 12 appendices. The core text spans 146 pages, including 13 figures and 41 tables. The research results are published in 23 scientific papers and reported at 24 scientific events.

Keywords: ISS, FOSS, IDER, middle school mathematics, digital education, Moodle platform, didactic model, parameterized items, adaptive feedback, mathmentor.ro.

The purpose of the research is to provide a theoretical and methodological foundation, develop and experimentally validate a didactic model of formative assessment, based on an Intelligent Support System (ISS) for learning and assessing mathematics at the secondary school level, achieved by integrating the Moodle platform with FOSS (Free and Open Source Software) plugins and Intelligent Digital Educational Resources (IDER). ISS supports the automatic generation and correction of standardized assessments, with adaptive feedback, in order to accelerate students' mathematical acquisitions and streamline teachers' work.

The objectives of the research: 1. Analysis of the theoretical and methodological framework regarding formative assessment and the use of intelligent educational support systems in mathematics teaching. 2. Comparison of the main learning management systems, in order to identify opportunities for integrating intelligent digital assessment in secondary education. 3. Design of the didactic model of formative assessment, based on pedagogical principles validated in the specialized literature. 4. Development of ISS, by integrating the Moodle platform with advanced FOSS plugins and developing intelligent digital educational resources. 5. Implementation of the didactic model and ISS, by conducting a quasi-experimental study in the real educational environment. 6. Validation of ISS, through quantitative analysis of student performance, through psychometric indicators specific to digital assessment and through qualitative analysis of participants' perceptions.

The scientific novelty and originality are demonstrated by updating and operationalizing the concept of formative assessment by integrating parameterized items and adaptive feedback into a didactic model based on an intelligent support system implemented on its own digital platform, mathmentor.ro, with customized code and experimentally validated IDER.

Results obtained: 1. Student performance: the average score of the experimental group increased by $\approx 1.02p.$ from pre-test to post-test via IDER and by $\approx 0.47p.$ compared to the control group. 2. Teachers reported a decrease in correction time from $\approx 4h$ to $<45min/test$. 3. High level of acceptance and satisfaction: 92% of students and 100% of teachers rated ISS as "very useful". The results led to a reduction in the discrepancy between the didactic potential of digital educational systems and their use in secondary school practice in RO/MD.

Theoretical significance and practical applicability: Substantiation of an integrated SSI model for digital formative assessment in mathematics teaching has contributions to the theory of technology-assisted assessment and direct applicability in middle school education, including for students with special educational needs or high performance. ISS contributes to improving students' mathematical achievement, reduces teachers' workload and supports educational management, being a directly applicable, adaptable and easily transferable system in other STEM disciplines or in the high school cycle.

The implementation of the scientific results: The SSI model was operationalized through a digital course protected by intellectual property rights, implemented on three Moodle platforms (USM, CEITI and mathmentor.ro) and experimentally applied in several educational institutions in Romania and the Republic of Moldova, including within a RO-MD technology transfer project. The results were also validated by medals at international invention salons.

АННОТАЦИЯ

Brănoaea Gabriela Cristina

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ УСКОРЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ У УЧАЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ

Докторская диссертация по специальности 532.02. Школьная дидактика

Кишинёв, 2026

Объем и структура диссертации: Диссертация написана на румынском языке в виде рукописи, набрана и отпечатана на компьютере. Работа состоит из введения, трех глав, общих выводов и рекомендаций, библиографии из 126 наименований и 12 приложений. Объем основного текста составляет 146 страниц, включая 13 рисунков и 41 таблиц. Результаты опубликованы в 23 научных статьях и представлены на 24 мероприятиях.

Ключевые слова: SSI, FOSS, REDI, математика для средней школы, цифровое образование, платформа Moodle, дидактическая модель, параметризованные элементы, адаптивная обратная связь, mathmentor.ro.

Цель диссертации —предоставить теоретическую и методологическую основу, разработать и экспериментально подтвердить дидактическую модель формирующего оценивания на основе интеллектуальной системы поддержки (ИСС) для обучения и оценивания математики на уровне средней школы. Эта система реализована путем интеграции платформы Moodle с плагинами на основе свободного и открытого программного обеспечения (FOSS) и интеллектуальными цифровыми образовательными ресурсами (REDI). ИСС поддерживает автоматическую генерацию и проверку стандартизированных оценок с адаптивной обратной связью для ускорения обучения учащихся и оптимизации работы учителя.

Цели исследования: 1. Анализ теоретической и методологической основы формирующего оценивания и использования интеллектуальных систем поддержки обучения в преподавании математики. 2. Сравнение основных систем управления обучением с целью выявления возможностей интеграции интеллектуального цифрового оценивания в среднее образование. 3. Разработка дидактической модели формирующего оценивания на основе педагогических принципов, подтвержденных в специализированной литературе. 4. Разработка системы поддержки обучения (SSI) путем интеграции платформы Moodle с передовыми плагинами FOSS и создания интеллектуальных цифровых образовательных ресурсов. 5. Внедрение дидактической модели и системы поддержки обучения (SSI) путем проведения квазиэкспериментального исследования в реальной образовательной среде. 6. Валидация системы поддержки обучения (SSI) посредством количественного анализа успеваемости учащихся, с помощью психометрических показателей, специфичных для цифрового оценивания, и посредством качественного анализа восприятия участников.

Научная новизна и оригинальность демонстрируются путем обновления и операционализации концепции формирующего оценивания посредством интеграции параметризованных заданий и адаптивной обратной связи в дидактическую модель, основанную на интеллектуальной системе поддержки, реализованной на собственной цифровой платформе mathmentor.ro, с использованием специально разработанного кода и экспериментально подтвержденной REDI.

Результаты, полученные благодаря внедрению SSI: 1. Успеваемость учащихся: средний балл экспериментальной группы увеличился примерно на 1,02 балла по сравнению с предварительным и итоговым тестированием с помощью REDI и примерно на 0,47 балла по сравнению с контрольной группой. 2. Экономия времени для учителей: с ≈ 4 часов до < 45 минут на тест. 3. Высокая степень принятия и удовлетворённости: 92% учащихся и 100% учителей оценили SSI как «очень полезный». Результаты привели к уменьшению расхождения между дидактическим потенциалом цифровых образовательных систем и их использованием в практике средних школ в Румынии/Республики Молдова.

Теоретическая значимость и практическая применимость: Обоснование интегрированной модели SSI для цифрового формирующего оценивания в преподавании математики вносит вклад в теорию оценивания с использованием технологий и имеет непосредственное применение в среднем школьном образовании, в том числе для учащихся с особыми образовательными потребностями или высокими показателями успеваемости. SSI способствует ускорению освоения математики учащимися средней школы, снижает нагрузку на учителей и поддерживает управление образованием, являясь непосредственно применимой, адаптируемой и легко переносимой системой в другие STEM-дисциплины или в старшую школу.

Внедрение научных результатов: Методика SSI была внедрена в виде цифрового курса, защищённого правами интеллектуальной собственности, реализованного на трех платформах Moodle (USM, CEIT и mathmentor.ro) и экспериментально применённого в нескольких образовательных учреждениях Румынии и Республики Молдова, в том числе в рамках проекта трансфера технологий между Румынией и Молдовой. Результаты также были подтверждены наградами на международных салонах изобретений.

LISTA TABELELOR

Tabelul 1.1. Sinteza studiilor relevante privind sistemele inteligente în educația matematică	24
Tabelul 1.2. Estimarea efectului educațional al sistemelor inteligente în studiile compatibile.....	25
Tabelul 1.3. Avantaje și limite ale platformelor de e-learning pentru evaluarea matematicii	30
Tabelul 1.4. Beneficii și limite ale itemilor clasici Moodle	33
Tabelul 1.5. Corespondența tipurilor de itemi Moodle cu nivelurile taxonomiei revizuite Bloom	34
Tabelul 1.6. Beneficii și limite ale itemilor Moodle cu variabile aleatoare	35
Tabelul 1.7. Valențe didactice ale pluginurilor avansate pentru matematică în Moodle	37
Tabelul 1.8. Structura modulară a SSI și rolul didactic al componentelor	43
Tabelul 1.9. Caracteristicile REDI și rolurile didactice asociate.....	44
Tabelul 1.10. Clasificarea REDI după structură.....	46
Tabelul 1.11. Clasificarea REDI după nivelul de automatizare	46
Tabelul 1.12. Clasificarea REDI după tipul de feedback și valoarea pedagogică.....	47
Tabelul 2.1. Compararea inițială între grupul experimental și grupul de control	59
Tabelul 2.2. Etapele dezvoltării SSI	65
Tabelul 2.3. Distribuția itemilor în BDI pe tipuri și ani de studiu.....	77
Tabelul 2.4. Corelarea curriculumului de matematică pentru gimnaziu România ⇔ Republica Moldova.....	79
Tabelul 2.5. Modalități de învățare (după Sarker et al., 2019).....	82
Tabelul 2.6. Conținutul bateriei de teste.....	87
Tabelul 2.7. Cota fiecărui tip de item în test raportat la scopul didactic	88
Tabelul 2.8. Limbajele de programare utilizate în dezvoltarea site-ului mathmentor.ro	92
Tabelul 2.9. Setările serviciului de comunicare cu utilizatorii site-ului prin e-mail	95
Tabelul 2.10. Analiza cost-beneficiu a implementării SSI într-o școală gimnazială.....	97
Tabelul 3.1. Planificarea calendaristică a disciplinei opționale la clasa a VIII-a.....	102
Tabelul 3.2. Distribuția notelor pe intervale la testele sumative prin REDI la clasa a VIII-a.....	105
Tabelul 3.3. Media clasei a VIII-a B la cele 7 teste aplicate în cadrul intervenției REDI	107
Tabelul 3.4. Distribuția notelor elevilor din clasa a V-a pe unități de învățare și intervale numerice	109
Tabelul 3.5. Distribuția notelor elevilor din clasa a VI-a pe unități de învățare și intervale numerice	110
Tabelul 3.6. Distribuția notelor elevilor din clasa a VII-a experimentală pe unități de învățare și intervale numerice	111
Tabelul 3.7. Analiza internă a clasei a V-a: tradițional vs. REDI	113
Tabelul 3.8. Analiza internă a clasei a VI-a: tradițional vs. REDI.....	114
Tabelul 3.9. Analiza internă a clasei a VII-a: tradițional vs. REDI.....	114
Tabelul 3.10. Analiza internă a clasei a VIII-a: tradițional vs. REDI	115
Tabelul 3.11. Compararea externă a claselor a V-a.....	119
Tabelul 3.12. Compararea externă a claselor a VI-a	120
Tabelul 3.13. Compararea externă a claselor a VII-a.....	120
Tabelul 3.14. Compararea externă a claselor a VIII-a.....	121
Tabelul 3.15. Compararea externă la post-test	122
Tabelul 3.16. Compararea rezultatelor grupului experimental la pre, post și re-test	124
Tabelul 3.17. Corelația Curriculumului gimnazial din România cu cel pentru ÎPT din Republica Moldova.....	133
Tabelul 3.18. Structura paralelă a chestionarelor elevilor și profesorilor pentru validarea SSI..	136
Tabelul 3.19. Itemii cu „Acordul deplin” al cadrelor didactice la chestionarul de opinie	141

LISTA FIGURILOR

Figura 1.1. Exemplu de definire a variabilelor numerice într-un item de tip Calculat.....	36
Figura 2.1. Modelul didactic de evaluare formativă bazat pe SSI.....	52
Figura 2.2. Metodologia de evaluare a impactului SSI	56
Figura 2.3. Arhitectura sistemului suport inteligent	66
Figura 2.4. Fluxul utilizării sistemului suport inteligent	67
Figura 2.5. Exemplu de identificator al itemului în categorie	76
Figura 3.1. Caracterizarea grupului experimental pe niveluri de competență inițială.....	108
Figura 3.2. Evoluția distribuției notelor pe intervale numerice	116
Figura 3.3. Comparația internă pentru toate clasele gimnaziale de la pre-test la post-test	117
Figura 3.4. Comparația externă de la pre-test la post-test pentru toate clasele gimnaziale.....	122
Figura 3.5. Diagrama sumară a răspunsurilor elevilor la chestionarul de opinie	137
Figura 3.6. Diagrama detaliată a răspunsurilor elevilor la chestionarul de opinie	138
Figura 3.7. Tipuri de sarcini preferate de către elevi.....	139

LISTA ABREVIERILOR

API	Application Programming Interface (Interfață de programare a aplicațiilor)
Apache2	Server web open-source utilizat pentru găzduirea aplicațiilor și paginilor web
Bash	Bourne Again Shell – interpretor de comenzi UNIX/Linux utilizat pentru scriptare și administrare de sistem
BDI	Bază de date de itemi
CAS	Computer Algebra System (sistem de algebră computerizată)
Certbot	Certificate Bot – utilitar open-source pentru generarea automată de certificate SSL/TLS de la Let's Encrypt
CSS / SCSS	Cascading Style Sheets / Sassy CSS – limbaje pentru definirea stilurilor și personalizarea interfeței grafice web
CSV	Comma-Separated Values (Valori separate prin virgulă)
DBR	Design-Based Research (Cercetare bazată pe proiectare)
FOSS	Free and Open-Source Software (Software gratuit și deschis)
GDPR	Global Data Protection Regulation (Regulament UE intrat în vigoare din 2018)
GIFT	General Import Format Template (Format general de import pentru itemi Moodle)
H5P	HTML5 Package (Pachet de resurse interactive HTML5)
HTML	HyperText Markup Language (Limbaj de marcare pentru pagini web)
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure (Protocol securizat pentru transfer de date pe web)
IMRaD	Structură academică standard a lucrărilor științifice: Introducere, Metode, Rezultate și Discuții
IMS	Instructional Management Systems – standard internațional de interoperabilitate pentru resurse educaționale digitale
IP	Internet Protocol – protocol de identificare și adresare a dispozitivelor în rețea
ISJ	Inspectoratul Școlar Județean
ITS	Intelligent Tutoring System (Sistem de Suport Inteligent)
LAMP	Linux, Apache, MariaDB, PHP – pachet software de tip server web utilizat pentru dezvoltarea aplicațiilor dinamice
LMS	Learning Management System (Sistem de gestionare a învățării)
LTI	Learning Tools Interoperability – protocol pentru integrarea externă a instrumentelor educaționale în platformele LMS
MariaDB	Sistem de gestionare a bazelor de date relaționale, derivat din MySQL
MathType	Editor de ecuații și simboluri matematice pentru documente și platforme e-learning
MBZ	Format specific de arhivare compatibil Moodle pentru backup-ul cursurilor
MEC	Ministerul Educației și Cercetării (Republica Moldova)
MEN	Ministerul Educației Naționale (România)
MOODLE	Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Mediu modular de învățare dinamic, orientat pe obiecte)
MySQL	Sistem de gestionare a bazelor de date relaționale
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development – Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică
PHP	Hypertext Preprocessor (Limbaj de programare pentru dezvoltare web)
PISA	Programme for International Student Assessment – Programul pentru Evaluarea Internațională a Elevilor, coordonat de OECD
PRT	Potential Response Trees (Arbore de Răspuns Potențial)

RED	Resurse educaționale deschise
REDI	Resurse Educaționale Digitale Inteligente
ROTLD	Romanian Top Level Domain – Registrul Național al Domeniilor „.ro”
RO/MD	România și Republica Moldova (conform numelor naționale de domeniu)
SCORM	Sharable Content Object Reference Model (Model de conținut partajabil și reutilizabil în e-Learning)
SCSS	Sassy CSS – extensie avansată a limbajului CSS pentru personalizarea dinamică a temelor vizuale
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol – protocol standard pentru transmiterea mesajelor de e-mail
SQL	Structured Query Language – limbaj standard pentru interogarea și administrarea bazelor de date relaționale
SSH	Secure Shell – protocol criptat de acces la distanță pentru administrarea serverelor
SSI	Sistem Suport Inteligent
SSL/TLS	Secure Sockets Layer / Transport Layer Security – protocoale de criptare a comunicațiilor pe internet
STACK	System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel (Sistem pentru predare și evaluare printr-un nucleu de algebră computerizată)
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică)
TIC	Tehnologia Informației și Comunicațiilor
TSI	Tulburări Specifice de Învățare
UNIX	Sistem de operare multi-utilizator, predecesor al Linux, utilizat în infrastructuri server
UX	User Experience (Experiența utilizatorului)
WIRIS	Set de instrumente interactive pentru matematică și științe, integrabil în LMS-uri
WOS	Web Of Science, reviste de prestigiu internațional
WYSIWYG	What You See Is What You Get
XML	Extensible Markup Language (Limbaj extensibil de marcare)

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța temei de cercetare. Transformările accelerate ale societății contemporane, caracterizate prin digitalizare extinsă și emergența economiei bazate pe cunoaștere, nu doar sugerează, ci impun o regândire profundă a rolului educației și a mecanismelor de evaluare a competențelor. În viziunea prezentei teze, evaluarea nu mai poate fi redusă la o funcție sumativă, ci trebuie asumată ca un instrument esențial de reglare a învățării, în acord cu paradigma evaluării formative (*Black & Wiliam, 1998; 2009*).

Analiza literaturii de specialitate din România și Republica Moldova evidențiază o traiectorie clară de la modele tradiționale de evaluare, centrate pe măsurarea rezultatelor, către abordări moderne, orientate spre reglarea procesului de învățare și dezvoltarea competențelor. În cadrul domeniului științelor educației, evaluarea este fundamentată ca o componentă integrată a instruirii, cu funcții formative și reglatoare (*Cucoș, 2008; Potolea & Manolescu, 2005*), identificând în perspectivele contemporane un caracter interactiv care potențează strategiile didactice (*Bocoș, 2013; Albulescu & Catalano, 2020*). În didactica matematicii, se consideră că accentul trebuie să se deplaseze spre analiza proceselor cognitive implicate în rezolvarea de probleme și dezvoltarea gândirii matematice (*Singer, 2007*), elemente urmărite îndeaproape prin prisma feedbackului și a autoreglării (*Neacșu, 2015*). Eforturile de modernizare a educației ne obligă să abordăm evaluarea ca proces centrat pe elev (*Guțu & Vicol, 2014*), în care integrarea tehnologiilor nu este un simplu adaos, ci o extensie funcțională ce permite monitorizarea continuă și individualizarea învățării (*Dulamă, 2020*).

Studiile recente, corelate cu observațiile din practica școlară, evidențiază faptul că integrarea tehnologiilor informaționale în educație presupune reproiectarea strategiilor didactice evaluative într-o manieră centrată pe elev și pe dezvoltarea competențelor, care promovează valorificarea sistemelor digitale inteligente în vederea personalizării învățării și optimizării performanțelor școlare (*Redecker & Johannessen, 2013*). Criza educațională generată de pandemia COVID-19 a evidențiat atât potențialul, cât și limitele infrastructurilor digitale educaționale, relevând vulnerabilități sistemice legate de acces, competențe digitale și calitatea evaluării online (*Dhawan, 2020; Hodges et al., 2020*), aspecte care au motivat în mare măsură direcția investigației de față. Un alt aspect important îl reprezintă inteligența artificială și sistemele inteligente, a căror utilizare responsabilă potențează evaluarea formativă și susține dezvoltarea competențelor elevilor (*Beldiga & Bragaru, 2025; Marin, 2017; 2025*). Din această perspectivă, utilizarea TIC și a sistemelor inteligente, verificate experimental în procesul educațional, contribuie la crearea unor medii de învățare îmbunătățite, în care evaluarea devine continuă, interactivă și orientată spre progresul individual al elevului (*Braicov et al., 2017*).

Obiectul cercetării îl constituie procesul de evaluare formativă a elevilor în învățarea matematicii, abordat dintr-o perspectivă modernă, în contextul utilizării tehnologiilor educaționale moderne. **Subiectul cercetării** supus investigației îl reprezintă modelul didactic de evaluare formativă bazat pe un sistem suport inteligent, precum și mecanismele pedagogice asociate acestuia, cu accent deosebit pe utilizarea itemilor parametrizați și a feedback-ului adaptativ în procesul de învățare a matematicii la nivel gimnazial.

Studiul stării în domeniul de cercetare realizat în prezenta lucrare propune o sinteză a principalelor abordări teoretice și actualizează cadrul conceptual privind sistemele suport inteligente în educație, urmărind patru direcții majore: *elemente tehnologice și didactice* (platforma Moodle, pluginuri FOSS), *evidențe empirice privind impactul asupra învățării, studii de implementare și bune practici la nivel internațional*, precum și *analiza critică a limitărilor și riscurilor de cercetare*. În acest context, situația actuală a evaluării digitale în educația matematică poate fi caracterizată printr-un set de **contradicții structurale**:

Între conservatorismul practicilor didactice și imperativele digitalizării educației: cadrele didactice manifestă o preferință pentru metodele tradiționale de predare și evaluare, validate prin experiență și stabilitate metodologică, în timp ce politicile educaționale și dinamica societății digitale impun integrarea accelerată a tehnologiilor educaționale și a strategiilor e-learning.

Între cerințele pieței muncii și nivelul actual de formare a competențelor: digitalizarea domeniilor profesionale impune competențe digitale și analitice avansate, însă se menține un decalaj semnificativ între profilul absolventului și cerințele socioeconomice actuale.

Între necesitatea integrării e-learningului și complexitatea schimbării curriculare: deși integrarea tehnologiilor digitale în curriculum este esențială, implementarea este îngreunată de factori instituționali, infrastructurali și metodologici, ceea ce conduce la o adoptare fragmentară.

Între utilizarea tehnologiei ca instrument de replicare și potențialul său transformator: în practică, tehnologia reproduce frecvent modele tradiționale de evaluare (teste statice, feedback limitat), în loc să fie valorificată ca instrument de transformare prin personalizare, adaptivitate și analiză a datelor educaționale.

Motivația alegerii temei rezidă în relevanța acesteia pentru *fundamentarea teoretico-metodologică a didacticii matematicii și pentru optimizarea practicilor didactice în contextul digitalizării educației*.

În plan teoretic, cercetarea se fundamentează pe repere epistemologice din domeniul evaluării formative, teoria feedbackului educațional, constructivismul sociocognitiv, paradigma evaluării digitale și principiul individualizării și diferențierii instruirii, care susțin integrarea tehnologiilor inteligente în procesul de reglare a învățării.

În plan metodologic, clasele de gimnaziu se caracterizează prin eterogenitate cognitivă și nevoi de sprijin individualizat, ceea ce necesită sisteme capabile să susțină evaluarea formativă continuă, deoarece strategiile diferențiate cresc eficiența învățării prin adaptarea conținuturilor și sarcinilor la nivelul elevilor, iar tehnologiile educaționale moderne extind mediile de învățare și facilitează integrarea activă a elevilor în procesul educațional (Amour, 2023; Astafieva et al., 2024; Gașoi & Zastînceanu, 2019; Zastînceanu, 2021).

În plan aplicativ, platforma Moodle oferă o infrastructură accesibilă, adecvată implementării în învățământul preuniversitar din România și Republica Moldova (Oulu Moodle guide, 2019). Literatura internațională arată că sistemele ITS bazate pe Moodle, inclusiv STACK (University of Edinburgh, Chris Sangwin), sunt validate în principal în mediul universitar, unde există infrastructură și formare specializată (Sporring & Sangwin, 2019). Deși sunt raportate efecte educaționale pozitive ($d \approx 0,47$) și eficiență superioară predării tradiționale (VanLehn, 2011), majoritatea studiilor vizează nivelul universitar sau liceal, cu o prezență redusă la gimnaziu. În plus, accentul cade mai ales pe componenta tehnologică, în detrimentul dimensiunilor pedagogice precum evaluarea formativă, proiectarea itemilor și autoreglarea învățării. De asemenea, Ciolan et al. (2025) evidențiază existența unor diferențe semnificative între potențialul oferit de tehnologiile digitale și nivelul real de utilizare a acestora în procesul educațional.

În consecință, analiza realizată evidențiază o **lacună teoretică și aplicativă** în didactica școlară privind implementarea ITS în învățământul preuniversitar, în special la matematică.

Problema științifică constă în *existența unei discrepanțe între potențialul didactic al sistemelor de suport educațional bazate pe evaluare digitală inteligentă și nivelul redus de valorificare a acestora în practica învățării matematicii la nivel gimnazial, în condițiile lipsei unor modele validate de implementare în context preuniversitar din România și Republica Moldova.*

Ca răspuns la problema științifică formulată și în concordanță cu direcțiile strategice privind digitalizarea educației ale UE, ale României (Guvernul României, 2024) și ale Republicii Moldova (Guvernul Republicii Moldova, 2023), cercetarea își propune formularea unei soluții teoretico-metodologice și aplicative, concretizată în definirea scopului tezei.

Scopul tezei constă în fundamentarea teoretico-metodologică, elaborarea și validarea experimentală a unui model didactic de evaluare formativă, operaționalizat printr-un Sistem Suport Intelligent (SSI), realizat prin integrarea platformei Moodle cu pluginuri FOSS (Free and Open Source Software) și Resurse Educaționale Digitale Inteligente (REDI), orientat spre generarea și corectarea automată a evaluărilor standardizate, cu feedback adaptiv, în vederea accelerării achizițiilor matematice ale elevilor de gimnaziu și eficientizării activității profesorilor.

Pentru atingerea acestui scop, sunt formulate următoarele **obiective** care sunt realizate pe rând în capitolele principale ale tezei:

1. Analiza cadrului teoretic și metodologic privind evaluarea formativă și utilizarea sistemelor inteligente de suport educațional în didactica matematicii.
2. Compararea principalelor sisteme de management al învățării, în vederea identificării oportunităților de integrare a evaluării digitale inteligente în învățământul gimnazial.
3. Proiectarea modelului didactic de evaluare formativă, bazat pe principii pedagogice validate în literatura de specialitate.
4. Dezvoltarea SSI, prin integrarea platformei Moodle cu pluginurile avansate FOSS și elaborarea resurselor educaționale digitale inteligente.
5. Implementarea modelului didactic și SSI, prin realizarea unui studiu cvasi-experimental în mediul educațional real.
6. Validarea SSI, prin analiza cantitativă a performanțelor elevilor, prin indicatori psihometrici specifici evaluării digitale și prin analiza calitativă a percepțiilor participanților.

Ipoteza cercetării: *Dacă elevii de gimnaziu utilizează un sistem suport inteligent (SSI) implementat pe platforma Moodle, care integrează resurse educaționale digitale inteligente (REDI) pentru evaluare formativă cu feedback automatizat, atunci aceștia vor înregistra îmbunătățiri semnificative ale achizițiilor matematice comparativ cu strategia didactică tradițională.*

Modelul elaborat în această cercetare este un model didactic, care integrează componente pedagogice și tehnologice, fiind operaționalizat printr-un sistem suport inteligent.

- **Componenta pedagogică** integrează obiectivele educaționale, strategiile didactice, procesele de predare-învățare-evaluare și interacțiunile profesor-elev, cu accent pe evaluarea formativă și reglarea continuă a învățării.
- **Componenta programo-tehnică** reprezintă sistemul suport inteligent, conceput ca un ecosistem digital de susținere a procesului didactic la disciplina Matematică în gimnaziu, prin organizarea coerentă și integrarea funcționalităților avansate ale platformei Moodle și ale pluginurilor FOSS.

Metodologia de cercetare adoptată este una mixtă, construită în acord cu standardele internaționale de cercetare experimentală, combinând structura IMRaD (Introduction, Methods, Results and Discussion) cu principiile Design-Based Research (DBR), iar redactarea tezei respectă stilul de citare autor-dată (Harvard), în conformitate cu standardul SM ISO 690:2022 și cu ghidul instituțional (*Universitatea de Stat din Moldova, 2023*).

În plan aplicativ, cercetarea are la bază un *design cvasi-experimental*, structurat în etapele de constatare (pre-test), intervenție formativă, control (post-test) și re-test, destinat verificării retenției pe termen scurt și mediu.

Suportul metodologic al lucrării este structurat pe trei categorii de metode complementare:

- Metode teoretice: documentarea științifică, analiza critică a literaturii, modelarea conceptuală și proiectarea didactică.
- Metode empirice: experimentul pedagogic, testarea performanțelor elevilor, analiza produselor activității acestora.
- Metode statistice: prelucrarea datelor experimentale prin calculul măsurilor de tendință centrală și de dispersie, verificarea omogenității varianțelor (testul Levene), compararea mediilor grupurilor independente (testul *t* Student) și cuantificarea mărimii efectului (indicatorul *d* Cohen), utilizând aplicația Microsoft Excel 365 — Analysis ToolPak.

În vederea delimitării conceptuale, în continuare sunt descrise principalele părți componente ale SSI și *cuvintele-cheie* care ghidează întreaga cercetare.

Resursele Educaționale Digitale Inteligente reprezintă componenta pedagogică centrală a SSI, reunind totalitatea resurselor educaționale destinate învățării și evaluării matematicii gimnaziale, organizate ierarhic pe clase, domenii, unități de învățare și niveluri de dificultate, precum: glosare tematice, fișe și aplicații externe integrate prin linkuri, toate tipurile de itemi matematici clasici și parametrizați, întreaga baterie de teste și jocurile educaționale generative etc.

În cadrul cercetării, termenul „*item parametrizat*” este un *termen-umbrelă* care include toate categoriile din banca de întrebări (BDI), *capabile să producă variații automate*, pe baza unui șablon unic de cerință și algoritm de rezolvare, în care anumite componente numerice sau algebrice sunt definite ca variabile controlate (aleatorii sau supuse unor constrângeri logice). Asemenea itemi păstrează o structură conceptuală unică pentru toți elevii, dar generează instanțe distincte ale problemei prin valori numerice diferite pentru fiecare utilizator și la fiecare tentativă.

Cuvântul „*Sistem*” indică un ansamblu integrat de componente interdependente (instrumente software open-source, formate standardizate de interoperabilitate, o infrastructură web securizată și o suită metodologică documentată), care generează proprietăți sinergice noi prin corelarea lor și permite proiectarea, operarea, monitorizarea și îmbunătățirea continuă a REDI și exploatarea lor facilă.

Cuvântul „*Support*” indică sprijinul acordat tuturor actorilor educaționali: profesorilor, prin instrumente de creare și gestionare a testelor parametrizate și feedback automat; elevilor, prin resurse de învățare și antrenament cu încercări nelimitate; și managementului educațional, prin rapoarte și analize statistice.

Cuvântul „*Inteligent*” vizează automatizarea proceselor de rutină didactică, prin itemi standardizați reutilizabili, itemi generați aleatoriu, evaluare pe etape de rezolvare bazate pe șabloane prestabilite parametrizate, feedback adaptiv în timp real și durabilitate a REDI.

Personalizarea învățării este realizată prin mecanisme automate de adaptare integrate în SSI, bazate pe generarea de itemi parametrizați și pe furnizarea de feedback adaptiv în funcție de răspunsurile elevilor. În mod concret, sistemul este configurat astfel încât să analizeze răspunsul elevului și să furnizeze intervenții diferențiate, precum: explicații suplimentare în caz de eroare, confirmări argumentate în caz de răspuns corect sau sugestii de rezolvare graduală. Prin designul propus, profesorul poate configura sarcini diferențiate pe niveluri de dificultate, pe tipuri de conținut sau moduri de reprezentare și rezolvare (grafic-vizual, procedural-algoritmico sau contextual-aplicativ), asigurând astfel adaptarea la particularitățile individuale ale elevilor. Astfel, SSI ca întreg devine un mediu inteligent de învățare și evaluare, în care tehnologia servește didactica, iar datele colectate din activitatea elevilor sunt transformate în idei de acțiune pentru îmbunătățirea procesului educațional.

Noutatea și originalitatea științifică ale prezentei lucrări vizează actualizarea și operaționalizarea conceptului de evaluare formativă prin integrarea itemilor parametrizați și a feedbackului adaptiv într-un model didactic bazat pe un sistem suport inteligent implementat pe platforma digitală proprie, mathmentor.ro, cu cod personalizat dezvoltat special pentru a răspunde obiectivelor cercetării.

Semnificația teoretică a cercetării rezidă în efortul de integrare coerentă a evaluării formative, a teoriei feedbackului educațional și a evaluării digitale într-un model unitar, implementat printr-un sistem suport inteligent. În acest demers, sunt valorificate contribuțiile fundamentale ale lui Black și Wiliam (1998, 2009) privind rolul evaluării formative, extinzându-le prin propunerea unor mecanisme automatizate de feedback. În același timp, cercetarea se înscrie în paradigma evaluării asistate de calculator (*Sangwin, 2013; Davies & Sangwin, 2024*), dezvoltată în prezenta lucrare prin introducerea itemilor parametrizați și a feedbackului adaptiv într-un cadru didactic integrat. Prin modelul elaborat, au fost operaționalizate, de asemenea, concepte clasice din psihologia educației, precum zona de dezvoltare proximală (*Vygotsky, 1978*), asigurând prin tehnologie adaptarea progresivă a sarcinilor în funcție de răspunsurile elevilor. Totodată, lucrarea se aliniază tendințelor actuale privind evaluarea digitală (*Redecker & Johannessen, 2013*), unde evaluarea devine simultan instrument de măsurare și de învățare, contribuind astfel la o viziune transformatoare asupra procesului educațional în mediul digital.

Valoarea aplicativă a cercetării se reflectă în dezvoltarea și implementarea efectivă a unor produse educaționale funcționale, REDI, încât să poată fi preluate și utilizate direct de către cadrele didactice în contexte diverse, inclusiv în cadrul parteneriatelor de transfer tehnologic, asigurând astfel sustenabilitatea intervenției propuse. Un element esențial al valorii aplicative îl constituie elaborarea ghidurilor metodologice destinate utilizatorilor, care facilitează transferul și utilizarea sistemului în practică: *Ghidul pentru profesori (Anexa 3)* oferă suport pentru integrarea evaluării digitale în activitatea didactică, iar *Ghidul pentru elevi (Anexa 4)* sprijină utilizarea autonomă a platformei. Materializarea modelului propus este cursul digital de matematică gimnazială plasat pe Moodle, exportabil/importabil în format .mbz, pentru care sunt înregistrate drepturile de autor și conexe la AGEPI Moldova.

Implementarea rezultatelor cercetării reprezintă una dintre cele mai relevante contribuții ale lucrării, fiind susținută prin dovezi concrete și documente oficiale care atestă aplicarea sistemului în contexte educaționale reale. SSI a fost implementat în unități de învățământ din România și Republica Moldova, inclusiv în Școala Gimnazială Nr. 10 Bacău și în Colegiul de Medicină Cahul, precum și în alte instituții partenere (*a se vedea Anexele 6.5, 6.6 și 6.7*). Integrarea curriculară este evidențiată prin elaborarea și avizarea unor discipline opționale la decizia școlii (*a se vedea Anexele 6.1 și 6.2*), ceea ce confirmă relevanța pedagogică a sistemului, iar caracterul transferabil și adaptabil este susținut prin implicarea în proiectul MD-RO. Originalitatea SSI este demonstrată prin dezvoltarea infrastructurii digitale proprii (*a se vedea Anexa 6.3*). Implementarea include dimensiuni educaționale extinse, precum activități dedicate elevilor cu cerințe educaționale speciale și rezultate remarcabile în competiții școlare (*a se vedea Anexele 6.8 și 6.9*), ceea ce evidențiază impactul sistemului asupra incluziunii și performanței educaționale. În plus, au fost elaborate în Google Forms și aplicate chestionarele de percepție pentru elevi și profesori (*a se vedea Anexele 7 și 8*), asigurând integrarea componentei calitative în evaluarea SSI.

Aprobarea rezultatelor cercetării. Rezultatele cercetării au fost recunoscute în mediul științific prin diseminarea lor în publicații de specialitate și în cadrul unor manifestări științifice internaționale, precum și prin obținerea unor distincții în cadrul saloanelor de invenție și prin protecția proprietății intelectuale. Aceste demersuri confirmă relevanța, originalitatea, valoarea aplicativă a modelului implementat și interesul comunității academice pentru soluția dezvoltată.

În ansamblu, cercetarea realizează un parcurs complet și coerent, de la identificarea problemei științifice până la realizarea, implementarea, validarea și transferul soluției propuse, demonstrând că integrarea sistemelor de suport inteligent în evaluarea matematică conduce la optimizarea procesului de învățare, creșterea obiectivității evaluării, eficientizarea activității didactice și alinierea educației la cerințele societății digitale contemporane.

Sumarul tezei. Pentru a răspunde scopului și obiectivelor propuse, teza este structurată în *introducere, trei capitole, concluzii finale, bibliografie și anexe.*

Introducerea conturează *cadrul general al cercetării*, subliniind *actualitatea și importanța temei* în contextul transformărilor digitale ale educației. Sunt formulate *scopul, obiectivele, ipoteza cercetării și terminologia operațională* care ghidează întreaga lucrare. Sunt evidențiate *inovația și originalitatea aduse de SSI*, ca model integrator Moodle cu pluginuri FOSS, care facilitează dezvoltarea-generarea REDI, evaluarea automată și feedbackul în timp real pentru itemi parametrizați, contribuind la eficientizarea actului educațional.

Capitolul 1 realizează o *sinteză coerentă a principalelor abordări teoretice*, actualizând un ansamblu relevant de teorii și formulând precizări epistemologice consistente asupra conceptelor-cheie ale sistemelor de suport inteligent (ITS) în educația matematică. Analiza critică pornește de la modelele internaționale de implementare a ITS și se raportează la contextul educațional și socioeconomic din România și Republica Moldova. Capitolul continuă cu o analiză comparativă a platformelor și instrumentelor digitale utilizate în evaluarea matematicii, cu accent pe platforma Moodle. Sunt discutate fundamentele didactice ale itemilor de evaluare (inclusiv utilizarea variabilelor aleatoare), precum și rolul pluginurilor avansate în extinderea funcționalităților educaționale. Sunt menționate aspecte precum *evitarea fraudei, asigurarea echității, personalizarea evaluării și dezvoltarea competențelor reale prin itemi generativi, corecții automat.* Capitolul definește conceptele cheie și caracterizează componentele SSI, REDI, evidențiind implicațiile lor pedagogice.

Capitolul 2 prezintă *metodologia de proiectare, concepere, dezvoltare și implementare a modelului didactic bazat pe SSI.* Inițial este descris modelul didactic de evaluare formativă bazat pe SSI, evidențiindu-se principiile pedagogice care stau la baza utilizării tehnologiei în procesul de evaluare. Secțiunea dedicată metodologiei cercetării prezintă designul experimentului pedagogic realizat în învățământul gimnazial, metodele și instrumentele de colectare a datelor, precum și respectarea normelor GDPR în procesul de documentare și prelucrare a informațiilor. În continuare este abordată componenta tehnologică prin *detalierea procesului de concepere și dezvoltare a SSI:* integrarea FOSS, construirea riguroasă a cursului digital, a băncii de itemi cu structură ierarhică, a codificării standardizate a identificatorului de item pentru filtrarea facilă și includerea aleatorie a itemilor în teste. Ghidurile operaționale clare realizate pentru profesori și elevi contribuie la accesibilitatea și democratizarea procesului educațional digital. Analiza cost-beneficiu a implementării SSI în școli gimnaziale din RO/MD confirmă că adoptarea acestui model didactic este sustenabilă financiar și operațional, raportând beneficii semnificative în termeni de timp economisit, calitate educațională, reducerea fraudelor și creșterea motivației elevilor.

Până în momentul când Moodle poate fi adoptat unitar la nivelul școlilor de stat din RO/MD, autoarea a realizat un site *mathmentor.ro*, cu control administrativ deplin ca soluție autonomă fezabilă, funcțională și adaptabilă oricărui context educațional.

Capitolul 3 vizează *implementarea și validarea experimentală a rezultatelor cercetării* într-un mediu educațional real, în învățământul gimnazial din România și promovarea REDI într-un proiect internațional de transfer tehnologic în învățământul profesional tehnic din Moldova, precum și analiza funcționalităților de suport educațional oferite de SSI. Cercetarea integrează atât *analiza cantitativă a rezultatelor obținute de elevi* în cadrul unor evaluări standardizate, cât și *analiza calitativă a chestionarelor de opinie* aplicate beneficiarilor (elevi și profesori).

Analiza cantitativă a performanțelor elevilor denotă creșteri semnificative ale mediilor în grupul experimental, precum și o migrare a rezultatelor de la note mici spre note medii și mari, demonstrând impactul pozitiv al intervenției pedagogice. Analiza cumulativă a indicatorilor psihometrici din Moodle Analytics confirmă că sistemul reușește să mențină echilibrul între dificultatea itemilor, fiabilitatea ridicată și eroarea de măsurare redusă, asigurând condițiile unei evaluări formative calitative.

Componenta calitativă susține datele cantitative. Astfel, 87% dintre elevi au evaluat pozitiv experiența testării pe platformă, iar 93% dintre cadrele didactice au evidențiat reduceri semnificative ale timpului alocat elaborării și corectării testelor, creșterea eficienței evaluării și stimularea implicării și responsabilizării elevilor.

Validarea ipotezei de cercetare este realizată prin triangularea datelor cantitative, calitative și instituționale, respectiv prin corelarea rezultatelor statistice, a percepțiilor utilizatorilor și a dovezilor de implementare. Analiza integrată a acestor date confirmă eficiența sistemului în creșterea performanței și a retenției cunoștințelor, precum și în optimizarea procesului de evaluare prin feedback relevant și imediat. Rezultatele obținute sunt în concordanță cu cele din studiile privind eficacitatea sistemelor inteligente de instruire (*Roll & Wylie, 2016; VanLehn, 2011*).

Deși rezultatele sunt consistente și semnificative, cercetarea identifică **limite metodologice**, precum constrângeri tehnice, nivelul de alfabetizare digitală al utilizatorilor și contextul instituțional, care sunt ameliorate prin ghidurile de utilizare a SSI și prin implementarea în contexte diverse. Aceste aspecte oferă perspective pentru dezvoltări ulterioare, incluzând extinderea designului experimental, scalabilitatea tehnică și instituțională a SSI și formarea cadrelor didactice pentru integrarea eficientă a evaluării digitale în procesul educațional.

Concluziile finale sintetizează contribuțiile teoretice și aplicative ale cercetării, confirmă ipoteza și răspund pozitiv la problema științifică formulată inițial prin soluția concretizată în SSI, cu aplicabilitate directă în practica educațională similară contextului experimental analizat.

1. FUNDAMENTAREA TEORETICĂ A SISTEMELOR DE SUPORT EDUCAȚIONAL

Capitolul 1 analizează evoluțiile recente din domeniul educației digitale, cu accent pe implicațiile pedagogice ale utilizării tehnologiilor în învățarea și evaluarea matematicii, evidențiind limitele practicilor actuale și necesitatea unor soluții didactice inovatoare. În vederea dezvoltării și implementării modelului pedagogic bazat pe SSI, propus în această teză, este indispensabilă o ancorare solidă în fundamentele teoretice și metodologice ale e-learningului, potențialul platformei Moodle ca ecosistem educațional și funcționalitățile inovatoare aduse de pluginurile avansate și REDI în procesul de predare, învățare și evaluare matematică.

1.1. Cadrul conceptual al sistemelor inteligente de suport educațional

Transformarea digitală a educației este considerată, în literatura de specialitate, una dintre direcțiile strategice ale politicilor educaționale internaționale și naționale RO/MD, fiind articulată în documente precum *Comisia Europeană (2020)*, *Guvernul României (2024)* și *Guvernul Republicii Moldova (2023)*. Obiectivul central al acestor strategii constă în *integrarea coerentă a tehnologiilor digitale în toate componentele procesului educațional* – de la proiectarea și implementarea curriculumului, până la evaluarea formativă și sumativă cu feedback automat și instant, în timp real. Din perspectivă didactică, analiza acestor orientări evidențiază o *schimbare de paradigmă*: de la evaluarea centrată pe produs, uniformă și episodică, către evaluarea formativă, continuă și adaptată nevoilor elevilor. Cercetările analizate din spațiul Republicii Moldova evidențiază rolul tehnologiilor digitale inteligente în facilitarea instruirii diferențiate și în crearea unor medii de colaborare de tip STEM, în care evaluarea devine parte integrantă a procesului de învățare (*Braicov & Corlat, 2018*). În cazul matematicii gimnaziale, această tranziție este deosebit de stringentă, deoarece evaluarea tradițională surprinde insuficient procesul formativ, iar feedbackul este adesea tardiv și generalizat.

Descrierea stării în domeniul de cercetare și identificarea problemelor. Criza sanitară globală din perioada 2020–2021 a accelerat tranziția către învățarea online, relevând atât potențialul mediilor digitale, cât și vulnerabilitățile structurale ale sistemelor educaționale. Aceste provocări se manifestă prin lipsa unor instrumente digitale capabile să evalueze raționamente simbolice, prin limitările în furnizarea feedbackului personalizat și prin riscul crescut de fraudă academică în condițiile testării la distanță, mai ales în discipline cu specific formal și algoritmic, precum matematica (*Dhawan, 2020; Hodges et al., 2020*).

O altă problemă identificată în literatura de specialitate constă în *vulnerabilitatea evaluărilor bazate pe itemi statici, cu conținut fix*: utilizarea acelorași seturi de itemi statici facilitează partajarea răspunsurilor și compromite validitatea rezultatelor.

În lipsa unui mecanism adecvat de generare aleatorie și parametrizată a sarcinilor, testarea digitală riscă să devină un proces repetitiv, predictibil și neautentic. În aceste condiții, credibilitatea actului evaluativ scade, iar *potențialul educațional al mediilor programo-tehnice digitale rămâne nevalorificat* la justa sa valoare.

În această direcție, cercetările lui Andrei Braicov evidențiază simbioza dintre competența matematică și competența digitală, subliniind că integrarea acestora conduce la dezvoltarea unor modele didactice inovatoare, adaptate cerințelor educației contemporane (Braicov & Bibic, 2023).

În continuare este realizată o analiză critică a literaturii relevante, structurată pe patru direcții principale:

- (1) Descrierea tehnologică și pedagogică a sistemelor de suport educațional.
- (2) Dovezile empirice privind impactul asupra învățării (preuniversitar și universitar).
- (3) Studii de implementare și studii de caz relevante (țări, instituții, modele).
- (4) O evaluare critică a limitărilor de cercetare.

În literatura de specialitate din domeniul științelor educației, sistemele de suport inteligent sunt analizate ca soluții educaționale care pot sprijini individualizarea învățării și evaluarea formativă, prin feedback adaptiv și modelarea erorilor elevilor (VanLehn, 2011). În matematică, aceste sisteme sunt implementate mai ales în învățământul universitar, prin platforme care combină evaluarea asistată de Computer Aided Assessment (CAA) cu Computer Algebra Systems (CAS). În literatura din spațiul românesc și moldovenesc, preocupările pentru integrarea sistemelor de suport inteligent în educație sunt evidențiate de G. Căpățână. Într-un studiu de referință, autorul argumentează necesitatea proiectării de *SSI orientate pe familii de probleme*, cu aplicații directe în domeniul instruirii asistate de calculator (Căpățână, 2012). Mai recent, cercetările sale se concentrează pe *modele funcționale de sisteme suport în învățământul matematic*, subliniind rolul personalizării, al evaluării automate și al adaptării pedagogice în context digital (Căpățână et al., 2015).

În contextul evaluării matematice, una dintre cele mai dificile sarcini pedagogice este evaluarea răspunsurilor simbolice și a strategiilor de rezolvare, aspect insuficient abordat de instrumentele clasice de e-learning. STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel) este un pachet open-source conceput pentru evaluarea matematică automată mediată de *Learning Management System* (LMS), în special Moodle, și se bazează pe un nucleu CAS, de obicei *Maxima*, pentru a verifica proprietățile matematice ale răspunsurilor elevilor. Funcționalitățile esențiale includ: parametrizarea itemilor (generarea variantelor aleatoare), acceptarea răspunsurilor simbolice, compararea algebrică a expresiilor, notarea răspunsurilor parțiale și mecanisme complexe de feedback (e.g. PRT) (STACK Assessment, 2024).

Arborii de răspuns potențial (PRT) permit , în mod specific, clasificarea răspunsurilor pe cale logică și emiterea de feedback etapizat în funcție de traseul de rezolvare identificat, ceea ce ridică evaluarea dincolo de verificarea rezultatului final spre diagnosticarea procesului cognitiv (Davies & Sangwin, 2024). Conform Sangwin (2013), *STACK este considerat unul dintre cele mai performante pluginuri open-source pentru evaluarea matematică în Moodle*, depășind alte soluții comerciale prin flexibilitate, precizie simbolică și compatibilitate cu evaluarea constructivă. În plus, STACK favorizează dezvoltarea metacogniției matematice – abilitatea elevilor de a monitoriza propriul raționament – ceea ce îl face promițător nu doar în învățământul superior, ci și în gimnaziu, dacă este calibrat pe nivelul cognitiv al elevilor (Jungic et al., 2012).

Din perspectivă didactică, *utilizarea itemilor parametrizați susține principiul practicii variate și reduce caracterul mecanic al învățării, oferind elevilor oportunități repetate de exersare în contexte echivalente, dar non-identice* (Castro et al., 2024; Sangwin, 2013). Această abordare este esențială pentru consolidarea conceptelor matematice și pentru dezvoltarea transferului cognitiv, aspecte insuficient susținute de testarea tradițională cu itemi statici. Itemii parametrizați (calculați sau generativi) transformă un model-șablon de problemă într-un generator de versiuni echivalente curricular, permițând utilizarea lor repetată și nelimitată fără a-și pierde valoarea. La nivel operațional, generatorul parametrizat reduce timpul necesar pentru a produce variante suficiente și asigură echivalența curriculară între elevi, atunci când este folosit un model de generare bine calibrat (STACK Assessment, 2024).

Studiile de implementare a sistemelor de evaluare inteligentă în educația matematică oferă informații esențiale despre fezabilitatea tehnologică și mai ales despre *condițiile pedagogice necesare pentru ca aceste sisteme să producă efecte educaționale relevante*. Marea parte a literaturii empirice privind STACK provine din mediul universitar la disciplinele STEM, unde rapoartele indică creșterea implicării studenților, posibilitatea de evaluare a competențelor simbolice și eficiența logistică (Jungic et al., 2012; Lowe, 2020; Sangwin, 2013). Aceste studii furnizează dovezi că evaluarea simbolică automată poate îmbunătăți feedbackul și *practice-for-learning*, dar transferul lor direct la gimnaziu nu este garantat din cauza complexității curriculare, diferențelor dezvoltării cognitive și competențelor digitale ale elevilor și profesorilor (Son, 2024; VanLehn, 2011).

Studiile publicate în ultimii ani documentează tot mai multe utilizări adaptive ale STACK în diverse implementări universitare detaliate. Totuși, majoritatea acestor lucrări sunt de tip *studiu de caz, rapoarte practice sau analize calitative/observaționale*, iar numărul studiilor longitudinale la nivel preuniversitar rămâne redus. Rezultatele raportate în literatura analizată includ:

- Îmbunătățiri ale implicării active și frecvenței practicii (Amour, 2023; Jungic et al., 2012).
- Economii semnificative de timp pentru cadrele didactice prin corectare automată și rapoarte analitice (Lowe, 2020; Sangwin, 2013).
- Creșteri moderate ale performanțelor în testele formative, atunci când feedbackul este bine proiectat (Davies & Sangwin, 2024).

Acestea determină o evidență empirică promițătoare, dar incompletă pentru concluzii generalizabile în gimnaziu. Mărimea efectelor este adesea mediată de calitatea itemilor, pregătirea profesorilor și frecvența utilizării (Son, 2024; VanLehn, 2011). Literatura analizată oferă premise teoretice și protocoale tehnice, dar necesită replicări specifice K-12 (prescurtare folosită în Statele Unite pentru clasele primare și secundare, echivalente cu preuniversitar din România și Republica Moldova).

1.1.1. Modele internaționale de implementare a sistemelor de suport educațional: bune practici și limitări

University of Edinburgh și colaboratorii (inclusiv Sangwin și echipa STACK) constituie nucleul de dezvoltare și implementare academică a STACK. Materialele de tip „studiu de caz” descriu modelele organizatorice, training-urile pentru profesori și evaluările aplicate în cursuri universitare, subliniind importanța suportului instituțional și a echipelor de sprijin pentru crearea itemilor (Sporring & Sangwin, 2019). *Aceste studii accentuează faptul că succesul implementării depinde mai mult de infrastructura pedagogică (autori și suport pentru autorare), decât de tehnologia în sine.*

Studiile din Spania (Castro et al., 2024), lucrările din Ucraina și alte centre universitare din Europa de Est (Astafieva et al., 2024) arată adaptări practice ale STACK la cursuri tehnice și de inginerie, cu integrarea activă în designul curricular și feedbackul format în spirala învățării. Majoritatea studiilor indică faptul că evaluarea digitală poate fi eficientă, însă rezultatele depind de contextul aplicării, de calitatea itemilor utilizați și de formarea profesorilor.

Tabelul 1.1 sintetizează principalele cercetări relevante privind integrarea STACK și a sistemelor inteligente în educația matematică. Acest tabel include variabile esențiale pentru meta-analiză: *tipul populației, designul studiului, indicatorii de performanță, rezultatele principale și limitările identificate de autori.* Rezultatele sunt exprimate ca mărimi ale efectului în deviații standard (SD). De exemplu, ITS = 0,76 SD față de tutorii umani indică un efect în favoarea tutorilor umani, în timp ce ITS = +0,40 SD față de predarea tradițională indică un efect în favoarea sistemelor de tutorat inteligent.

Tabelul 1.1. Sinteza studiilor relevante privind sistemele inteligente în educația matematică

Nr.	Autor, An	Populație studiată	Design cercetare	Indicatori analizați	Rezultate principale	Limitări raportate
1	VanLehn (2011)	85 studii (meta-analiză, N total > 10.000 elevi).	Meta-analiză comparativă ITS vs. predare umană.	Performanța academică (post-test), autonomie cognitivă.	ITS = 0,76 SD sub tutori umani, dar semnificativ superior predării tradiționale (+0,40 SD).	Lipsă de date pentru elevi sub 14 ani.
2	Sangwin (2013)	Studenti universitari (Marea Britanie, n=1200).	Studiu longitudinal (3 ani).	Acuratețea simbolică, persistența la sarcini, percepția feedbackului.	Creștere de 22% a ratelor de rezolvare corectă; feedback considerat „util” de 87%.	Necesită sprijin pedagogic pentru interpretarea feedbackului.
3	Jungic, Kent & Menz (2012)	Studenti (Canada, n=230).	Studiu cvasi-experimental.	Rată de completare, performanța la testul final.	Creștere de 0,48 SD în scoruri; creștere a participării online cu 35%.	Lipsă de măsuri cognitive profunde (transfer conceptual).
4	Davies & Sangwin (2024)	Elevi liceu & universitar (UK, n=720).	Studiu experimental (2 cohorte).	Eficiența feedbackului automat, retenție învățare.	Efect mediu Cohen's d = 0,55; reducere cu 30% a timpului de remediere.	Necesită integrare curriculară explicită.
5	Dhawan (2020)	Meta-analiză (COVID-19 context).	Analiză descriptivă 38 studii online learning.	Acces, implicare, satisfacție.	Feedback automat = predictor semnificativ al implicării ($\beta=0,42$).	Lipsa controlului asupra variabilelor pedagogice.
6	OECD (2021)	Date TALIS 2018 (32 țări).	Studiu cross-secțional.	Utilizarea tehnologiilor în evaluare.	Doar 28% profesori folosesc evaluare digitală adaptivă.	Lipsă de date calitative despre efecte reale.
7	STACK Assessment Case Studies (2025)	Comunități educaționale internaționale.	Analiză calitativă (rapoarte de utilizare Moodle + STACK).	Implementare, percepțiile profesorilor.	STACK este folosit în >40 universități; raportare pozitivă în 91% din cazuri.	Lipsă de instrumente de măsurare standardizată.

Pentru studiile care au raportat date cantitative comparabile, a fost construit un mini-meta-tabel al mărimilor efectului (*Cohen's d* sau *echivalente*). Valorile sunt normalizate după metodologiile propuse de Hattie (2007) pentru interpretarea efectelor educaționale (*a se vedea Tabelul 1.2*).

Tabelul 1.2. Estimarea efectului educațional al sistemelor inteligente în studiile compatibile

Studiu	N total	Tip intervenție	Mărimea efectului (d)	Interpretare	Observații
VanLehn (2011)	>10.000	ITS general.	0.40	Mediu-pozitiv.	Eficiență semnificativă față de predare frontală.
Sangwin (2013)	1200	STACK (universitar).	0.50	Mediu-pozitiv.	Feedback simbolic îmbunătățește performanța.
Jungic et al. (2012)	230	STACK (online + seminar).	0.48	Mediu-pozitiv.	Crește retenția și participarea.
Davies & Sangwin (2024)	720	STACK adaptiv (liceu + universitar).	0.55	Mediu-înalt.	Reducere semnificativă a timpului de remediere.
Dhawan (2020)	38 studii sintetizate.	Evaluare digitală automatizată.	0.42	Mediu.	Feedback automat corelat cu implicarea.
Media ponderată (N=12.188)			0.47	Efect global mediu-pozitiv.	Susține relevanța sistemelor inteligente.

Rezultatele analizate converg către o concluzie importantă: sistemele inteligente de evaluare, în special STACK, generează efecte pozitive consistente asupra performanței matematice, cu o mărime medie a efectului $d \approx 0,47$. Aceasta depășește pragul de relevanță practică (0,40) stabilit de *Hattie (2007)*, indicând un impact educațional real. Interpretarea mărimilor efectului în raport cu pragurile de relevanță educațională propuse de *Hattie (2007)* indică faptul că evaluarea inteligentă produce efecte comparabile cu alte intervenții didactice validate empiric. Totuși, aceste efecte nu sunt automate, ci depind de calitatea proiectării pedagogice a itemilor, de integrarea feedbackului în activitățile de învățare și de competențele didactice ale profesorului în utilizarea datelor generate de sistem. Documentația tehnică și rapoartele practice subliniază **două provocări majore pentru scalare:**

- (1) Performanța serverului CAS (e.g. Maxima) la evaluări masive.
- (2) Costul inițial de creare a unei bănci robuste de itemi parametrizați.

Pentru a diminua costurile de dezvoltare și utilizare, soluțiile propuse includ servere dedicate CAS, utilizarea cloud computing, organizarea în bănci comune de itemi, administrate centralizat și partajate între mai mulți utilizatori, centralizarea formării cadrelor didactice etc.

Revizuirea literaturii relevă o **slabă reprezentare a studiilor în rândul populației gimnaziale**. Majoritatea studiilor sunt observaționale sau experimente cu eșantioane mici/nesemnificative (*Astafieva et al., 2024; Castro et al., 2024*). Astfel, extrapolarea directă a rezultatelor la elevii de gimnaziu necesită prudență, fiind necesare studii pilot (precum cel propus în prezenta teză), pentru a verifica transferabilitatea rezultatelor.

Literatura privind **frauda academică în evaluările online** arată că itemii statici cu alegere multiplă favorizează partajarea răspunsurilor și „*contact cheating*” (Noorbehbahani et al., 2022). Itemii parametrizați gestionează acest risc prin generarea de variante individuale.

Totuși, soluția nu este panaceu – profesorii trebuie să proiecteze bine parametrii și să prevină tipare identificabile care pot fi comunicate (Noorbehbahani et al., 2022; STACK Assessment, 2024). Implementarea reușită depinde de competențele digitale ale corpului profesoral și de ușurința cu care elevii pot introduce expresii simbolice (sintaxă Maxima). Rapoartele practice evidențiază nevoia de ghiduri, training și interfețe prietenoase pentru input-uri matematice; absența acestora conduce la erori și frustrare, reducând validitatea măsurătorilor (Amour, 2023; Lowe, 2020). Chiar dacă itemii parametrizați sunt echivalenți curricular, este esențială calibrarea psihometrică (analiza dificultății și discriminării) pentru a garanta validitatea comparativă între variante. Multe implementări inițiale se concentrează pe funcționalitate tehnică, neglijând etapele de pilotare psihometrică sistematică (Castro et al., 2024; Sangwin, 2013).

Există insuficiente studii în România sau Republica Moldova care să lege trăsăturile de proiectare ale itemilor (complexitate parametrică, tipuri de feedback din PRT) de strategiile de învățare pe care le stimulează (metacogniție, reglare a efortului). Predarea matematicii, o disciplină cu un grad ridicat de abstractizare și dificultate, presupune din partea cadrelor didactice un efort continuu și semnificativ pentru personalizarea sarcinilor și adaptarea ritmului de învățare la nevoile fiecărui elev. Adesea, această cerință depășește capacitățile individuale ale profesorului, mai ales în contextul suprasolicitării și al resurselor limitate de timp (Cao, 2022). Consecința directă este pierderea interesului elevilor pentru studiul matematicii, cauzată de metode tradiționale de predare, lipsa unui feedback diferențiat și a unei abordări, care să susțină progresul individual (Roche et al., 2021).

Literatura internațională analizată pune accent pe factori organizaționali: suport instituțional, politici de resurse, modele de colaborare pentru crearea băncilor de itemi Moodle, ceea ce rămâne încă insuficient exploatat la nivelul României și Republicii Moldova (Ciolan et al., 2025). Totodată, analiza inițiativelor naționale de promovare a educației STEAM indică necesitatea utilizării sistemelor digitale pentru evaluare și monitorizarea progresului elevilor (Braicov et al., 2024; Marin, 2017) și orientarea spre dezvoltarea competențelor (Guțu, 2022).

1.1.2. Contextul educațional al digitalizării în România și Republica Moldova

Datele din PISA 2022 indică faptul că aproximativ 49% dintre elevii români nu ating nivelul minim de competență la matematică, ceea ce plasează România semnificativ sub media OECD și reflectă nevoia unei intervenții pedagogice sistemice și personalizate (OECD, 2022).

Din perspectivă didactică, rezultatele analizate pot fi interpretate că reflectă limitele practicilor tradiționale de predare și evaluare, în special ale evaluărilor centrate pe produs și pe itemi statici, care nu oferă elevilor feedback formativ suficient pentru reglarea învățării. În paralel, rapoartele oficiale privind învățământul preuniversitar arată că profesorii de matematică din gimnaziu petrec peste șapte ore pe săptămână pentru corectarea manuală a lucrărilor scrise, în detrimentul activităților de proiectare didactică și feedback formativ (*Ministerul Educației, 2024*). Situația este agravată de scăderea numărului de profesori calificați, fenomen prezent atât în România, cât și în Republica Moldova. Lipsa atractivității profesiei didactice, salarizarea necompetitivă și formarea profesională insuficient actualizată contribuie la un deficit accentuat de specialiști în domeniul matematic (*MEC, 2023*). În condițiile unei încărcări profesionale crescute, evaluarea tinde să devină predominant sumativă, standardizată și orientată spre eficiență administrativă, în detrimentul funcției sale formative și de sprijin al învățării. Această problemă este deosebit de critică în disciplinele STEM, unde înțelegerea procesului de rezolvare este esențială pentru performanța elevilor.

Conform datelor *OECD (2021)*, cadrele didactice din ciclul gimnazial alocă până la 30% din timpul săptămânal pentru evaluarea manuală a testelor, reducând considerabil timpul disponibil pentru planificarea lecțiilor, analiza progresului individual și dezvoltarea unor strategii didactice inovatoare.

Principalele probleme cu impact direct asupra practicilor didactice în matematica gimnazială includ:

- (1) Inegalități în accesul la resurse educaționale digitale, care limitează utilizarea evaluării formative asistate digital, în special în mediul rural (*Braicov et al., 2024*).
- (2) Supraîncărcarea profesorilor și deficitul de timp pentru evaluare individualizată, care conduc la practici evaluative simplificate și la feedback insuficient pentru elevi.

Aceste disfuncționalități subliniază necesitatea unor soluții tehnologice moderne. În România, direcțiile strategice privind digitalizarea educației sunt definite clar în documentele oficiale recente. Rezultatele studiilor internaționale evidențiază existența unor diferențe semnificative între potențialul oferit de tehnologiile digitale și nivelul real de utilizare a acestora în procesul educațional” (*Ciolan et al., 2025*). Planul *SMART EDU 2021–2027* subliniază necesitatea unui ecosistem educațional digital deschis, echitabil și sustenabil, axat pe formarea competențelor digitale ale cadrelor didactice, dezvoltarea de conținut digital și infrastructură IT performantă (*Ministerul Educației, 2021*).

În completare, Strategia Națională pentru dezvoltarea și susținerea Centrelor de Inovare Digitală 2024–2027 poziționează educația digitală ca domeniu prioritar, evidențiind importanța parteneriatelor public-private și a soluțiilor tehnologice scalabile (*Guvernul României, 2024*).

Raportul *DigCompEdu-Flash Report* referitor la competențele digitale ale profesorilor din România (mai 2025) arată că nivelul mediu de competență digitală al cadrelor didactice este de 53,6%, corespunzător nivelului intermediar conform *Cadrului European de Competențe Digitale pentru Educatori*. Cele mai ridicate scoruri se înregistrează în angajament profesional (61,9%) și dezvoltare profesională continuă (67,9%), iar cele mai scăzute în domeniul resurselor digitale (44,4%) și al evaluării bazate pe dovezi (50,5%). Diferențele între mediul urban și rural variază între 7–12 puncte procentuale, iar facilitarea învățării colaborative asistate digital rămâne insuficient dezvoltată (*DigCompEdu, 2025*). În acest sens, studiile lui Andrei Braicov evidențiază rolul comunităților digitale și al formării continue în dezvoltarea competențelor profesorilor, precum și necesitatea adaptării programelor de formare la noile cerințe ale educației digitale (*Braicov, 2022; Braicov & Veverița, 2024*). De asemenea, ghidurile metodologice pentru implementarea cursurilor online subliniază importanța standardizării competențelor profesionale în context digital (*Braicov, et al., 2021*).

Deși potențialul evaluării digitale este considerabil, literatura evidențiază și o serie de riscuri asociate transformării digitale, precum inegalitățile de acces, competențele digitale insuficiente și dificultățile de integrare pedagogică a tehnologiei (*Dhawan, 2020*). În contextul Republicii Moldova, aceste provocări sunt analizate în raport cu riscurile transformaționale ale educației matematice și informatice, evidențiindu-se necesitatea unor strategii coerente de implementare și a unei abordări sistemice (*Braicov, 2024*).

Deși literatura de specialitate analizată evidențiază beneficii ale sistemelor digitale inteligente în evaluare, se poate interpreta că *persistă o fragmentare între dimensiunea tehnologică și cea pedagogică*, ceea ce justifică necesitatea unui model unitar, validat experimental, care să integreze coerent aceste componente.

În acest context, prezenta teză propune, în mod argumentat, un *model didactic de evaluare formativă, susținut de un sistem suport inteligent (SSI), conceput ca instrument de sprijin pedagogic pentru profesorul de matematică*, cu rol în optimizarea evaluării, personalizarea feedbackului și susținerea progresului individual al elevilor (*Brănoaea, 2023; Brănoaea, 2025d*).

1.2. Analiza comparativă a sistemelor de management al învățării matematicii

Dezvoltarea educației digitale a condus la apariția unei varietăți de platforme și instrumente care sprijină, în grade diferite, activitățile de predare, învățare și evaluare. Literatura de specialitate grupează aceste soluții în trei categorii majore, relevante pentru obiectivele prezentei cercetări:

- (1) Platforme de management al învățării – Learning Management Systems/LMS: Moodle, Google Classroom, Schoology.
- (2) Instrumente interactive pentru explorare și reprezentare matematică: GeoGebra, Desmos, WIRIS CAS.
- (3) Sisteme inteligente de evaluare cu feedback automat: STACK, MapleTA, Möbius etc.

Analiza comparativă de mai jos urmărește relevanța pedagogică a acestor categorii în raport cu obiectivul central al tezei: accelerarea achizițiilor matematice prin evaluare automatizată, echitabilă și personalizată, cu accent pe procesul de rezolvare și feedback formativ instantaneu. În cadrul analizei sunt incluse atât platforme proprietare bazate pe cloud sau comerciale (Google Classroom și Schoology), cât și soluții open-source (Moodle), clasificarea fiind realizată în funcție de modelul de dezvoltare și posibilitățile de personalizare a funcționalităților educaționale.

Google Classroom face parte din ecosistemul Google Workspace for Education și se remarcă prin interfață intuitivă, integrare directă cu Google Docs, Sheets, Forms și funcționalități de colaborare multiplatformă. Acest instrument este foarte accesibil pentru elevi și profesori fără pregătire tehnică avansată. Cu toate acestea, capabilitățile sale de evaluare matematică sunt limitate: nu suportă în mod nativ calcul simbolic sau generare automată de itemi parametrizați, ceea ce reduce adecvarea pentru discipline STEM (*Google for Education, 2024*).

Schoology este o platformă LMS mai complexă, potrivită atât învățământului primar, gimnazial, cât și superior, având o structură clară a conținutului pe module, unități de învățare, rapoarte detaliate și integrare cu aplicații externe (*Schoology Learning, 2024*). Totuși, pentru evaluare matematică avansată sunt necesare pluginuri comerciale sau licențe suplimentare, iar itemii parametrizați și evaluarea simbolică nu sunt parte integrantă a produsului de bază.

Google Classroom este un serviciu proprietar gratuit bazat pe cloud (SaaS), iar Schoology este un LMS comercial, cu cod închis (proprietar), deținut de PowerSchool.

Moodle este singura platformă open-source inclusă în analiză, având o arhitectură modulară care suportă o gamă largă de extensii și pluginuri, inclusiv pentru evaluare avansată. Avantajele includ scalabilitatea, interoperabilitatea cu standarde precum IMS (Instructional Management Systems), LTI (Learning Tools Interoperability) și SCORM (Sharable Content Object Reference Model), posibilitatea instalării locale sau în cloud, precum și comunitatea extinsă de dezvoltatori (*Moodle.org, 2024*). În contextul predării matematicii, Moodle permite integrarea motorului CAS și generarea de itemi parametrizați prin pluginuri. Limitările sale sunt legate de necesitatea cunoașterii tehnice (e.g., sintaxa Maxima), de configurarea serverului și de trainingul profesorilor (*a se vedea Tabelul 1.3*).

Tabelul 1.3. Avantaje și limite ale platformelor de e-learning pentru evaluarea matematicii

Platformă	Puncte forte relevante	Limitări specifice pentru matematică
Google Classroom	Interfață intuitivă; integrare cu Google Docs/Forms; acces multiplatformă.	Nu suportă evaluarea simbolică; itemi parametrizați absenți; feedback general.
Schoology	Structură modulară clară; raportare detaliată; conținut interactiv.	Suport limitat pentru itemi avansați; generare parametrizată costisitoare.
Moodle	Scalabilitate dovedită; open-source; suport pentru pluginuri STACK; interoperabilitate.	Necesită infrastructură și competențe tehnice; administrare complexă.

În paralel cu platformele LMS, instrumentele digitale dedicate matematicii sunt vitale pentru a sprijini explorarea, vizualizarea, consolidarea și evaluarea competențelor matematice la un nivel mai ridicat de sofisticare.

Wordwall (*Wordwall.net*) este o platformă online care permite profesorilor să creeze rapid activități interactive (de tip quiz, potrivire, completare de spații, anagramă) și material tipărit, prietenos cu elevii. Wordwall susține învățarea individualizată, permite transferul activităților în formate diferite și încurajează implicarea elevilor prin interactivitate. Platforma permite crearea rapidă de activități și oferă acces facil la o bibliotecă largă de resurse, fiind ușor de utilizat datorită interfeței WYSIWYG. Limitările includ lipsa evaluării simbolice formale, imposibilitatea de a înlocui un CAS și restricțiile planului gratuit, pentru acces complet fiind necesar abonament.

LiveWorksheets (*LiveWorksheets.com*) este o platformă web care permite transformarea fișierelor tradiționale (PDF, JPG) în exerciții online interactive, cu corectare automată și feedback instant. Platforma permite conversia rapidă a fișelor existente, economisind timp la corectare și oferind accesibilitate pe multiple dispozitive. Limitările includ necesitatea unei licențe școlare pentru utilizare extinsă și restricțiile planului gratuit (număr limitat de fișe private și spațiu de stocare). Competențele tehnice necesare sunt scăzute-medii, profesorul încărcând fișele și configurând elementele interactive (drag & drop etc.).

GeoGebra (*GeoGebra.org*) este un software gratuit de geometrie, algebră și calcul, utilizat pe scară largă în școli din întreaga lume. Permite crearea de construcții dinamice, manipulare geometrică interactivă și explorare vizuală a conceptelor matematice. Studiile arată că utilizarea GeoGebra contribuie la creșterea motivației elevilor și la îmbunătățirea înțelegerii conceptuale, cu măriri ale efectului moderate.

MapleTA și Möbius sunt sisteme comerciale de evaluare automatizată, utilizate în mod frecvent în învățământul superior pentru discipline STEM. Aceste sisteme oferă generare de itemi parametrizați, evaluare formală simbolică și raportare detaliată. Avantajul net este nivelul avansat. Iar dezavantajul major este costul instituțional ridicat și, totodată, complexitatea de implementare în școli cu resurse limitate (*Maplesoft.com*).

Wolfram Mathematica reprezintă unul dintre cele mai performante sisteme CAS existente, fiind utilizat extensiv în învățământul universitar și în cercetare (*Wolfram.com*). Motorul său simbolic permite rezolvarea expresiilor complexe, vizualizări 3D și simulări dinamice, însă nu oferă nativ un sistem de evaluare educațională integrat. Platforma Wolfram Cloud și suita Wolfram Alpha Pro pot fi conectate cu LMS-uri prin API-uri, dar aceste extensii sunt comerciale și necesită competențe tehnice ridicate (*Brănoaea, 2023*).

Justificarea alegerii Moodle. În rezultatul analizei comparative a platformelor LMS și instrumentelor evaluative în matematică, alegerea Moodle ca platformă centrală pentru dezvoltarea SSI în prezenta cercetare este justificată (*Bragaru, 2010; Bragaru & Arnăut, 2017*). Deoarece Moodle oferă suportul tehnologic, scalabilitatea, comunitatea de utilizatori și libertatea de licențiere (open-source), necesare pentru implementarea unei soluții la scară națională sau transfrontalieră (*Braicov et al., 2017; Braicov, 2022*). În plus, Moodle permite integrarea directă a unor pluginuri de tip STACK și WIRIS, precum și inserarea linkurilor către activitățile de învățare interactive, precum GeoGebra, ceea ce îl face potrivit pentru învățarea auto-reglată, evaluare personalizată și feedback diferențiat în matematică (*Astafieva et al., 2024; Barana et al., 2021; Brănoaea, 2025d; Brănoaea, 2026b*). Moodle reprezintă una dintre cele mai utilizate platforme open-source de e-learning, fiind apreciată pentru *flexibilitatea tehnologică, scalabilitatea globală și fundamentarea pedagogică solidă*, iar pluginul STACK este utilizat deja pe scară largă în universități din Europa de Vest, SUA și Canada în disciplinele STEM (*Moodle Statistics, 2025*). Această difuzare confirmă statutul său ca standard internațional pentru educația digitală și argumentează alegerea sa ca suport tehnologic pentru implementarea SSI. Un alt aspect esențial îl constituie fundamentarea pe construcționismul social (*Dougiamas & Taylor, 2003*), ce valorifică ideile lui *Piaget (1972), Papert (1980)* și *Vygotsky (1978)*. Astfel, Moodle promovează:

- Constructivismul, prin activități care conectează cunoștințele la experiențe anterioare (e.g. probleme aplicate din viața reală la matematică);
- Construcționismul, prin sarcini colaborative prin care elevii își explică reciproc strategiile;
- Interacțiunea socială, prin comunități de învățare și sesiuni de studiu în grup;
- Reflecția critică, prin evaluarea și discutarea soluțiilor colegilor.

Aceste principii pedagogice sunt susținute de funcționalități avansate, precum:

- Codul sursă deschis, care permite personalizarea și integrarea de pluginuri specializate (e.g. STACK sau WIRIS pentru evaluare matematică);
- Interfața intuitivă și prietenoasă, ce facilitează accesul elevilor la resurse fără cerințe prea mari față de nivelul de competență digitală;

- Activități diverse (teste, sondaje, lecții interactive, jocuri educaționale), utile pentru evaluări formative și sumative;
- Interactivitate și colaborare prin forumuri, glosare, wiki-uri și chat-uri.

Barana et al. (2021) confirmă că integrarea platformei Moodle cu instrumente specializate precum GeoGebra, WIRIS și STACK conduce la creșterea semnificativă a implicării elevilor, la îmbunătățirea performanțelor și la optimizarea procesului de feedback automatizat.

De asemenea, conform raportului publicat de *Frontiers în Education* (2024), Moodle oferă funcționalități superioare în ceea ce privește **analiza datelor prin Gradebook**: *note medii, deviații standard, asimetrie (skewness), kurtosis, coeficient de consistență internă și eroare standard*. Astfel, alegerea Moodle ca infrastructură pentru SSI este justificată atât prin robustețea tehnologică și scalabilitatea globală, cât și prin alinierea la principii pedagogice moderne și prin echitatea și eficiența procesului de învățare, antrenament și evaluare la matematică prin itemi generativi standardizați pentru evaluare matematică avansată.

În unitatea de învățământ în care s-a desfășurat experimentarea practică nu este posibilă instalarea și utilizarea unei platforme Moodle locale, din cauza limitărilor infrastructurale și organizaționale existente, precum lipsa unui server dedicat, absența personalului IT specializat și constrângerile bugetare. Aceste limitări reflectă o realitate sistemică a învățământului preuniversitar românesc și justifică utilizarea unor soluții centralizate colaborative, găzduite, administrate și utilizate în comun pentru utilizarea SSI și nu doar.

În cadrul prezentei cercetări, realizarea, implementarea, testarea și validarea SSI sunt realizate pe platforma Moodle a *Universității de Stat din Moldova*, în cadrul cursului electronic dedicat „*Matematica Gimnazială Bacău*” (Brănoaea, 2024c) și pe platforma de autor mathmentor.ro. Această opțiune este determinată de *calitatea infrastructurii deja existente, compatibilitatea tehnologică cu obiectivele tezei* și statutul autoarei cercetării ca studentă-doctorandă a instituției menționate, sprijinul direct al administratorului platformei Moodle USM pentru instalarea și configurarea completă STACK.

1.2.1. Fundamente didactice ale itemilor utilizați la matematică pe platforma Moodle

Platforma Moodle oferă o gamă extinsă de tipuri de itemi care pot fi utilizați în procesul de exersare și evaluare la matematică, acoperind întreg spectrul taxonomic al obiectivelor educaționale: *de la recunoaștere și aplicare de formule până la raționament simbolic, demonstrație și reflecție*. Acești itemi pot fi clasificați în funcție de gradul lor de obiectivitate, automatizare și complexitate cognitivă, în trei mari categorii: *itemi clasici (obiectivi)*, *semiobiectivi (cu răspuns deschis scurt)* și *parametrizați/inteligenți (avansați)*.

Tabelul 1.4 sintetizează cei mai utilizați itemi clasici Moodle în matematică cu valorificarea potențialului lor în contexte potrivite și evidențierea limitelor (Bragaru, et.al., 2026).

Tabelul 1.4. Beneficii și limite ale itemilor clasici Moodle

Tip de item	Context de aplicare în matematică	Beneficii pedagogice	Limite
Alegere multiplă	Verificarea înțelegerii definițiilor, formulelor, clasificărilor, unităților de măsură.	Automatizare completă; evaluare rapidă; potrivit pentru testare formativă și sumativă.	Evaluare superficială a înțelegerii; predispus la ghicire; feedback limitat.
Alegere duală Adevărat/Fals	Testarea recunoașterii formulelor sau relațiilor corecte.	Rapid, potrivit pentru verificare inițială.	Nu oferă informații despre procesul de gândire.
Asociere	Corelarea conceptelor, formulelor și rezultatelor; perechi funcție–derivată, figură–proprietate.	Antrenează gândirea asociativă, potrivit pentru testare formativă și sumativă.	Ineficient la probleme complexe; nu măsoară raționamentul.
Completare	Alegere de termeni matematici, simboluri sau rezultate simple.	Permite verificare sintactică precisă., potrivit pentru verificare inițială.	Necesită exactitate tipografică; nu recunoaște echivalențe simbolice.
Răspuns scurt, inclusiv potrivire aleatorie	Rezolvarea de exerciții scurte, completarea rezultatelor parțiale, notarea formulelor.	Încurajează precizia notării; verifică gândirea procedurală, util în testare formativă și sumativă.	Sensibil la erori de scriere, care pot fi excluse prin generare; feedback limitat.
Cloze (întrebare compusă)	Probleme integrate cu mai multe cerințe/mulți sub-itemi (numeric, text, alegere multiplă).	Permite evaluarea secvențială a raționamentului, util în testarea formativă și sumativă	Configurare tehnică ceva mai complexă.
Eseu	Justificarea teoretică a soluției, argumentarea logică a unei demonstrații.	Evaluează raționamentul, coerența și reflecția, util în testarea sumativă.	Necesită corectare manuală; subiectivitate potențială.
Descriere	Introducerea contextului, a figurilor și a datelor inițiale.	Clarifică sarcina, integrează resurse externe (e.g. GeoGebra).	Nu este evaluativ; depinde de calitatea designului.

Itemii obiectivi se bazează pe selecția unui răspuns corect dintr-un set finit de opțiuni prestabilite, fiind ușor de dezvoltat în GIFT, de importat și de evaluat instantaneu de sistem. *Acești itemi sunt eficienți logistic, dar lipsiți de profunzime cognitivă.* Ei sunt utilizați predominant pentru verificarea cunoștințelor declarative și a recunoașterii de concepte, mai puțin pentru raționamente complexe. Din perspectivă pedagogică, aceștia pot funcționa ca pre-filtru pentru itemii parametrizați, facilitând adaptarea testului la nivelul de performanță al elevului (Dhawan, 2020).

Itemii semiobiectivi și subiectivi solicită generarea unui răspuns personalizat, fără opțiuni prestabilite. Acești itemi combină avantajele evaluării automate durabile (în cazul potrivirii aleatorii a răspunsurilor scurte) cu cele ale evaluării calitative (în cazul eseului) și oferă profunzime cognitivă. În SSI, aceștia sunt utilizați pentru măsurarea dimensiunii calitative a învățării și pentru contextualizarea sarcinilor (Sangwin, 2013; VanLehn, 2011).

În proiectarea itemilor pentru evaluarea digitală a competențelor matematice, este esențială corelarea fiecărui tip de întrebare cu nivelul cognitiv vizat, conform Taxonomiei revizuite Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001)(a se vedea Tabelul 1.5).

Tabelul 1.5. Corespondența tipurilor de itemi Moodle cu nivelurile taxonomiei revizuite Bloom

Nivel Bloom	Tip de proces cognitiv	Exemple de itemi Moodle	Scop pedagogic principal
Cunoaștere	Recunoașterea și reproducerea informațiilor de bază.	Adevărat/Fals, Alegere multiplă.	Verificarea noțiunilor de bază (formule, definiții).
Înțelegere	Explicarea ideilor sau conceptelor.	Asociere, Răspuns scurt.	Confirmarea înțelegerii relațiilor logice și conceptuale.
Aplicare	Folosirea cunoștințelor în situații noi sau concrete.	Numeric, Calculat.	Aplicarea formulelor și a algoritmilor matematici.
Analiză	Descompunerea și examinarea structurii problemei.	Cloze, STACK (pași intermediari).	Evaluarea raționamentului logic și a conexiunilor între concepte.
Sinteză	Combinarea elementelor într-o nouă structură sau rezolvare.	STACK avansat, WIRIS, Eseu.	Elaborarea soluțiilor originale, explicații proprii.

Această coerență verticală între itemi și nivelurile cognitive asigură validitatea constructului evaluării, respectând principiile designului instrucțional bazat pe competențe. Astfel, evaluarea digitală în matematică utilizează o abordare combinată:

- Itemii obiectivi asigură validitate obiectivă și rapiditate.
- Itemii semiobiectivi și subiectivi asigură profunzime în exprimarea răspunsului.
- Itemii parametrizați garantează echitate, adaptabilitate, durabilitate și scalabilitate.

Această arhitectură asigură o evaluare hibridă, validă pedagogic, echitabilă și scalabilă, în acord cu principiile educației bazate pe date și ale învățării adaptative (VanLehn, 2011). În acest context, SSI funcționează ca un ecosistem tehnologic care reflectă întregul proces de învățare, sprijinind elevul în tranziția de la reproducerea mecanică a cunoștințelor la gândire critică (Anderson & Krathwohl, 2001; Davies & Sangwin, 2024).

1.2.2. Modelarea itemilor parametrizați: variabile aleatoare și constrângeri logice

Parametrizarea în Moodle se bazează pe utilizarea variabilelor (denumite „wildcards”) în locul valorilor fixe, acestea având posibilitatea de a lua valori generate automat sau extrase dintr-un set predefinit (Sangwin, 2013). Parametrizarea are ca scop transformarea fiecărui exercițiu într-un *șablon flexibil*, capabil să genereze automat multiple variante ale aceluiași tip logic de sarcină, asigurând *echitate, reducerea riscului de copiere și personalizarea evaluării* prin:

- Definirea unor *variabile controlabile* (coeficienți, dimensiuni, constante).
- Stabilirea intervalelor posibile pentru aceste variabile și/sau pasul.
- Menținerea constantă a structurii matematice și a cerinței pedagogice.

Formarea competenței de modelare matematică presupune integrarea conținuturilor într-un cadru logico-didactic coerent, orientat spre aplicabilitate și transfer (Sali, Cozma & Ionel, 2025). Parametrizarea contribuie la dezvoltarea flexibilității cognitive și la adaptarea sarcinilor didactice la niveluri diferite de dificultate (Cozma, 2024). În acest context, diversitatea tipurilor de itemi disponibili în platforma Moodle determină modalități diferite de implementare a parametrizării, fiecare cu valențe pedagogice specifice și limitări tehnice, aspecte sintetizate comparativ în Tabelul 1.6.

Tabelul 1.6. Beneficii și limite ale itemilor Moodle cu variabile aleatoare

Tip de item	Context de aplicare în matematică	Beneficii pedagogice	Limite
Numeric	Permite introducerea răspunsurilor numerice și aplicarea unei marje de eroare. Pot fi definite variabile folosind „wildcards” (e.g. {x}, {RED}), căror pot fi atribuite valori aleatorii.	Suportă calcule simple și variabile dinamice. Evaluare obiectivă; toleranță numerică. Ușor de configurat. Nu necesită pluginuri externe.	Limitat la calcule numerice; nu evaluează raționamente simbolice.
Calculat	Permite generarea dinamică a numerelor folosind expresii matematice cu variabile. Poate include operatori matematici, funcții și constante.	Oferă posibilitatea de a genera automat variante diferite ale aceleiași întrebări. Suportă expresii matematice predefinite. Se pot defini seturi de date pentru multiple valori ale variabilelor.	Este limitat la răspunsuri numerice, nu funcționează cu expresii algebrice.
Calculat simplu	Similar cu întrebarea Calculat, dar mai ușor de configurat. Se concentrează pe probleme simple, cu mai puține opțiuni de personalizare.	Mai ușor de configurat decât itemii de tip <i>Calculat</i> . Folosește variabile pentru generarea de întrebări dinamice.	Funcționalitate mai restrânsă decât item de tip <i>Calculat</i> . Nu permite răspunsuri simbolice.
Calculat cu alegere multiplă	Combină alegerile multiple cu variabile calculate. Permite generarea automată a variantelor de răspuns folosind expresii matematice.	Îmbină puterea întrebărilor de tip <i>Calculat</i> cu simplitatea <i>Alegerii multiple</i> . Ideal pentru testele cu variante dinamice.	Limitat la întrebări cu răspunsuri predefinite. Nu permite validarea răspunsurilor simbolice.

Analiza comparativă din *Tabelul 1.6* evidențiază faptul că, deși itemii parametrizați din Moodle oferă oportunități variate de generare automată a sarcinilor, aplicabilitatea lor concretă depinde de echilibrul dintre flexibilitatea tehnică și obiectivele pedagogice urmărite. Exemplul următor ilustrează modul în care parametrizarea este implementată efectiv într-un scenariu didactic autentic, prin configurarea unui item de tip Calculat, demonstrând potențialul generării automate de variante multiple unice în evaluarea matematică (Brănoaea, 2025f). În *Figura 1.1* sunt utilizate cinci variabile: a , b , c , d , e și pentru fiecare dintre ele sunt prestabilite 100 de valori numerice, rezultând 100^5 variante distincte ale aceleiași sarcini.



BANCĂ DE ÎNTREBĂRI

Cursuri Deschise la Distanță > Matematica Gimnazială Bacău > General

Matematica Gimnazială Bacău bancă de întrebări partajată

Editarea unei întrebări de tip calculat

Matematica Gimnazială Bacău

bancă de întrebări partajată

Alegeți proprietățile caracterelor de tip wild card (metacaractere) al setului de date

Caracterele de tip wild card (metacaractere) {x...} vor fi înlocuite cu o valoare numerică din setul lor de date

Metacaractere obligatorii prezente în răspunsuri

Metacaracter {e}	va folosi același set de date private existente ca înainte
Metacaracter partajat {e}	cu 100 valori numerice deja definite este disponibil
Metacaracter {c}	va folosi același set de date private existente ca înainte
Metacaracter partajat {c}	cu 100 valori numerice deja definite este disponibil
Metacaracter {a}	va folosi același set de date private existente ca înainte
Metacaracter partajat {a}	cu 100 valori numerice deja definite este disponibil
Metacaracter {b}	va folosi același set de date private existente ca înainte
Metacaracter partajat {b}	cu 100 valori numerice deja definite este disponibil
Metacaracter {d}	va folosi același set de date private existente ca înainte
Metacaracter partajat {d}	cu 100 valori numerice deja definite este disponibil

Posibile metacaractere prezente numai în textul întrebării

Sincronizați datele din seturile de date partajate cu alte întrebări într-un test

☐ Nu sincroniza
☒ Sincronizează
☐ Sincronizați și afișați numele seturilor de date partajate ca prefix al numelui întrebării

Pagina următoare

Set 100

Metacaracter {e}	4,6
Metacaracter {c}	8,0
Metacaracter {a}	8,7
Metacaracter {b}	7,9
Metacaracter {d}	4,8
{e} + {c} - {...	$(4.6 + 8.0 - 8.7) / (7.9 + 4.8) = 0.31$ Răspuns corect: 0.31 în limitele valorii adevărate Min: 0.2763779527559 — max: 0.33779527559055

Figura 1.1. Exemplu de definire a variabilelor numerice într-un item de tip Calculat

Această abordare asigură echitate evaluativă, reduce monotonia și limitează semnificativ riscul de fraudă prin partajarea răspunsurilor.

1.2.3. Funcționalități ale pluginurilor avansate Moodle pentru matematică

Pentru a depăși limitele itemilor clasici și ale funcționalităților standard oferite de platformele LMS generaliste, Moodle permite integrarea unor pluginuri specializate pentru matematică, concepute să sprijine evaluarea automată a competențelor simbolice, procedurale și conceptuale. Aceste extensii joacă un rol esențial în dezvoltarea evaluării digitale avansate, deoarece facilitează atât introducerea expresiilor matematice, cât și verificarea automată a răspunsurilor complexe. Literatura de specialitate și documentația tehnică Moodle indică existența mai multor pluginuri relevante pentru educația matematică, dintre care cele mai utilizate sunt WIRIS MathType, WIRIS Quizzes și STACK.

Tabelul 1.7 sintetizează principalele caracteristici, avantaje și limitări ale pluginurilor avansate pentru matematică disponibile în Moodle.

Tabelul 1.7. Valențe didactice ale pluginurilor avansate pentru matematică în Moodle

Item avansat	Descriere	Avantaje	Limitări
WIRIS MathType	Este un editor pentru scrierea formulelor matematice într-un mod vizual, integrat în Moodle printr-un plugin WIRIS.	Ușor de utilizat datorită interfeței vizuale intuitive WYSIWYG. Suport pentru multiple formate (MathML, LaTeX, Unicode). Compatibil cu diverse dispozitive și platforme.	Nu include evaluare automată avansată (doar pentru introducere/formatare). Necesită licență WIRIS, deci implica costuri mari pentru instituțiile de stat.
WIRIS Quizzes	Este o colecție de extensii Moodle pentru crearea întrebărilor matematice interactive.	Include un editor de ecuații, grafică interactivă și evaluare matematică automată. Permite generarea automată de exerciții și probleme personalizate. Suportă atât verificarea răspunsurilor numerice, cât și algebrice.	Licențele sunt scumpe și necesită abonamente anuale. Necesită infrastructură IT adecvată pentru funcționare optimă. Poate fi dificil de implementat la scară largă fără suport tehnic. Poate avea limitări legate de compatibilitatea cu alte pluginuri.
STACK	Este considerat unul dintre cele mai performante pluginuri pentru evaluare matematică avansată, bazat pe Maxima CAS (un sistem de verificare a echivalenței matematice a răspunsurilor).	Posibilitatea de a crea întrebări dinamice cu parametri variabili. Permite evaluarea expresiilor matematice introduse de elevi, inclusiv algebră simbolică sub formă de ecuații și formule. Gratuit și open-source, fără costuri de licență. Feedback instantaneu și personalizat pentru studenți. Reduce sarcina profesorilor prin corectarea automată a unor probleme complexe cu PRT.	Necesită cunoștințe tehnice avansate de Maxima pentru instalare și configurare. Necesită o instalare separată și resurse server suplimentare puternice pentru evaluarea unui număr mare de studenți simultan. Profesorii trebuie să învețe cum să creeze întrebări STACK, ceea ce poate fi o provocare. Mai dificil de utilizat pentru utilizatorii fără experiență în calcul simbolic.

Pluginul STACK, prin arhitectura sa robustă, permite *implementarea de șabloane parametrizate* și oferă un mediu de lucru care respectă *rigorile matematicii formale*.

Astfel, elevii pot exersa și pot fi evaluați nu doar pentru rezultate, ci și pentru *calitatea raționamentului și corectitudinea pașilor de rezolvare*, prin funcționalități extinse de:

- Parametrizare aleatorie controlată – fiecare elev primește un item individual în baza unui model unic, prevenind copierea.
- Evaluare simbolică reală – Maxima identifică echivalențe algebrice, astfel încât $\frac{2x}{4}$ și $\frac{x}{2}$ sunt recunoscute ca echivalente.
- Notare pe pași și feedback adaptiv – STACK evidențiază greșelile de procedură, element esențial pentru *feedback în sarcini etapizate*.
- Scalabilitate open-source – fără costuri de licență, compatibil cu orice instalare Moodle.

STACK este conceput nu doar ca instrument de testare, ci ca o *componentă pedagogică menită să susțină învățarea activă* prin încurajarea reflecției asupra propriilor greșeli și a logicii de rezolvare. Procesul de elaborare a unui item de tip STACK implică o serie de etape tehnice și pedagogice, care oferă și un exemplu concret aplicabil într-un context curricular real.

Etape 1 – Definirea variabilelor și parametrizarea itemului: În secțiunea *Question variables* a editorului STACK sunt definite variabilele numerice ale problemei matematice cu ajutorul funcțiilor *randint*, *rand*, *floor*, *choice* etc. Aceasta permite generarea automată a unei expresii liniare unice pentru fiecare elev pentru *prevenirea fraudei, diferențierea itemilor și utilizarea repetată nelimitată a aceluiași sarcini fără a-și pierde valoarea educațională*.

Etape 2 – Formularea cerinței matematice: Enunțul este redactat folosind sintaxă LaTeX pentru expresii și MathJax pentru afișare grafică.

Exemplu: „Rezolvați ecuația $\text{expr}=0$ ”.

STACK înlocuiește automat „*expr*” cu expresia concretă generată pentru acel elev.

Etape 3 – Definirea răspunsului așteptat și a metodei de introducere. În secțiunea *Input* se poate configura:

- Tipul de răspuns: *Algebraic*, *Numeric*, *Matrix* etc.
- Forma de introducere: *input box*, *mathquill* etc.
- Toleranțele de validare.
- Cerințe de formă (e.g. să fie simplificat, să nu conțină variabile nepermise).

Etape 4 – Construirea etapizată a răspunsului așteptat se bazează pe o arhitectură de tip „Arbore de decizie”/PRT structurat pe noduri și ramuri, unde fiecare nod definește o condiție de evaluare (e.g. *Este expresia în formă canonică? A fost aplicată corect o formulă?*), iar fiecare ramură are evaluare booleană (corect/greșit) cu punctaj și feedback corespunzător.

Exemplu concret de PRT:

Node 1 (Answer test) verifică dacă soluția este corectă: AlgEquiv(ans, correct)

True → score = 1, feedback = „Corect!”

False → Next Node

Node 2 (Canonical form) verifică dacă răspunsul este simplificat: AlgEquiv(ans, -b/a)

True → score = 0.8, feedback = „Ai răspuns corect, dar nu ai simplificat forma”.

False → score = 0, feedback = „Revizuieste regula rezolvării ecuațiilor liniare”.

Nodul 3 (Distractor test) detectează greșeli frecvente (e.g. schimbarea semnului).

Teste de răspuns (Answer Tests): Fiecare nod din arbore conține un test specific care compară răspunsul elevului cu soluția corectă sau cu un răspuns așteptat (*care poate fi parțial corect, canonic sau echivalent*). Evaluarea se face pe baza algoritmilor simbolici ai sistemului Maxima.

Rezultate posibile (Outcomes): În funcție de rezultatul testului (adevărat/fals), sistemul produce mai multe acțiuni pedagogice:

- Ajustarea punctajului: Alocă un punctaj parțial între 0 și 1, care este apoi scalat în funcție de valoarea totală a întrebării.
- Generarea de feedback: Elevul primește un mesaj adaptat răspunsului său, fie sub formă compactă, direct în câmpul de răspuns, fie ca mesaj separat.
- Crearea unei note pentru profesor (Answer Note): Sistemul adaugă un comentariu auxiliar în scopul analizei ulterioare de către profesor.
- Direcționarea către un alt nod: Dacă răspunsul nu este suficient de complet sau prezintă anumite erori, elevul poate continua evaluarea în alte noduri ale arborelui, până la finalizarea logicii de evaluare.
- Punctajul final acordat elevului pentru o întrebare se obține prin însumarea scorurilor parțiale alocate în toate nodurile arborelui.

Opțiunea feedback style din editorul STACK permite alegerea modului de prezentare a feedbackului, precum *compact*, *extins* sau *structurat* conform contextului.

Modul „Compact” afișează mesajele de feedback într-un format concis, utilizând etichete HTML de tip , fără întreruperi de paragraf

STACK oferă și alte variante de afișare pentru situații în care este necesar un feedback extins sau structurat diferit. Astfel, arborele de decizie din STACK nu este doar o tehnologie de evaluare automată, ci un instrument didactic care completează rolul profesorului într-un algoritm scalabil. Structurarea răspunsului în pași logici, acordarea de punctaje diferențiate și oferirea de feedback contextualizat transformă evaluarea digitală într-o formă autentică de învățare asistată.

Funcțiile suplimentare ale PRT includ *captarea erorilor* și un *sistem de penalizare*.

Captarea erorilor (Error trapping) în STACK nu este automată. Erorile trebuie anticipate la crearea itemului, iar autorul întrebării trebuie să prevadă și să gestioneze potențiale erori care pot apărea în timpul evaluării (Branoaea et al., 2026). De exemplu, dacă elevul introduce o valoare care duce la împărțire la zero sau alte expresii invalide în Maxima, fără un mecanism de detectare a erorii, evaluarea se va bloca și elevul va vedea un mesaj de tip [RUNTIME_ERROR]. Pentru a evita astfel de situații, creatorul itemului trebuie să includă: clauze de protecție/*guard clauses* în *feedback variables* sau noduri suplimentare în PRT și utilizarea expresiei *errcatch(...)* pentru a detecta potențiale erori în calculul rezultatului și a preveni blocarea arborelui.

În cadrul PRT pot fi aplicate penalizări, în funcție de greșelile făcute de elev, acestea fiind configurate în *sistemul de penalizare* în mod diferențiat pe parcursul traseului de evaluare.

Etapă 5 – Testarea, validarea și publicarea itemului în test: Pentru generarea aleatorie a 20 de variante și verificarea dacă punctele acordate sunt corecte, dacă feedbackul este declanșat corespunzător și dacă toate valorile posibile ale variabilelor conduc la rezultate valide este utilizată funcția *Preview*. Ulterior, itemul este inclus într-un test Moodle, cu specificarea ponderii, a numărului de puncte și a regulilor de încercare.

Acest model de evaluare digitală se aliniază teoriilor constructiviste care afirmă că *învățarea semnificativă are loc atunci când elevii interacționează activ cu sarcini provocatoare, adaptate cognitiv și relevante contextual (Vygotsky, 1978), iar conform Sangwin (2013), feedbackul imediat și relevant este esențial pentru autoreglarea elevului și dezvoltarea conștiinței metacognitive.*

1.3. Sistem Suport Inteligent: definire, structură și funcționare integrativă

În contextul prezentei cercetări, sistemul suport inteligent este definit ca un *ecosistem digital educațional construit pe o arhitectură modulară, deschisă și interoperabilă*, având ca scop optimizarea procesului instructiv-educativ la matematică prin mijloace informatice automatizate. Acesta îmbină instrumente software open-source, resurse educaționale digitale inteligente, formate standardizate de interoperabilitate (GIFT, XML), o infrastructură web securizată (mathmentor.ro) și o suită metodologică documentată (ghiduri, proceduri, analize, acorduri etice). Astfel, SSI este conceput ca o soluție compozită, bazată pe interconectarea și orchestrarea logică a acestor instrumente educaționale consacrate, cu scopul de a crea o arhitectură funcțională coerentă, scalabilă și reproductibilă cu proprietăți noi față de proprietățile fiecărei componente independente. Sistemul ghidează fluxul complet al evaluării digitale:

proiectare → generare → aplicare experimentală → feedback → analiză → validare.

(1) Infrastructura de bază – platforma Moodle – constituie nucleul operațional al sistemului, gestionând cursurile, activitățile, testele, rapoartele formative și conturile utilizatorilor. Versiunea Moodle 4.x oferă suport pentru: Gradebook (registru electronic de note și rapoarte formative); SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) și IMS QTI (*Question and Test Interoperability*) – standarde internaționale pentru interoperabilitate educațională; Un sistem extensibil de *Application Programming Interfaces* (API) care permite integrarea de pluginuri specializate; Jocuri (Quizventure, Crossword, Hangman etc.); Export/import rapid al itemilor și testelor prin formatele GIFT și Moodle XML.

(2) Componenta de inteligență matematică reunește ansamblul pluginurilor și extensiilor specializate instalate în platforma Moodle, care permit atât evaluarea simbolică, cât și valoarea calculată și crearea de resurse interactive cu valoare formativă ridicată. Această componentă transformă Moodle dintr-un sistem de gestiune a învățării – LMS tradițional – într-un mediu generic dedicat învățării matematice, capabil să gestioneze evaluări parametrizate, să furnizeze feedback automat și să genereze date relevante pentru planurile remediale și de progres.

Pluginul STACK și sistemul CAS Maxima permit: evaluarea simbolică și numerică a expresiilor matematice introduse de elevi; generarea automată de itemi parametrizați, prin variabile controlate aleatoriu; verificarea echivalenței simbolice, nu doar numerice; feedback inteligent, bazat pe analiza pașilor intermediari ai rezolvării; acordarea de punctaje parțiale și detectarea erorilor frecvente și prevenirea fraudei prin unicitatea valorilor generate aleatoriu pentru fiecare elev. Acest plugin asigură funcționalitatea de *mathematical reasoning automation* și adaugă dimensiunea de *inteligență artificială simbolică* în procesul de evaluare matematică digitală (STACK Assessment, 2024).

Extensia WIRIS Quizzes completează STACK printr-un sistem vizual și simbolic integrat, bazat pe editorul MathType. Aceasta permite: (1) construirea de itemi cu formule vizuale complexe (ecuații, fracții, radicali, matrici etc.); (2) corectarea numerică și algebrică a răspunsurilor; (3) integrarea de grafice, diagrame și imagini dinamice direct în întrebări; (4) compatibilitate completă cu Latex, Mathml și Mathjax, pentru randarea matematică elegantă în browser și evaluarea automată a itemilor cu răspuns numeric, simbolic sau mixt. Prin WIRIS, elevii pot redacta răspunsuri într-o formă apropiată celei de pe hârtie, iar profesorii pot construi exerciții cu interfață vizuală intuitivă.

Formulas este un plugin intermediar între STACK și WIRIS, destinat exercițiilor cu mai multe componente numerice, simbolice sau vectoriale. Acesta permite: (1) crearea de probleme multi-parte (cu sub-itemi interdependenți); (2) calculul automat al punctajului pe fiecare parte;

(3) definirea de constrângeri logice și variabile derivate (e.g., dacă valoarea unei variabile depinde de altă condiție) și (4) introducerea feedbackului specific pentru fiecare pas de rezolvare.

Pluginul GeoGebra adaugă o dimensiune vizuală și exploratorie procesului de învățare, fiind folosită pentru: (1) ilustrarea conceptelor geometrice și algebrice; realizarea de vizualizări 2D și 3D interactive (plane, prisme, funcții, secțiuni etc.); (2) verificarea vizuală a rezultatelor obținute numeric și (3) conectarea directă a fișierelor GeoGebra (.ggb) în întrebările din quiz-uri, fără a părăsi mediul Moodle.

Pluginul H5P (HTML5 Package) extinde platforma Moodle prin activități interactive bazate pe standarde HTML5, permițând: (1) crearea de jocuri educaționale (Cryptex, Millionaire, Crossword, Drag the Words etc.); (2) includerea de video-uri interactive cu întrebări integrate și simularea de situații-problemă cu feedback adaptiv. În cadrul SSI, H5P contribuie la creșterea motivației elevilor și la consolidarea cunoștințelor prin joc și explorare, în conformitate cu principiile învățării bazate pe joc (*active learning*).

Alte extensii de suport tehnic și pedagogic. Pe lângă pluginurile principale menționate, în cadrul SSI au fost integrate și alte extensii Moodle complementare, cu funcții specifice:

- MathJax – pentru randarea expresiilor LaTeX în toate paginile cursului.
- Game – pentru integrarea de jocuri educaționale clasice (Hangman, Crossword, Cryptex etc.).
- Quizventure – transformă quiz-urile în jocuri de tip *space shooter*, aplicând principiile *gamificării*.

(3) Biblioteca REDI reprezintă componenta pedagogică a sistemului. Aceasta reunește: glosare tematice (cu definiții, formule, proprietăți); jocuri educaționale (H5P, Game, Quizventure); itemi clasici și parametrizați de tip alegere multiplă, numeric, răspuns scurt, calculat, STACK, WIRIS, Formulas etc.; teste formative, de antrenament, sumative și resurse interactive externe, integrate prin linkuri către Geogebra, WorldWall, LiveWorksheets. Biblioteca REDI este structurată ierarhic pe clase (V–VIII), domenii (Algebră, Geometrie), unități de învățare, niveluri de dificultate și tipuri de itemi, conform curriculelor RO/MD. Această structură este reflectată în identificatorul itemului.

(4) Interoperabilitate și automatizare. SSI utilizează formatele GIFT (General Import Format Technology) și Moodle XML pentru exportul și importul masiv al itemilor, ceea ce facilitează standardizarea și portabilitatea testelor; arhivarea și migrarea facilă între platforme și editarea rapidă a colecțiilor de întrebări și utilizarea lor în diverse cursuri. Aceste formate susțin principiul *automatizării procesului de evaluare*, reducând semnificativ timpul de pregătire a itemilor și crescând eficiența administrativă.

(5) Infrastructura web și setul metodologic asociat. La nivel tehnic, în afară de platforma moodle.usm.md, sistemul este implementat pe platforma mathmentor.ro, dezvoltată pe infrastructura LAMP (Linux, Apache, MariaDB, PHP), cu personalizare vizuală realizată în HTML, CSS (SCSS) și configurare SMTP pentru notificări automate către utilizatori. Această platformă oferă identitatea vizuală și funcțională a SSI, asigurând acces public securizat (HTTPS – Let’s Encrypt), performanță și stabilitate cloud (Hetzner GmbH) și integrare completă cu Moodle pentru autentificare, trimitere de mesaje, notificări și feedback.

Arhitectura SSI explorat în această cercetare este detaliată în Tabelul 1.8, unde fiecare modul este asociat unui rol pedagogic și unui instrument tehnologic specific, descris cu precizie.

Tabelul 1.8. Structura modulară a SSI și rolul didactic al componentelor

Modul	Funcție principală	Instrument	Rol didactic
Bancă de întrebări	Stocarea itemilor standardizați.	Moodle Question bank.	Itemii sunt codificați ierarhic (an – domeniu – unitate – dificultate), pot fi exportati/ importati în GIFT, XML și alte formate.
Motor de evaluare inteligentă	Validare simbolică, scor pe pași, feedback.	STACK + Maxima.	Algoritmul CAS compară expresia din răspunsul elevului cu forme canonice și declanșează mesaje adaptative (Sangwin, 2013).
Bateria de teste	Organizarea, lansarea și monitorizarea testelor formative și sumative.	Moodle Quiz, H5P Interactive Quiz.	Permite generarea aleatorie de variante, stabilirea criteriilor de reușită și înregistrarea automată a rezultatelor în Gradebook.
Analytics	Colectare și vizualizare date.	Moodle Gradebook & Logs.	Generează rapoarte despre erori recurente, timp de rezolvare, distribuția notelor.
Interfață profesor	Configurare, filtrare itemi, crearea testelor.	Editor Moodle + interfața STACK.	Permite setarea tipurilor și intervalelor variabilelor numerice, toleranțelor și a ponderii punctelor pe etape, alcătuirea și administrarea testelor.
Interfață elev	Învățare, exersare, evaluare.	Quiz Moodle.	Elevul obține acces la resursele educaționale, rezolvă variante individuale a unor sarcini unice cu feedback contextual și în timp real.

Pe baza acestei arhitecturi modulare, funcționalitățile SSI se concretizează în dezvoltarea și utilizarea resurselor educaționale digitale inteligente/REDI ca unități operaționale ale procesului didactic digitalizat. Astfel, SSI se poziționează ca un model pedagogic inteligent, dar fără a depinde de un nucleu AI complex: inteligența rezidă în *individualizarea sarcinilor*, *parametrizarea algoritmică* și în *analitica educațională* încorporată.

1.4. Resurse Educaționale Digitale Inteligente: definire și caracteristici pedagogice

REDI reprezintă evoluția naturală a resurselor educaționale digitale clasice, prin integrarea unui strat de inteligență algoritmică și pedagogică, care conferă capacitatea de adaptare, decizie, feedback contextual și analiză automatizată a progresului.

O resursă educațională digitală capătă statutul de inteligentă atunci, când îndeplinește cumulativ următoarele criterii funcționale și pedagogice: *oferă feedback imediat și adaptat la răspunsurile și greșelile elevului; simulează comportamentul uman, oferind sprijin pedagogic contextualizat, pas cu pas, apropiat de cel al profesorului în clasă*. Mai precis, resursele devin inteligente atunci când dispun de variabilitate și o „bucă internă” (*inner loop*), care permite intervenții formative la fiecare pas din rezolvare și nu doar la finalul exercițiului, contribuind astfel la construirea unei înțelegeri metacognitive autentice (Nkambou et al., 2010; Roll & Wylie, 2016; VanLehn, 2006).

Pentru a evidenția inovația educațională adusă de REDI și pentru a justifica conformitatea cu tendințele moderne și recomandările de bune practici, Tabelul 1.9 prezintă caracteristicile fundamentale ale sistemului și corelația acestora cu sarcinile didactice actuale.

Tabelul 1.9. Caracteristicile REDI și rolurile didactice asociate

Nr.	Caracteristică	Rol didactic
1	Standardizare parametrizată	Fiecare item respectă programa școlară oficială, iar variabilele numerice se generează aleatoriu, păstrând echivalența curriculară la nivel de competență evaluată (Sangwin, 2013).
2	Utilizare repetată nelimitată fără depreciere	Itemii pot fi reutilizați la nelimitat fără a-și pierde puterea de discriminare statistică, datorită generării automate a valorilor numerice aleatorii (Wiley & Hilton, 2018).
3	Echitate prin unicitate de variantă	Orice elev primește o variantă individuală, eliminând riscul de copiere și asigurând condiții egale de evaluare (Bragaru, 2010).
4	Feedback simbolic adaptativ	STACK analizează expresia elevului pas-cu-pas și returnează mesaje diferențiate pe tipuri de eroare (Sangwin, 2013).
5	Analitică educațională integrată	Datele de răspuns, timp de lucru și traseu de remediere sunt stocate automat în Moodle, sprijinind decizii pedagogice bazate pe evidențe (Sangwin, 2013).
6	Scalabilitate disciplinară	Modelul parametric poate fi extins la alte arii STEM, atât timp cât există un formalism simbolic evaluabil (Comisia Europeană, 2020; Bragaru & Arnăut, 2017).
7	Eficiență didactică	Corectarea și raportarea sunt automatizate, lăsând profesorului rolul de designer și mentor, nu de evaluator manual (OECD, 2022); (Bragaru, 2010).
8	Compatibilitate tehnologică deschisă	REDI se bazează pe Moodle + STACK, ceea ce permite instalare gratuită și interoperabilitate prin formatul Moodle XML (Sangwin, 2013; Bragaru & Arnăut, 2017)

În cadrul SSI, REDI vizează 3 glosare tematice din domeniile: algebră, geometrie plană și geometrie în spațiu, 28 de dosare teoretice grupate pe clase și unități de învățare, 12 resurse interactive externe, integrate prin linkuri către aplicații create de autoare pe GeoGebra, Wordwall și Liveworksheets, 20 de jocuri educaționale utilizate pentru consolidare, recapitulare și motivare, 8 activități HSP de tip quiz interactiv parametrizat, cu feedback adaptive și 755 itemi de evaluare (49% clasici și 51% parametrizați), organizați în banca de întrebări Moodle.

REDI îndeplinesc simultan funcții pedagogice, formative și analitice, asigurând o buclă completă de învățare inteligentă prin:

- Predare asistată: elevul parcurge în ritm propriu fișierele teoretice și glosarele tematice (*Brănoaea, 2023; Brănoaea & Bragaru, 2024*).
- Învățare activă: elevul aplică cunoștințele prin jocuri/itemi cu feedback imediat (*Brănoaea, 2025e; Brănoaea et al., 2025*).
- Evaluare automată: sistemul validează răspunsurile, punctează pe etape și furnizează feedback general (*Black & Wiliam, 1998; Brănoaea, 2025a*).
- Remediere personalizată prin feedback detaliat cu explicații și recomandări de resurse suplimentare în funcție de răspunsurile greșite (*Astafieva et al., 2024; Brănoaea, 2025f*).

Modelul operațional al feedbackului în evaluarea formativă integrează trei componente complementare:

- feed-up (Unde trebuie să ajung?) – este realizat prin clarificarea obiectivelor de învățare și a cerințelor itemilor, prin enunțuri explicite, criterii de evaluare și structura sarcinii, oferind elevului repere clare asupra așteptărilor.
- feedback (Cum mă descurc?) – este furnizat automat prin corectarea răspunsurilor și oferirea de explicații, indicarea erorilor și justificarea soluțiilor, permițând elevului să își evalueze nivelul actual de performanță.
- feed-forward (Ce trebuie să fac în continuare?) – este digitalizat prin generarea automată de recomandări de învățare (de exemplu: reluarea unor itemi similari, accesarea unor resurse explicative, parcurgerea unor niveluri progresive de dificultate), în funcție de performanțele individuale ale elevului, susținând astfel reglarea prospectivă a învățării.

Acest model tripartit, fundamentat pe cercetările lui John Hattie și Helen Timperley, configurează o abordare sistemică a evaluării formative, transformând feedbackul dintr-o simplă notă într-un instrument activ de susținere a învățării (*Hattie & Timperley, 2007*).

Pentru a evidenția specificul și gradul de maturitate educațională al REDI, este realizată o clasificare tridimensională, inspirată din lucrările recente privind RED inteligente, în special cele dedicate matematicii (*Sangwin, 2013; Wiley & Hilton, 2018*), precum și din modelul conceptual „*Design for Learning Analytics*” formulat de *Greller și Drachsler (2012)*, care subliniază importanța corelării dintre datele de învățare și deciziile pedagogice.

- Structura resursei reflectă *granularitatea curriculară* (lecție, unitate, modul, test) și *formatul tehnic utilizat* (GIFT, XML), influențând gradul de integrare și interoperabilitate (*Astafieva et al., 2024; Bragaru & Arnăut, 2017*).

- Nivelul de automatizare indică gradul de *intervenție umană necesară*, de la *itemi statici* (identici pentru toți elevii) până la *itemi individuali*, care generează automat variante unice și oferă feedback adaptiv instant (Astafieva et al., 2024; Brănoaea, 2025f).
- Valoarea pedagogică adăugată se referă la *calitatea și specificitatea feedbackului* (generic vs. contextual), *capacitatea de analiză simbolică* și *utilizarea datelor educaționale* pentru intervenții formative personalizate (Black & Wiliam, 2009; Cao, 2022).

Pe baza acestor criterii tridimensionale – structură curriculară, nivel de automatizare și valoare pedagogică – REDI pot fi ulterior organizate în clase structurale și niveluri de automatizare, ceea ce permite o prezentare detaliată și sistematică a resurselor (Brănoaea, 2025a). Pentru a operaționaliza această clasificare și a evidenția diferențele structurale și funcționale dintre tipurile de REDI, sunt prezentate sintetic, în continuare, două tabele complementare (*a se vedea Tabelele 1.10 și 1.11*). În funcție de nivelul de agregare și complexitate curriculară, REDI sunt clasificate în mai multe clase structurale, detaliate în Tabelul 1.10.

Tabelul 1.10. Clasificarea REDI după structură

Clasă	Organizare/structură curriculară	Format tehnic	Exemplu
1	Item unic, izolat sau model de item parametrizat cu variante diferite.	GIFT, Moodle XML, STACK.	Un exercițiu punctual teoretic sau de aplicare a unei formule matematice.
2	Colecție tematică (unitate de învățare).	Categorie în Banca de întrebări.	Familie de 20 itemi despre „Funcția liniară”.
3	Bancă de întrebări pe ciclul școlar gimnazial.	Bază de date Moodle + etichete taxonomice.	Clasele 5-8 / Algebră / Nivel 3.

Din perspectiva funcționalității digitale, Tabelul 1.11 clasifică REDI în patru niveluri de automatizare (0÷3), de la itemi statici/ ficși la structuri complet adaptative.

Tabelul 1.11. Clasificarea REDI după nivelul de automatizare

Clasă	Descriere	Funcționalitate principală
0 (static)	Itemi statici ficși, fără feedback.	Sarcini PDF sau GIFT încărcate în Moodle.
1 (generativ)	Itemi parametrizați, punctaj automat, feedback standard.	Numeric/ Calculat.
2 (adaptiv)	Itemi STACK + evaluare simbolică etapizată + feedback detaliat.	Anunță eroarea, dar nu schimbă traseul.
3 (auto-secvențial)	Itemi STACK integrați în quiz adaptiv + evaluare simbolică + feedback detaliat etapizat + trimitere la următorul item (avansat/mediu/ușor), în funcție de răspunsul corect/parțial/greșit la itemul curent.	Mimează ghidajul profesorului în cadrul evaluării „face-to-face”.

Proiectarea REDI se fundamentează pe paradigme consacrate din domeniul științelor educației, care definesc atât cadrul epistemologic al validării învățării, cât și cadrul pedagogic al proiectării proceselor de predare și evaluare.

În acest cadru, cercetarea se raportează la următoarele paradigme teoretice:

- Constructivismul pedagogic, conform căruia învățarea rezultă din interacțiunea activă cu sarcinile de învățare și din reflecția asupra erorilor, susținută de feedback diferențiat (Piaget, 1972; Vygotsky, 1978).
- Evaluarea formativă automatizată, centrată pe monitorizarea progresului și pe reglarea continuă a învățării, nu exclusiv pe scorul final (Brănoaea, 2024a; Davies et al., 2024).
- Pedagogia adaptivă digitală, în care tehnologia acționează ca mediator pedagogic activ, furnizând intervenții formative în timp real, în funcție de răspunsurile elevului (Brănoaea, 2024b; Roll & Wylie, 2016).
- Educația personalizată, susținută prin itemi parametrizați, evaluare simbolică și trasee individualizate de feedback, care permit adaptarea procesului educațional la profilul cognitiv al fiecărui elev (Brănoaea, 2024d; Căpățână, 2012).

În Tabelul 1.12 este prezentată o clasificare a REDI din punct de vedere al calității feedbackului furnizat și al potențialului analitic oferit profesorului, susținând procesul de decizie pedagogică bazată pe date reale.

Tabelul 1.12. Clasificarea REDI după tipul de feedback și valoarea pedagogică

Clasă	Tip de feedback	Date furnizate
1 (informativ)	Doar corect / greșit.	Note brute.
2 (explicativ)	Explică eroarea, sugerează pas.	Log-uri STACK.
3 (diagnostic)	Indică lacuna conceptuală și recomandă resursă.	Dashboard Gradebook.
4 (predictiv)	Anticipează performanța viitoare, alertează profesorul.	Learning Analytics.

Conform acestei clasificări, REDI sunt inovative și se disting net de materialele RED clasice și de instrumentele liniare de e-learning, deoarece ele *îmbină standardizarea* (prin corelarea directă cu programa școlară) cu *personalizarea* (item individual per elev, dar în baza unei sarcini unice) și cu *analitica* (raport detaliat pentru profesor), constituind un model sustenabil de evaluare matematică la nivel gimnazial.

1.5. Concluzii ale capitolului 1

Capitolul 1 realizează o fundamentare teoretică critică a sistemelor de suport educațional, evidențiind relevanța acestora în contextul transformării digitale și conturând cadrul conceptual al sistemelor de suport educațional inteligente. Analiza cercetărilor anterioare și a modelelor internaționale de implementare evidențiază faptul că aceste sisteme au o eficiență demonstrată asupra performanței elevilor ($d \approx 0,47$), însă subliniază că impactul este condiționat de calitatea proiectării pedagogice, de calitatea feedbackului și de competențele cadrelor didactice.

De asemenea, se constată un deficit de implementări la nivel gimnazial, ceea ce evidențiază o lacună în literatura de specialitate și justifică necesitatea unei cercetări aplicative în acest domeniu. Raportarea la contextul educațional din România și Republica Moldova relevă disfuncționalități precum performanțele scăzute la matematică, supraîncărcarea profesorilor, acces inegal la resurse digitale și competențe digitale insuficiente, care limitează eficiența practicilor evaluative tradiționale și susțin necesitatea unor soluții orientate spre evaluare formativă și personalizare. În acest context, capitolul evidențiază rolul esențial al itemilor parametrizați și al evaluării simbolice, care permit asigurarea echității prin generarea de variante individuale, reducerea riscului de fraudă și susținerea practicii variate. Feedbackul adaptiv, bazat pe arbori de răspuns (PRT), permite trecerea de la simpla verificare a rezultatului la diagnosticarea procesului de gândire al elevului, aspect insuficient valorificat în abordările existente.

A doua secțiune a capitolului demonstrează, prin analiza comparativă a platformelor digitale, că Moodle reprezintă o infrastructură adecvată pentru dezvoltarea unui sistem suport inteligent, datorită extensibilității și compatibilității cu pluginuri specializate. Spre deosebire de alte platforme educaționale, care oferă funcționalități limitate pentru matematică, Moodle permite integrarea evaluării simbolice, generarea de itemi parametrizați și furnizarea de feedback adaptiv.

Capitolul aduce o contribuție conceptuală explicită prin definirea operațională a Sistemului Suport Inteligent ca un ecosistem digital modular, care integrează proiectarea, generarea, aplicarea și analiza evaluării, precum și prin definirea Resurselor Educaționale Digitale Inteligente ca unități caracterizate prin automatizare, adaptivitate și analitică educațională. Valoarea pedagogică a acestor sisteme rezidă în modul de proiectare didactică a itemilor și în utilizarea datelor generate pentru reglarea învățării. În plan aplicativ, capitolul subliniază condițiile necesare pentru implementarea eficientă a SSI: existența unei infrastructuri adecvate, formarea cadrelor didactice și suport instituțional. În absența acestor condiții, beneficiile tehnologiei rămân limitate, ceea ce explică diferența dintre potențialul teoretic și nivelul real de utilizare identificat în literatura de specialitate. În raport cu abordările existente, cercetarea se diferențiază prin propunerea unui model didactic integrat, care corelează explicit componentele pedagogice (evaluare formativă, feedback, proiectarea itemilor) cu cele tehnologice (platformă digitală, itemi parametrizați, analiză de date), depășind caracterul fragmentar al soluțiilor identificate în literatura de specialitate și orientându-se spre implementarea în învățământul gimnazial.

În ansamblu, capitolul demonstrează că integrarea sistemelor de suport inteligent în evaluarea matematică nu reprezintă doar o opțiune tehnologică, ci o necesitate pedagogică, fundamentând demersul cercetării și justificând elaborarea, implementarea și validarea modelului didactic bazat pe SSI prezentat în capitolele următoare.

2. DEZVOLTAREA PEDAGOGICĂ ȘI TEHNOLOGICĂ A SISTEMULUI SUPT INTELLIGENT

Capitolul 2 descrie procesul de concepere, dezvoltare și implementare a SSI ca instrument didactic de susținere a procesului de predare-învățare-evaluare, capabil să genereze și să evalueze itemi matematici parametrizați, să ofere feedback etapizat și să furnizeze date relevante pentru deciziile pedagogice. Sunt prezentate fundamentele practice ale construcției arhitecturale a sistemului, pornind de la modelarea didactică, descrierea metodologiei cercetării, realizarea cursului digital pe platforma Moodle, construirea băncii de itemi, bateriei de teste și realizarea unui site de autor pentru accesul administrativ complet asupra infrastructurii serverului, având capacitatea de a gestiona fișierele aplicației, serviciile instalate, actualizările de sistem și setările de securitate. Capitolul se încheie cu o analiză cost-beneficiu ce demonstrează fezabilitatea economică și sustenabilitatea integrării SSI în învățământul gimnazial.

2.1. Modelul didactic de evaluare formativă bazat pe Sistemul Suport Inteligent

Modelul didactic elaborat în cadrul prezentei cercetări reprezintă o construcție conceptuală integratoare, fundamentată pe o serie de principii pedagogice ale instruirii matematicii, validate în literatura de specialitate și pe potențialul tehnologiilor educaționale avansate, fiind operaționalizat prin intermediul SSI, care funcționează ca mediu de mediere didactică între conținuturile curriculare, actorii educaționali și procesele de evaluare (Brănoaea, 2023; Brănoaea, 2025d).

- *Evaluarea formativă continuă*, definită ca un proces în care datele despre progresul învățării sunt utilizate pentru reglarea activităților didactice în timp real (Black & Wiliam, 2009; Hattie & Timperley, 2007).
- *Individualizarea și diferențierea instruirii*, prin ajustarea conținutului și a metodelor pentru a răspunde nevoilor specifice ale elevilor (Anderson & Krathwohl, 2001; Cao, 2022; Vygotsky, 1978).
- *Feedbackul imediat și specific*, esențial pentru dezvoltarea autoreglării și progresul în învățare, contribuind la trecerea dintre nivelul actual și cel dorit de performanță (Black & Wiliam, 1998; Hattie & Timperley, 2007).
- *Practica variată*, realizată prin itemi parametrizați capabili să ofere multiple repetiții și contexte de aplicare a competențelor (Sangwin, 2013; Barana et al., 2021; Brănoaea, 2025f).
- *Echitatea evaluativă*, în sensul standardizării criteriilor și instrumentelor de evaluare pentru a asigura consistența și comparabilitatea rezultatelor într-un cadru formal (Black & Wiliam, 1998; Redecker & Johannessen, 2013).

Modelul didactic proiectat corelează abordările contemporane din didactica matematicii și cadrul cognitiv al taxonomiei revizuite a lui Bloom (*Anderson & Krathwohl, 2001*), în care învățarea este concepută ca un proces progresiv de dezvoltare a competențelor, de la înțelegere și aplicare către analiză și evaluare. În acest context, evaluarea depășește focalizarea pe rezultate finale și se orientează către procesele cognitive implicate în activitatea matematică, devenind un instrument de diagnoză și reglare continuă a învățării (*Singer et al., 2015*). În consecință, REDI sunt proiectate pentru a activa niveluri cognitive diferite, solicitând nu doar aplicarea procedurilor, ci și interpretarea, selectarea strategiilor și justificarea demersului matematic, în vederea dezvoltării unei înțelegeri profunde. Acest demers este susținut de cadrul rezolvării de probleme, care structurează activitatea matematică în etape corelabile cu nivelurile taxonomiei Bloom, de la înțelegerea cerinței și aplicare până la analiză și evaluare (*Singer & Voica, 2013*).

Modelul didactic realizat se înscrie în **paradigma contemporană a învățării asistate de tehnologie**, care redefinesc relația dintre predare, învățare și evaluare prin integrarea sistemelor digitale inteligente în procesul educațional. În acest cadru, tehnologia nu este doar un instrument de livrare a conținutului, ci un mediu cognitiv activ, capabil să susțină procese complexe de adaptare, personalizare și autoreglare a învățării (*Holmes et al., 2019; Laurillard, 2012*). Un concept central al acestei paradigme este învățarea adaptivă, definită ca ajustarea dinamică a conținutului și a strategiilor didactice în funcție de performanțele și caracteristicile individuale ale elevilor (*Cao, 2022*). În acest context, sistemele de evaluare digitală parametrizată, bazate pe tehnologii precum STACK și integrate în platforme LMS, contribuie la realizarea unui ecosistem educațional adaptiv, în care itemii sunt generați dinamic, iar feedbackul este contextualizat și orientat spre remediere (*Astafieva et al., 2024; Sangwin, 2013*). Aceste sisteme permit nu doar măsurarea performanței, ci și modelarea procesului de învățare, prin identificarea tiparelor de eroare și ajustarea traseelor educaționale (*Brănoaea et al., 2026*). Prin integrarea acestor direcții teoretice, modelul didactic bazat pe SSI depășește abordările tradiționale ale evaluării și se configurează ca un sistem inteligent de susținere a învățării, în vederea personalizării experienței educaționale (*Brănoaea, 2025d*).

Structura conceptuală a modelului didactic. Modelul didactic este organizat ca un sistem integrat, alcătuit din patru componente fundamentale aflate în relație de interdependență funcțională: *obiectivele didactice, strategiile de predare-învățare-evaluare, evaluarea formativă și actorii educaționali*. Această structură permite armonizarea conținuturilor, metodologiilor și proceselor de evaluare, oferind un cadru coerent pentru susținerea progresului elevului (*Brănoaea, 2025f; Caprioară & Neacșu, 2016*).

Obiectivele didactice vizează dezvoltarea competențelor matematice prevăzute de curriculumul gimnazial, structurate pe următoarele dimensiuni:

- Înțelegerea conceptelor matematice.
- Aplicarea algoritmică a procedurilor.
- Dezvoltarea raționamentului matematic.
- Formarea capacității de autoreglare a învățării.

Obiectivele sunt operaționalizate în cadrul SSI prin organizarea REDI pe familii de probleme și niveluri de dificultate (*Brănoaea, 2025f; Brănoaea & Bragaru, 2025a*).

Strategiile didactice sunt centrate pe utilizarea SSI ca instrument de mediere și includ:

- Învățarea prin exersare repetată utilizând itemi parametrizați.
- Învățarea prin descoperire ghidată, susținută de feedback adaptiv.
- Învățarea prin eroare și corecție progresivă.
- Utilizarea traseelor de răspuns (PRT) pentru modelarea procesului de rezolvare.

Aceste strategii permit trecerea de la o instruire uniformă la una adaptativă, centrată pe elev (*Astafieva et al., 2024; Brănoaea, 2025d*).

Evaluarea în cadrul modelului are un *caracter formativ continuu, integrat și automatizat*, fiind realizată prin intermediul SSI. Aceasta include generarea dinamică a itemilor prin parametrizare, evaluarea automată a răspunsurilor elevilor, acordarea de punctaje diferențiate și furnizarea feedbackului adaptiv în timp real, devenind un instrument activ de învățare, nu doar un mecanism de măsurare a performanței (*Black & Wiliam, 2009; Brănoaea, 2026b*).

Modelul redefineste rolurile actorilor implicați în procesul educațional.

Profesorul îndeplinește funcții de proiectare, monitorizare și reglare a procesului didactic, devenind designer al resurselor educaționale inteligente (REDI), facilitator al învățării și analist al datelor educaționale generate de SSI (*Braicov, 2022; Brănoaea, 2023*).

Elevul devine participant activ la propria învățare, având roluri de rezolvitor autonom de sarcini, beneficiar al feedbackului imediat și agent de autoreglare a progresului (*Brănoaea, 2025a*).

Mecanismul de funcționare al modelului didactic se realizează printr-un proces ciclic de tip autoreglator, structurat în următoarele etape: Generarea sarcinii → Interacțiunea elevului cu itemul → Evaluarea automată → Feedback adaptiv → Reglarea răspunsului → Reîncercare și consolidare. Acest mecanism este susținut de SSI și permite: reducerea timpului dintre acțiune și feedback, multiplicarea oportunităților de învățare, adaptarea traseului de învățare la nevoile individuale și acumularea de date relevante pentru analiza progresului (*Astafieva et al., 2024; Brănoaea, 2025d*).

Schema modelului didactic de evaluare formativă bazat pe SSI din Figura 2.1 evidențiază integrarea sistemică a componentelor pedagogice (obiective, strategii, evaluare și actori educaționali) cu componenta tehnologică (SSI). Prin caracterul său iterativ, mecanismul favorizează învățarea profundă și consolidarea competențelor matematice.

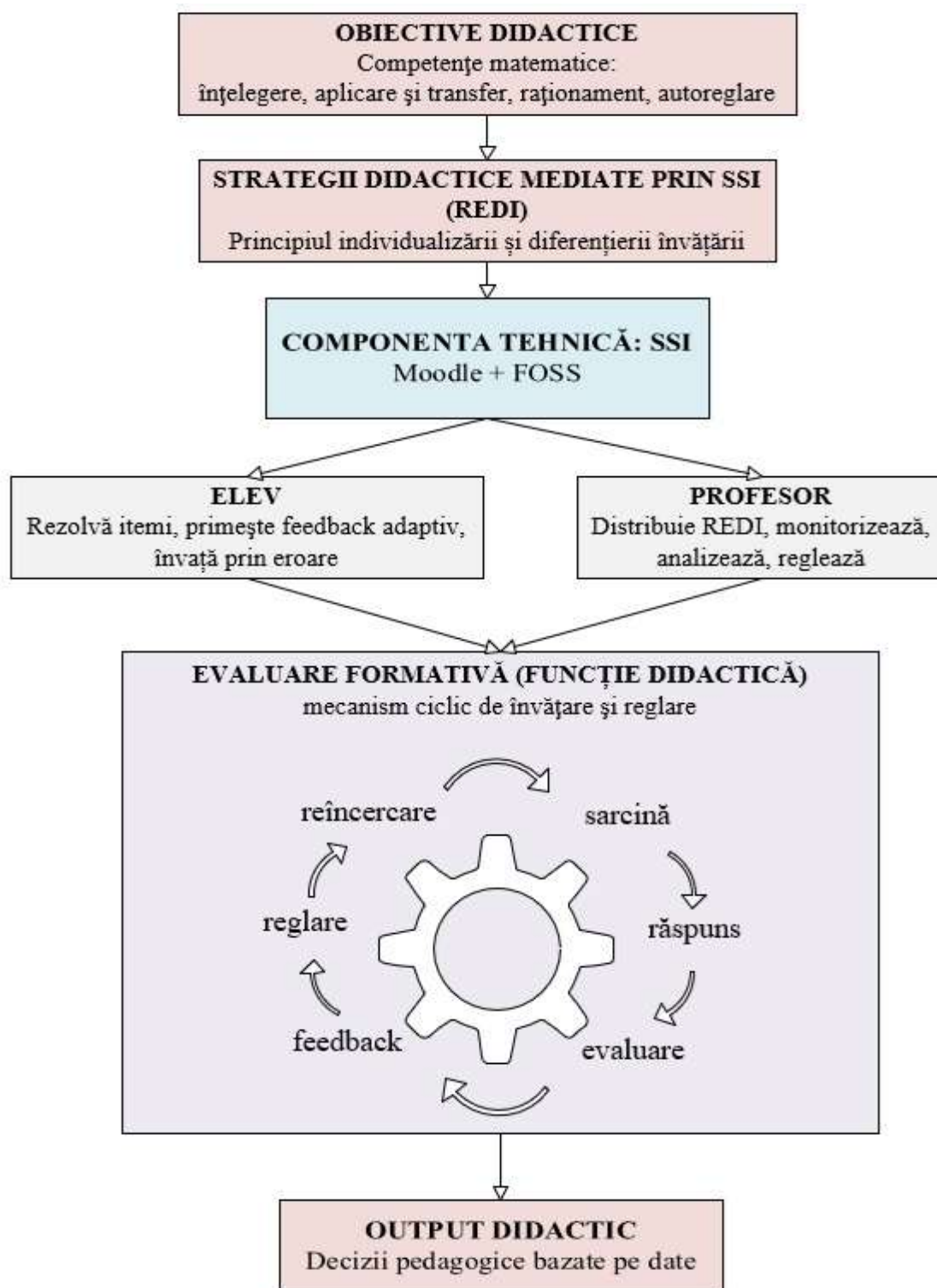


Figura 2.1. Modelul didactic de evaluare formativă bazat pe SSI

Relația dintre obiective, strategii și evaluare. Modelul didactic propus se caracterizează printr-o corelare sistemică între componentele sale fundamentale: obiectivele didactice determină structura REDI și tipologia itemilor, strategiile didactice definesc modul de utilizare a acestora în procesul de învățare, iar evaluarea formativă furnizează datele necesare reglării continue.

Procesul didactic este organizat sub forma unui *mecanism ciclic de învățare și autoreglare*, în care evaluarea formativă automatizată devine element central al optimizării performanței elevilor și al fundamentării deciziilor pedagogice. În acest sens, SSI constituie un instrument de implementare a modelului didactic, valoarea sa educațională fiind determinată de calitatea designului pedagogic (Brănoaea, 2025f; Redecker & Johannessen, 2013).

2.2. Metodologia cercetării

Metodologia cercetării este fundamentată în cadrul paradigmei științelor educației prin integrarea unei abordări metodologice complexe de tip mixt (cantitativă și calitativă), adecvată investigării intervențiilor didactice în contexte educaționale reale, combinând structura IMRaD (Introduction, Methods, Results and Discussion) cu principiile Design-Based Research (DBR), ceea ce permite articularea coerentă a dimensiunilor teoretice și aplicative ale studiului. Pentru a evita potențiale interferențe metodologice între caracterul iterativ al DBR și cerințele de stabilitate specifice designului cvasi-experimental, cele două abordări au fost articulate secvențial în cadrul cercetării. Astfel, metodologia DBR a fost utilizată în etapele preliminare de analiză, proiectare, dezvoltare și pilotare a SSI și a REDI asociate, perioadă în care au fost realizate ajustări iterative bazate pe feedback pedagogic și tehnic. Ulterior, în etapa de validare experimentală, a fost aplicat designul cvasi-experimental cu grup experimental și grup de control, utilizând o versiune stabilizată a SSI, menținută constantă pe întreaga perioadă a administrării pre-testului, intervenției pedagogice și post-testului, în vederea asigurării validității interne a rezultatelor.

În cadrul prezentei cercetări, secțiunea *Introduction* nu se limitează la prezentarea cadrului teoretic, ci include și analiza critică a practicilor existente în evaluarea digitală a matematicii, evidențiind lacunele metodologice și necesitatea dezvoltării unui sistem suport inteligent pentru evaluare adaptivă (Brănoaea, 2025d; Astafieva et al., 2024).

Secțiunea *Method* reflectă specificul DBR, depășind descrierea tradițională a metodelor prin integrarea etapelor iterative de proiectare, implementare și optimizare a intervenției didactice. Astfel, metodologia include atât descrierea eșantionului și a instrumentelor de cercetare, cât și arhitectura Sistemului Suport Inteligent (SSI), mecanismele de generare a itemilor parametrizați și strategiile de colectare a datelor educaționale (Design-Based Research Collective, 2003).

Secțiunea *Results* este abordată dintr-o perspectivă dublă, specifică DBR: pe de o parte, sunt prezentate rezultatele cantitative privind performanța elevilor și eficiența evaluării automatizate, iar pe de altă parte, sunt analizate rezultatele calitative privind tiparele de eroare, comportamentele de învățare și modul de interacțiune cu sistemul (Siemens & Long, 2011).

În secțiunea *Discussion*, rezultatele sunt interpretate în raport cu cadrul teoretic și cu obiectivele cercetării, fiind evidențiate atât implicațiile pedagogice, cât și direcțiile de optimizare a modelului didactic. În spiritul DBR, această secțiune include și reflecții asupra limitelor intervenției, precum și asupra posibilităților de generalizare și transfer al modelului în alte contexte educaționale (Reeves, 2006; Laurillard, 2012).

Integrarea structurii IMRaD cu metodologia DBR conferă cercetării un caracter riguros și sistematic, asigurând transparența procesului științific și facilitând replicabilitatea rezultatelor. În același timp, această abordare permite valorificarea simultană a dimensiunii experimentale și a celei de design educațional, poziționând cercetarea în sfera studiilor avansate de inovare pedagogică bazată pe tehnologie (Brănoaea, 2025d; Design-Based Research Collective, 2003).

Cercetarea este fundamentată pe paradigma DBR, un cadru metodologic specific cercetării educaționale contemporane, orientat spre dezvoltarea, testarea și optimizarea intervențiilor didactice în contexte autentice de învățare. Această abordare integrează în mod coerent proiectarea pedagogică și investigarea empirică, asigurând atât relevanța aplicativă, cât și validitatea ecologică a rezultatelor. În acord cu perspectiva formulată de *Design-Based Research Collective* (2003), abordarea DBR implică testarea și adaptarea continuă a REDI printr-un proces integrat care, în cadrul prezentei cercetări, a fost operaționalizat unitar după cum urmează:

1. Analiza contextului educațional și identificarea nevoilor – etapa inițială vizează investigarea problematicilor specifice predării și evaluării matematicii la nivel gimnazial, cu accent pe dificultățile întâmpinate de profesori în realizarea evaluării formative și pe necesitatea integrării tehnologiilor digitale.
2. Proiectarea și dezvoltarea intervenției educaționale – pe baza rezultatelor analizei, este conceput un model didactic bazat pe Sistemul Suport Inteligent (SSI), concretizat în dezvoltarea REDI. Această etapă a inclus realizarea cursului digital complet de matematica gimnazială.
3. Implementarea în contexte autentice de învățare – intervenția este aplicată în mod direct în clase de gimnaziu, în colaborare cu profesori voluntari, ceea ce a permis testarea funcționalității și a relevanței pedagogice a sistemului în condiții reale de predare–învățare–evaluare.

4. Evaluarea sistematică și revizuirea iterativă a designului – pe baza datelor colectate (rezultate ale elevilor, feedbackul profesorilor și al elevilor, observații didactice), intervenția este analizată critic și ajustată prin iterații succesive, în vederea optimizării performanței, utilizabilității și eficienței pedagogice a sistemului.
5. Formularea de contribuții teoretice și practice relevante pentru domeniul didacticii matematicii asistate de tehnologie.

Demersul investigativ urmărește validarea empirică a modelului didactic de evaluare formativă bazat pe SSI, din perspectiva impactului acestuia asupra performanței matematice, a progresului în învățare și a mecanismelor de autoreglare cognitivă ale elevilor.

Paradigma pozitivistă (cantitativă) stă la baza demersului experimental și vizează măsurarea obiectivă a efectelor intervenției didactice. În cadrul acestei cercetări, aceasta se concretizează prin:

- Realizarea unui experiment pedagogic privind eficiența modelului didactic bazat pe SSI.
- Validarea testelor docimologice utilizate în evaluare.
- Analiza performanței elevilor prin indicatori statistici (scoruri, medii, progres).
- Modelarea relației dintre variabilele cercetării.

Componenta cantitativă permite evaluarea statistică a rezultatelor elevilor prin e-teste standardizate și rapoartele de activitate specifice Moodle, oferind date măsurabile privind eficacitatea intervenției și formularea unor concluzii generalizabile.

Paradigma interpretativă (calitativă) completează analiza cantitativă prin investigarea dimensiunilor subiective ale procesului educațional. Aceasta se concretizează prin:

- Observația sistematică a comportamentului de învățare.
- Investigarea erorilor conceptuale ale elevilor.
- Aplicarea de chestionare de opinie adresate utilizatorilor (elevi și profesori).
- Analiza experienței de învățare în medii digitale.

Componenta calitativă conduce la o înțelegere profundă a experiențelor utilizatorilor, reliefând gradul de accesibilitate, claritatea feedbackului, nivelul de acceptare, relevanța în luarea deciziilor pedagogice și manageriale și potențialul de dezvoltare.

Integrarea celor două paradigme conduce la adoptarea unei **abordări mixte**, care îmbină în mod armonios metode cantitative și calitative, în vederea evaluării eficiente, obiective și multidimensionale a impactului utilizării SSI și REDI asupra întregului context experimental și **facilitează triangularea concluziilor**, crescând validitatea rezultatelor.

Suportul metodologic al lucrării este structurat pe trei categorii de metode complementare:

- Metode teoretice: documentarea științifică, analiza critică a literaturii, modelarea conceptuală și proiectarea didactică.
- Metode empirice: experimentul pedagogic, testarea performanțelor elevilor, analiza produselor activității acestora.
- Metode statistice: prelucrarea matematică a datelor experimentale, inclusiv aplicarea testului *t Student* pentru eșantioane independente și a testului *Levene* pentru verificarea egalității varianțelor.

Operaționalizarea acestor categorii de metode se reflectă în designul cercetării ilustrat în Figura 2.2, care sintetizează organizarea demersului cvasi-experimental.

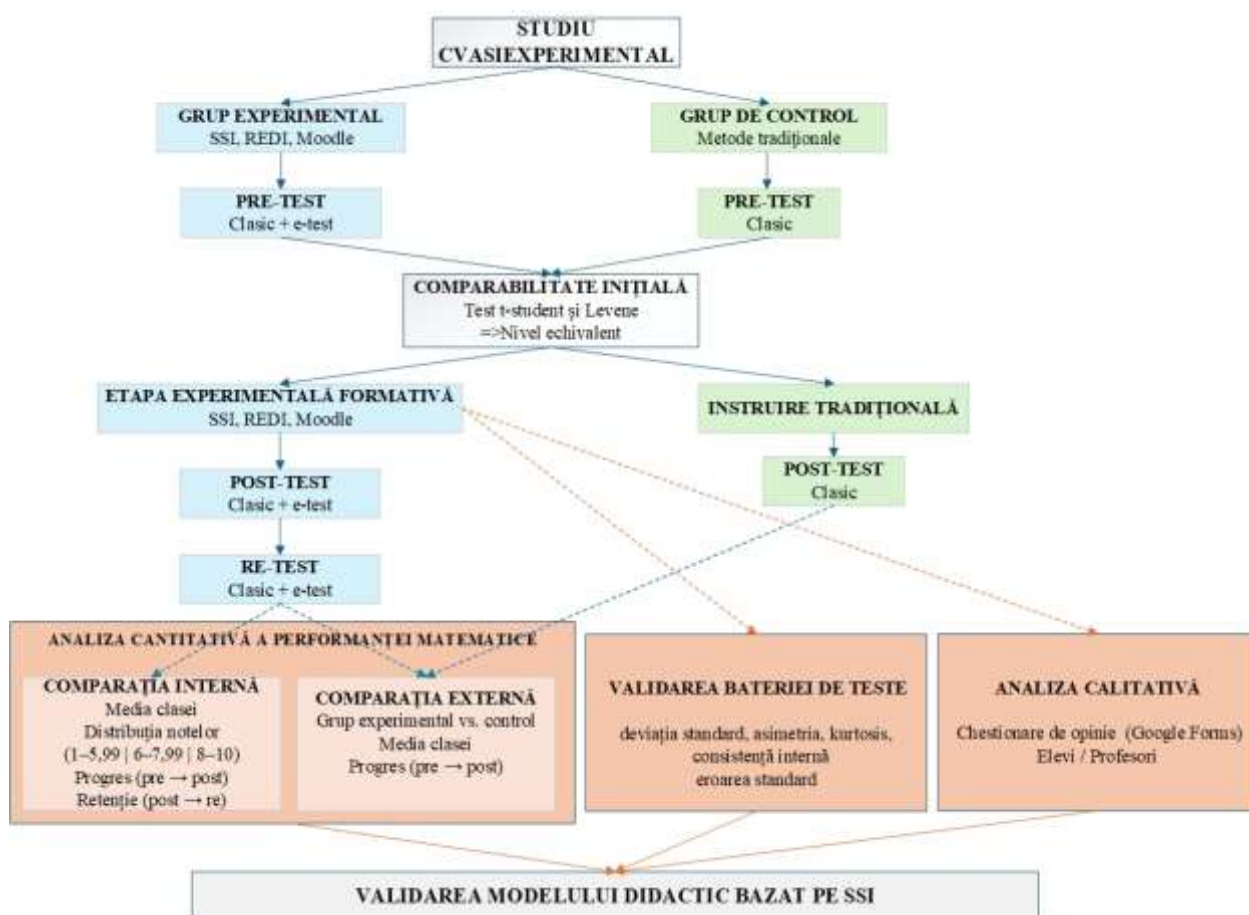


Figura 2.2. Metodologia de evaluare a impactului SSI

Metodologia prezentată evidențiază caracterul riguros și multidimensional al evaluării impactului SSI prin integrarea analizelor cantitative cu cele calitative. De asemenea, utilizarea rapoartelor generate de platforma Moodle permite validarea psihometrică a instrumentelor de evaluare și susține consistența rezultatelor obținute. Triangularea datelor provenite din surse multiple contribuie la creșterea validității concluziilor și la fundamentarea științifică a eficienței modelului didactic bazat pe SSI, confirmând rolul acestuia în optimizarea performanței matematice și în îmbunătățirea experienței de învățare.

2.2.1. Designul experimentului pedagogic și implementarea SSI în școala gimnazială

În vederea investigării impactului implementării SSI asupra achizițiilor matematice în învățământul gimnazial, a fost realizată o cercetare pedagogică cu design cvasi-experimental, având în structura sa un grup experimental și un grup de control, pe baza principiilor echilibrului inițial, comparabilității structurale și validității interne a datelor.

Procesul de selecție a eșantioanelor a fost realizat în conformitate cu principiile cercetării pedagogice experimentale și cu cerințele de validitate internă și externă a datelor, așa cum sunt definite în literatura de specialitate (*Caprioară & Neacșu, 2016*).

Scopul acestui demers a fost compararea evoluției performanțelor școlare în două contexte distincte de învățare matematică: unul bazat pe REDI (grupul experimental), iar celălalt bazat pe metode tradiționale (grupul de control).

Cercetarea s-a desfășurat în cadrul Școlii Gimnaziale Nr. 10 Bacău, România, o instituție de învățământ cu tradiție în implementarea proiectelor educaționale inovatoare și cu dotare tehnologică adecvată, ce permite utilizarea eficientă a platformei Moodle din contul platformei mathmentor.ro. Ambele grupuri sunt constituite din elevii Școlii Gimnaziale Nr. 10 Bacău, instituție în care autoarea tezei își desfășoară activitatea didactică. Alegerea acestei școli este motivată și de:

- Disponibilitatea infrastructurii digitale (laboratoare de informatică funcționale, conectivitate la Internet și suport tehnic), suficiente pentru accesarea SSI și REDI, găzduite extern.
- Existența unui colectiv didactic cu experiență și deschidere către integrarea tehnologiei în procesul educațional.
- Acceptul conducerii instituției și sprijinul cadrelor didactice de specialitate în toate etapele experimentului.
- Acceptul elevilor (și părinților) de participare în experimentele de validare a SSI.

Pentru a asigura o cercetare validă din punct de vedere metodologic, au fost constituite două grupuri distincte:

Grupul experimental este format din 129 de elevi care au participat activ la intervenția digitală, fiind distribuiți astfel: Clasa 5A – 20 elevi; Clasa 6B – 25 elevi; Clasa 6D – 25 elevi; Clasa 7C – 26 elevi; Clasa 8B – 33 elevi. În contextul școlar românesc, selecția participanților nu a putut fi realizată prin randomizare completă, grupul experimental fiind constituit din elevii direcției autoarei tezei.

Grupul de control este compus din 123 de elevi, selectați din clase paralele din aceeași școală, cu profil și distribuție demografică similară: Clasa 5C – 21 elevi; Clasa 6A – 23 elevi; Clasa 6C – 23 elevi; Clasa 7A – 25 elevi; Clasa 8A – 31 elevi. Grupurile de control sunt constituite din clase paralele celor experimentale, selectate prin eșantionare stratificată, având în vedere criterii obiective de echivalență: număr comparabil de elevi (diferență maximă ± 3 elevi pe clasă), medii apropiate la testul inițial (diferență sub 0,30 puncte), testul *t* Student pentru eșantioane independente și testul Levene pentru egalitatea varianțelor.

Constituirea grupurilor prin selecție non-aleatorie reprezintă o limitare metodologică recunoscută a designului cvasi-experimental, întrucât selecția non-aleatorie poate introduce un bias de selecție, în sensul că elevii sau cadrele didactice cu atitudine favorabilă față de tehnologie pot fi suprareprezențați. În contextul învățământului preuniversitar românesc, randomizarea completă a claselor nu este posibilă din motive organizatorice și etice — clasele sunt entități administrative preexistente, iar realocarea elevilor între grupe ar perturba procesul didactic și ar necesita acorduri instituționale care depășesc cadrul unui studiu de cercetare individuală. Această limitare este parțial compensată prin verificarea statistică a echivalenței inițiale dintre grupuri.

Selecția grupului de control este fundamentată pe o analiză riguroasă, care a inclus analiza documentelor școlare (catalog, fișe de evaluare) și interpretarea rezultatelor obținute la testul inițial, același aplicat în toată școala, pentru stabilirea claselor echivalente. Toate clasele paralele selectate ca grupuri de control sunt coordonate de alți profesori de matematică, colegi ai autoarei tezei, care au utilizat exclusiv metodele tradiționale de predare, exersare și evaluare, fără a recurge la platforme digitale de învățare. Evaluările au fost realizate pe suport fizic și au avut aceeași structură tematică și dificultate cu cele aplicate în grupul experimental. Elevii din grupul de control nu au beneficiat de acces la REDI, însă au urmat aceeași programă școlară, structurată în aceleași unități de învățare și planificări calendaristice.

Prelucrarea statistică a datelor a fost realizată în Microsoft Excel (versiunea 365), utilizând modulul *Analysis ToolPak*, considerat adecvat pentru volumul și complexitatea datelor din prezentul studiu. În primul rând, au fost calculate mediile aritmetice (funcția AVERAGE()) și abaterea standard (funcția STDEV()) pentru fiecare grup în parte — experimental și de control — în scopul descrierii tendinței centrale și a dispersiei notelor obținute la pre-test, precum și SD pooled, care reprezintă abaterea standard combinată.

În al doilea rând, omogenitatea varianțelor a fost verificată prin testul Levene, implementat manual în Excel în două etape: în prima etapă, au fost calculate abaterile absolute ale fiecărui elev față de media grupului său ($=ABS(nota_elev - medie_grup)$); în a doua etapă, testul *t* Student a fost aplicat asupra acestor abateri ($=T.TEST(abateri_experimental; abateri_control; 2; 3)$).

Un rezultat nesemnificativ statistic (p Levene $> 0,05$), confirmă omogenitatea varianțelor și îndeplinirea condiției pentru aplicarea testului t cu varianțe egale.

În al treilea rând, a fost aplicat testul t Student pentru eșantioane independente prin modulul *Data Analysis* → *t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances*, disponibil după activarea add-in-ului *Analysis ToolPak*. Acest test a permis compararea mediilor celor două grupuri independente pentru a determina dacă diferențele observate sunt semnificative statistic. Indicatorii rezultați din acest test sunt: *t-value* — diferența standardizată dintre medii; *df* (grade de libertate) — parametrul statistic asociat distribuției t ; *p-value* — probabilitatea de a obține diferențele observate dacă ipoteza nulă (egalitatea mediilor) este adevărată. În final, a fost calculat Cohen's d prin formula $d = (M_{\text{experimental}} - M_{\text{control}}) / SD_{\text{pooled}}$, ca indicator al mărimii efectului, oferind informații despre semnificația practică a diferenței dintre grupuri, dincolo de semnificația statistică.

Pentru a asigura relevanța și echitatea analizei comparative, a fost testată echivalența statistică inițială între grupul experimental și grupul de control, la nivelul fiecărei clase gimnaziale, înainte de aplicarea SSI (*a se vedea Tabelul 2.1*).

Tabelul 2.1. Compararea inițială între grupul experimental și grupul de control

Clasa	Media experimental	Media control	SD experimental	SD control	p Levene	t	df	p (two-tailed)	Cohen's d
V	5.84	5.71	1.81	1.68	0.77	0.22	39	0.82	0.07
VI	6.89	6.75	1.41	1.47	0.77	0.47	94	0.63	0.09
VII	6.94	7	1.52	1.56	0.89	-0.15	49	0.87	-0.04
VIII	6.57	6.68	1.30	1.28	0.84	-0.33	62	0.73	-0.08

Rezultatele prezentate în Tabelul 2.1 indică faptul că valorile testului Levene ($p > 0,05$) confirmă omogenitatea varianțelor între grupuri, valorile p ale testului t sunt în toate cazurile superioare pragului de semnificație ($p > 0,05$), iar valorile Cohen's d sunt foarte apropiate de zero, sugerează efecte de dimensiune neglijabilă.

Pe baza acestor rezultate, se poate concluziona că nu există diferențe semnificative statistic între grupul experimental și grupul de control la nivelul evaluării inițiale (pre-test), atât din perspectiva tendințelor centrale, cât și a dispersiei rezultatelor. Prin urmare, grupurile pot fi considerate echivalente statistic, ceea ce validează designul cvasi-experimental adoptat și permite atribuirea eventualelor diferențe înregistrate la post-test intervenției educaționale bazate pe resurse REDI, cu controlul influenței variabilelor de stare inițială.

Un element central al metodologiei îl reprezintă **transformarea obiectivelor teoretice în variabile măsurabile**, ceea ce permite operaționalizarea riguroasă a constructelor didactice și analiza efectelor intervenției educaționale în termeni cuantificabili.

- Variabila factor (experimentală): utilizarea Resurselor Educaționale Digitale Inteligente, aplicate doar în cazul grupului experimental în cadrul SSI.
- Variabila dependentă: performanța matematică a elevilor, măsurată prin teste aplicate la finalul fiecărei unități de învățare (pre, post, re-test), analizată cantitativ prin media clasei și distribuția rezultatelor pe intervale de notare: note mici (1–5,99), medii (6–7,99), mari (8–10), pentru a cuantifica dinamica performanței școlare în urma intervenției.
- Variabile independente: curriculumul național, planificările calendaristice, mediul de învățare, structura lecțiilor, metodele clasice de predare și nivelul de pregătire inițial al elevilor.
- Variabile atitudinale suplimentare: anxietatea matematică și motivația pentru învățarea matematicii, evaluate prin observația sistematică a cadrelor didactice.

Prin această abordare, este posibilă compararea obiectivă a evoluției performanțelor între elevii expuși la intervenția educațională digitală și cei aflați în context tradițional, cu controlul maxim al variabilelor. Prin urmare, orice diferențe observate la post-test pot fi atribuite intervenției experimentale prin REDI și nu unor variații inițiale între elevi. Acest lucru susține validitatea internă a studiului și robustețea comparației pedagogice.

În desfășurarea intervenției educaționale au fost implicați cinci profesori de matematică ai Școlii Gimnaziale Nr.10 Bacău, Romania, identificați astfel:

- Trei cadre didactice titulare, cu gradul didactic I: doi profesori cu peste 20 de ani vechime în învățământ, responsabili pentru clasele din grupul de control și un profesor cu 8 ani experiență, autor al tezei, implementator al SSI și administrator al băncii de itemi parametrizați, responsabili pentru clasele din grupul experimental, colectarea, analiza și interpretarea datelor statistice.
- Doi profesori suplinitori dintre care unul cu 15 ani vechime și definitivatul în învățământ și unul debutant, aflat în primul an de activitate didactică.

Pentru a asigura validitatea internă a cercetării, selecția celor două grupuri respectă implicarea unor cadre didactice diferite pentru cele două grupuri, în vederea separării efectului profesorului de efectul intervenției; evitarea contaminării între grupuri prin desfășurarea activităților în medii complet separate și similaritatea contextului socioeconomic al elevilor, evaluată pe baza datelor privind mediul de rezidență, astfel încât impactul variabilelor externe să fie limitat.

Activitățile pregătitoare cu elevii grupului experimental vizează: prezentarea obiectivelor experimentului într-un limbaj accesibil elevilor și explicarea rolului platformei în procesul de învățare; stabilirea etapelor procesului educațional digital și a modului de desfășurare a testelor online; exersarea competențelor de autoevaluare și reflecție critică asupra propriilor greșeli; implementarea unor strategii de învățare personalizată și dezvoltarea auto-motivării prin sarcini cu nivel gradual de dificultate și antrenarea stilului de muncă independentă, cu sprijin minimal din partea profesorului, valorificând temele de acasă în mod integrat și interactiv.

Experimentul formativ vizează utilizarea integrală a bibliotecii REDI din cursul digital de matematică, oferind elevilor un parcurs digital complet de învățare–evaluare, cu focusarea pe instrumentul central, precum pluginul STACK. Activitățile sunt organizate ca lecții interactive de predare-învățare, cu sprijin vizual, animații asistate și structurate. În această etapă, elevii consultă materialele teoretice în format PDF, utilizează glosarele tematice pentru clarificarea conceptelor, lucrează cu fișele de aplicații și resurse externe accesate prin linkuri integrate, participă la jocuri educaționale pentru stimularea gândirii matematice și rezolvă teste de antrenament parametrizate. Toate activitățile sunt susținute de feedback automat, adaptiv și instant generat de pluginurile avansate, permițând corectarea imediată a erorilor, reglarea strategiilor de rezolvare și dezvoltarea abilităților de auto-monitorizare. Prin combinarea acestor resurse, etapa formativă creează un cadru autentic de învățare autoreglată, în care elevii avansează în ritm propriu, pe baza informațiilor personalizate și a oportunităților repetate de exersare și îmbunătățire. Toate aceste componente sunt planificate să respecte curriculumul oficial și indicațiile metodice în vigoare, conform programei școlare din România aprobate de Ministerul Educației (2017) pentru gimnaziu. Această abordare inovatoare mediată de SSI favorizează nu doar dobândirea de cunoștințe matematice solide, ci și construirea unui climat de învățare deschis, echitabil, egal și centrat pe elev, în care progresele fiecărui participant sunt documentate și susținute de feedback pedagogic relevant. Prin implementarea REDI în condiții educaționale autentice, cercetarea creează premisele unei evaluări obiective și valide a impactului digitalizării asupra performanțelor matematice gimnaziale. Această structură permite extragerea de concluzii valoroase cu privire la utilitatea, eficiența și scalabilitatea modelului de predare–evaluare realizat în SSI bazat pe integrarea mai multor tehnologii educaționale avansate în jurul platformei Moodle.

Evaluările comparative dintre grupul experimental și cel de control au fost realizate în toate cele patru clase gimnaziale implicate prin teste aplicate în paralel, pe conținuturi și competențe identice, cu aceleași tipuri de sarcini, dar în contexte metodice diferite.

2.2.2. Metode și instrumente de colectare a datelor

Colectarea datelor combină **metode cantitative și calitative**, în concordanță cu abordarea metodologică mixtă adoptată, utilizând instrumente proiectate pentru a evalua atât performanța matematică, cât și percepțiile și experiențele participanților. Această metodologie se bazează pe parcurgerea următoarelor etape:

1. Testarea inițială (pre-test) a fost administrată *la începutul intervenției – începutul anului școlar 2024-2025*, înaintea etapei experimentale. Ambele grupuri (experimental și de control) au susținut același test de diagnostic cu itemi standardizați, în vederea stabilirii nivelului de referință al achizițiilor matematice.
2. Implementarea REDI în grupul experimental a vizat câte o oră pe săptămână, timp de 36 de săptămâni de curs, astfel încât să acopere toate temele din programa de gimnaziu, integrând în activități ludice, teme digitale, sesiuni de autoevaluare și testări sumative.
3. Testarea finală (post-test) a fost aplicată imediat după finalizarea intervenției, (sfârșitul anului școlar 2024-2025), vizând măsurarea progresului imediat și eficiența REDI comparativ cu abordările tradiționale. Ambele grupuri sunt evaluate cu un test echivalent, cu itemi parametrizați diferiți, dar de dificultate comparabilă.
4. Re-evaluarea (re-test) a avut loc în luna septembrie 2025, după vacanța de vară, în cadrul recapitulării inițiale din noul an școlar. Este aplicat înaintea predării noii materii și are ca scop verificarea stabilității și retenției în timp a cunoștințelor dobândite anterior. Elevii au susținut testele într-un format interactiv, tot în Moodle, cu structură echivalentă post-testului. Testarea digitală este realizată înainte de predarea noilor conținuturi, permițând analiza durabilității progresului și capacitatea elevilor de a transfera conceptele în contexte noi, fără suport extern continuu.
5. Analiza statistică descriptivă a progresului intern al elevilor din grupurile experimentale de la o etapă la alta a urmărit:
 - Calculul mediei aritmetice la nivel de grup, pentru a cuantifica progresul ca diferența dintre scorurile pre-test și post-test și retenția ca diferența dintre post-test și re-test.
 - Determinarea distribuției procentuale a rezultatelor elevilor pe intervale de notare: note mici (1–5,99), medii (6–7,99), mari (8–10) pentru evidențierea dinamicii performanței în urma intervenției.
6. Comparația externă cu grupurile de control echivalente.
7. Validarea bateriei de teste pe baza rapoartelor Moodle (Gradebook, Analytics) a urmărit statistici *de răspuns per item; punctaje individuale și medii pe grupuri; timp mediu de rezolvare; distribuția răspunsurilor corecte/incorecte*.

Datele sunt analizate pe baza rapoartelor Moodle și prin exportul datelor în format tabelar pentru analiză comparativă, utilizând funcții de medie, procentaj și comparație între testări (*a se vedea Anexa 9 și Anexa 10*).

8. Aplicarea și analiza răspunsurilor cadrelor didactice și elevilor la chestionarele de opinie realizate și completate online în Google Forms cu itemi obiectivi de tip scală Likert (1 = Dezacord puternic, 2 = Dezacord, 3 = Neutru, 4 = Acord, 5 = Acord deplin) și itemi cu răspuns deschis, a urmărit măsurarea satisfacției și a utilității percepute, evaluarea clarității interfeței, gradului de interactivitate și utilității feedbackului și colectarea sugestiilor de îmbunătățire. Instrumentele de chestionare sunt construite conform recomandărilor metodologice (*Kano et al., 1984*) privind evaluarea percepției în e-learning și sunt analizate cantitativ (cu valori procentuale pentru itemii obiectivi) și calitativ (pentru întrebările cu răspuns deschis).
9. Observația didactică a permis monitorizarea directă a comportamentului elevilor în timpul activităților, vizând reacțiile elevilor la interacțiunea cu platforma, nivelul de implicare și autonomie și dificultățile recurente.
10. Triangularea rezultatelor. În cadrul acestei cercetări, analiza pedagogică s-a bazat pe corelarea datelor cantitative (note, progres) cu date calitative (percepții, motivație, dificultăți) și include reflecții metodice legate de designul itemilor, feedbackul oferit și autonomia elevului. Astfel, este demonstrat că SSI funcționează, de ce funcționează și pentru cine funcționează cel mai bine – ceea ce oferă valoare reală cercetării.

Acest model metodologic permite identificarea impactului real al intervenției digitale asupra progresului elevilor, asigurând atât validitate științifică, cât și relevanță practică pentru domeniul didactic, cu aplicabilitate extinsă în contexte educaționale similare (*Brănoaea, 2025f; Brănoaea & Bragaru, 2025b*).

2.2.3. Normele GDPR respectate în cadrul documentării

În cadrul acestei cercetări, utilizarea tehnologiei a implicat respectarea principiilor etice și a integrității academice (*Cojocariu & Mareș, 2021*). Conform ghidurilor europene (*A Brief Guide to GDPR for Schools and Teachers, 2018*), este obligatoriu ca fiecare colectare de date să fie însoțită de informarea completă a persoanelor vizate, indicând scopul, durata și dreptul de retragere a consimțământului. Profesorii sunt principalii agenți ai implementării sigure a tehnologiilor educaționale. Orice informație colectată sau partajată de cadrele didactice poate fi considerată dată personală (*Grover, 2016*). Printre cele mai frecvente riscuri semnalate se numără: partajarea listelor cu note nominale, stocarea neprotejată a datelor de progres sau feedbackului individual, sau înregistrarea lecțiilor online fără acordul participanților.

Implementarea SSI respectă principiile eticii educaționale și ale protecției datelor (GDPR). Accesul utilizatorilor este gestionat prin conturi autentificate, iar datele sunt stocate în baze de date securizate, criptate. Testele și notele sunt accesibile doar actorilor autorizați (*profesor, elev, administrator*). De asemenea, toate procesele automate de analiză statistică și raportare se realizează cu respectarea confidențialității rezultatelor individuale (*Brănoaea, 2025g*). Astfel, cadrul didactic devine garantul aplicării principiilor etice și al protecției datelor elevilor în mediul virtual. Elevii de gimnaziu reprezintă o categorie vulnerabilă în privința protecției datelor personale. Articolul 38 din GDPR prevede protejarea sporită a minorilor, având în vedere lipsa lor de conștientizare asupra riscurilor mediului digital. În cadrul platformei Moodle, elevii pot interacționa digital (*forumuri, teste, chestionare*), dar sistemul SSI garantează că: (1) toate datele sunt criptate și stocate conform GDPR, (2) rapoartele de progres sunt vizibile doar pentru utilizatorul autentic, (3) feedbackul personalizat nu conține informații sensibile și (4) datele anonimizate sunt utilizate exclusiv în scopuri științifice și de validare a cercetării. Regulamentul GDPR prevede informarea completă a acestora cu privire la colectarea, utilizarea și stocarea datelor elevilor. În cadrul implementării SSI, elevii și părinții au fost informați prin acorduri scrise privind utilizarea platformei Moodle și stocarea datelor necesare derulării testelor automate. De asemenea, aceștia au primit informații și instrucțiuni privind comportamentul digital responsabil, prevenirea hărțuirii online și raportarea incidentelor de confidențialitate (*a se vedea Anexele 5.3-5.5*). SSI integrează componente de formare digitală, promovând *etica utilizării platformelor și responsabilitatea digitală* ca parte a competențelor transversale ale elevilor (*Brănoaea, 2025g*).

În acest context, respectarea principiilor etice și a cadrului legal privind protecția datelor nu reprezintă doar o condiție de conformitate, ci și o premisă esențială pentru proiectarea și implementarea responsabile a infrastructurii tehnologice a SSI, orientată spre securitate, transparență și utilizare educațională sustenabilă.

2.3.Proiectarea și dezvoltarea tehnologică a SSI

Modelul didactic elaborat în această cercetare și metodologia asociată definesc cadrul conceptual și experimental al prezentei lucrări, evidențiind atât mecanismele pedagogice ale evaluării formative, cât și modalitățile de validare a impactului acestora. În acest context, pentru ca principiile teoretice și demersul metodologic să poată fi aplicate în mod efectiv în practică, este necesară o infrastructură tehnologică adecvată, capabilă să susțină procesele de generare, administrare și analiză a evaluării. Trecerea de la nivelul conceptual și metodologic la cel aplicativ presupune definirea unei arhitecturi tehnologice care să materializeze funcțional principiile modelului didactic. În acest sens, componenta tehnologică a SSI devine elementul-cheie care face posibilă integrarea evaluării formative adaptive în practica educațională.

Procesul de concepere și implementare a SSI este organizat în cinci etape distincte, prezentate sintetic și structurate logic în Tabelul 2.2, de la analiza programei școlare oficiale până la pilotarea în contexte educaționale reale.

Tabelul 2.2. Etapele dezvoltării SSI

Etapa	Obiective	Activități	Rezultate
1. Analiza curriculară și planificarea itemilor.	Identificarea temelor și competențelor matematice care pot fi evaluate digital.	Analiza curriculumului, corelarea cu ghidurile metodice, împărțirea materiei de gimnaziu în „familii de probleme”.	Structuri de exerciții și probleme transferabile în itemi parametrizați. Categoriile BDI și codurile asociate.
2. Dezvoltarea categoriilor și itemilor standardizați.	Crearea unei structuri scalabile și standardizate.	Crearea categoriilor din banca de întrebări și itemilor standardizați.	Glosare tematice; Jocuri educaționale; O bancă de 755 de itemi organizați logic și ierarhic, incluzând serii finite de itemi STACK și Wiris, cu feedback personalizat, diferențiat.
3. Configurarea STACK + PRT.	Simularea ghidajului profesorului în format digital. Creșterea calității formative a evaluării.	Proiectarea arborilor PRT în STACK, prin modelarea etapelor de rezolvare cu răspunsuri de tip simbolic. Configurarea feedbackului diferențiat pentru răspunsuri corecte/greșite, bazate pe erori tipice anticipate.	
4. Configurarea testelor de evaluare.	Reproducerea experienței testului clasic cu avantajele digitalului.	Crearea testelor, configurarea temporizării, randomizarea parametrilor și configurarea feedbackului secvențial.	O baterie de 35 de teste formative și sumative funcționale, replicabile și scalabile.
5. Validare și pilotare.	Verificarea funcționalității și ajustarea sistemului.	Implementare experimentală și analiza statistică a rezultatelor.	Model REDI validat empiric, pregătit pentru extindere și scalare.

Sistemul este construit pe principii de *modularitate, adaptabilitate și utilizare didactică repetată, reflectând o formă de inteligență educațională* capabilă să personalizeze experiența de învățare matematică pe baza datelor reale de performanță ale elevilor și a structurilor curriculare.

Pentru a susține aceste caracteristici, arhitectura SSI este concepută ca un sistem integrat, în care componentele tehnologice interacționează coerent pentru a permite generarea dinamică a itemilor, evaluarea automată a răspunsurilor și furnizarea feedbackului adaptiv. Organizarea modulară a sistemului facilitează atât capacitatea de scalare, cât și reutilizarea resurselor educaționale în contexte variate de instruire.

Din perspectivă funcțională, fiecare etapă a procesului de dezvoltare se reflectă în structura tehnică a sistemului, de la organizarea bazelor de itemi și configurarea mecanismelor de evaluare, până la implementarea instrumentelor de analiză a performanței. Această corespondență între designul pedagogic și cel tehnologic asigură coerența și eficiența întregului sistem.

Figura 2.3 ilustrează arhitectura sistemului suport inteligent, evidențiind integrarea infrastructurii web, a cadrului metodologic, organizarea modulară și interdependența componentelor (interfața utilizatorilor, interoperabilitatea, inteligența matematică și biblioteca REDI), utilizate în procesul de optimizare continuă a SSI.

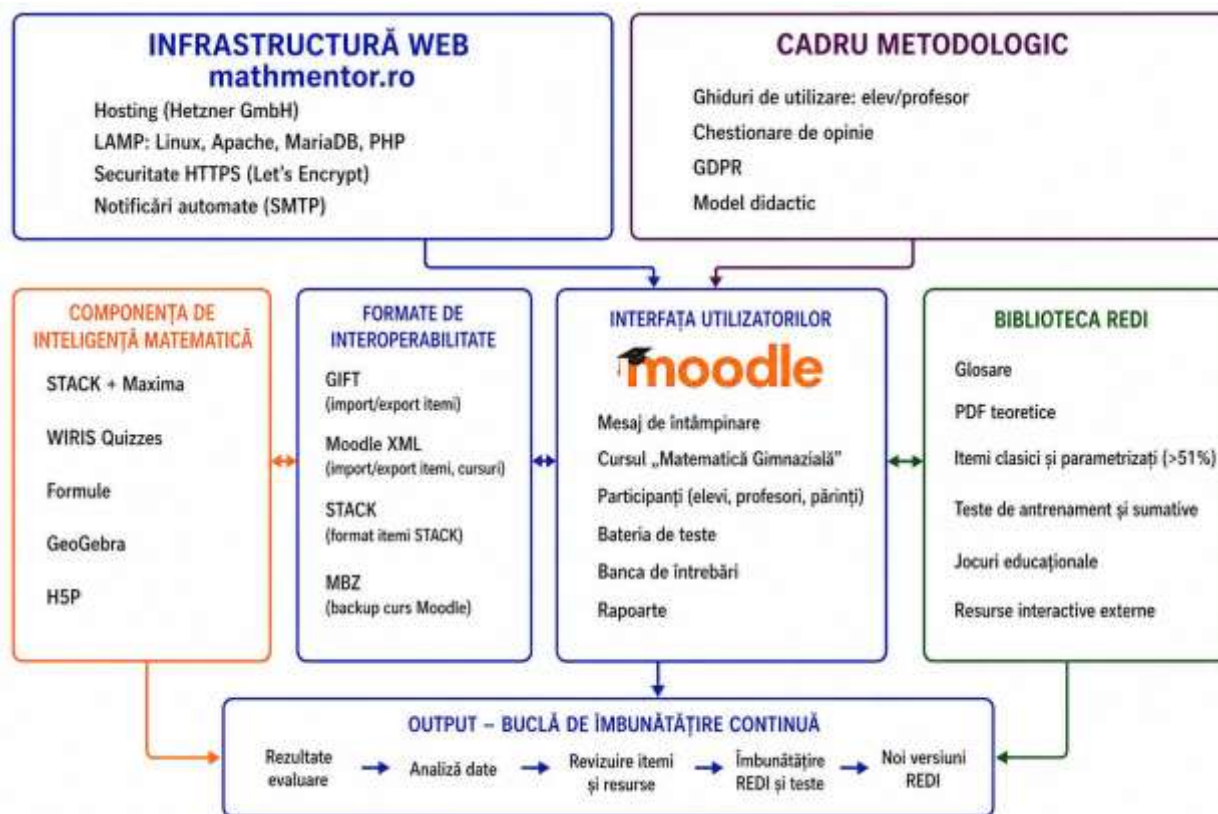


Figura 2.3. Arhitectura sistemului suport inteligent

Integrarea componentelor prezentate în Figura 2.3 asigură coerența dintre fundamentele pedagogice și infrastructura tehnologică a SSI. Această arhitectură permite personalizarea în timp real a resurselor, fără a recurge la algoritmi AI, demonstrând că evaluarea automatizată și generarea de itemi pot fi eficient orchestrate prin îmbinarea și configurarea pedagogică adecvată a tehnologiilor open-source existente.

În timp ce Figura 2.3 sintetizează traseul complet, de la conceperea infrastructurii programo-tehnice (*platforma Moodle și plugin-urile FOSS*), la dezvoltarea bibliotecii REDI și configurarea interfeței utilizatorilor, în continuare este rezumată dinamica de utilizare a SSI în procesul educațional, prin interacțiunea dintre resursele digitale, actorii educaționali, procesele de evaluare și impactul asupra învățării și reglarea continuă a procesului didactic.

Schema din Figura 2.4 sintetizează traseul complet parcurs de utilizatorii SSI (elevi și profesori), de la accesarea interfeței Moodle, utilizarea bibliotecii REDI în predare, învățare și evaluare, valorificarea feedbackului și analizelor generate de Moodle Analytics, care conduc la învățare autoreglată, intervenții remediale și opinii pozitive.

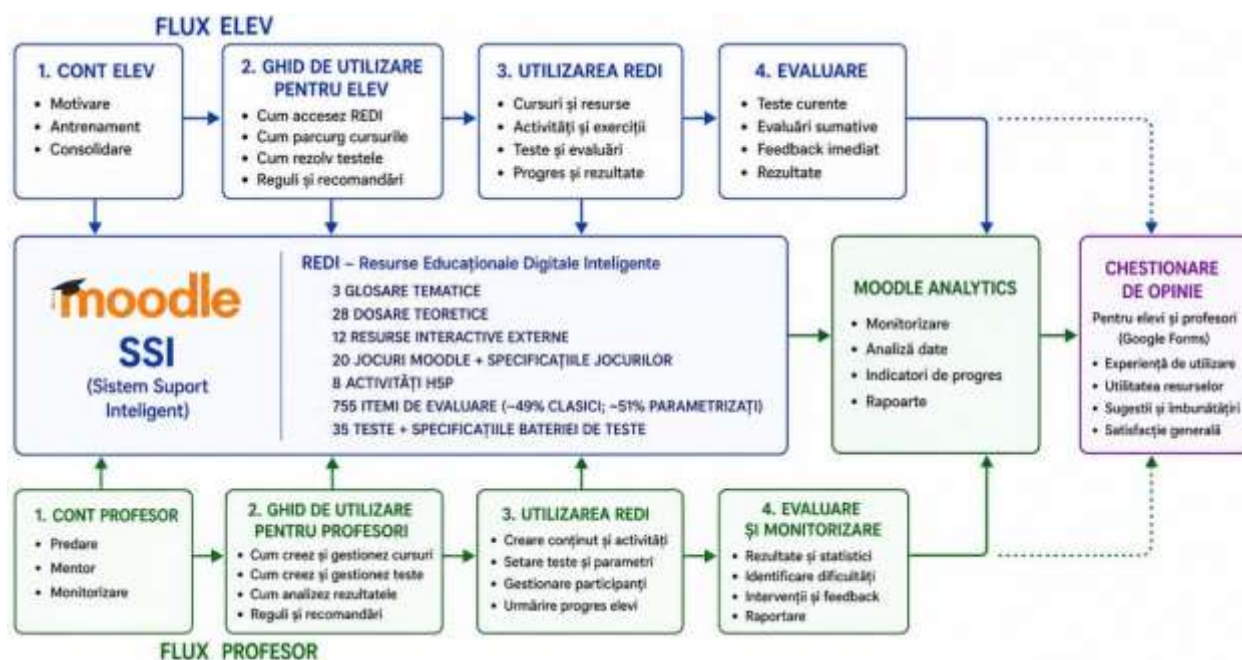


Figura 2.4. Fluxul utilizării sistemului suport inteligent

Implementarea efectivă a sistemului în context real de clasă a oferit oportunitatea observării directe a modului în care elevii interacționează cu resursele digitale și își reglează propriul proces de învățare. SSI introduce o serie de elemente inovatoare în peisajul educațional românesc:

(1) Integrarea pluginului STACK în SSI permite evaluarea simbolică și feedback adaptativ și aduce noi funcționalități, esențiale pentru predarea matematicii mediată de SSI:

- Evaluarea expresiilor matematice complete, nu doar a rezultatului numeric.
- Recunoașterea mai multor soluții echivalente din punct de vedere algebric, e.g. $2(x+3)=2x+6$.
- STACK utilizează parametri cu valori pseudo-aleatoare (e.g. $\{a\}$, $\{b\}$, $\{c\}$), iar prin funcția de *deployed variants* se pre-generează un set de versiuni echivalente ca dificultate, care sunt distribuite apoi automat către elevi. Astfel, fiecare elev primește o variantă individuală a sarcinii, dar unică echivalentă din punct de vedere al obiectivelor curriculare și al criteriilor de evaluare.
- Mecanismul PRT permite acordarea de punctaj parțial și generarea de feedback etapizat pe baza greșelilor tipice sau a formelor echivalente de răspuns.

Un avantaj suplimentar îl constituie integrarea cu MathJax, care asigură afișarea clară și lizibilă a expresiilor matematice direct în interfața Moodle. Astfel, experiența didactică devine mai fluentă atât pentru cadrele didactice, în procesul de construire a exercițiilor, cât și pentru elevi, în interacțiunea cu conținutul evaluativ, ceea ce favorizează motivația, implicarea și performanța școlară (Brănoaea & Bragaru, 2025b).

(2) Exportul și portabilitatea itemilor STACK pot fi realizate în *formatul Moodle XML* al Băncii de întrebări sau prin mecanismul de *backup/restore de curs*. Compatibilitatea cu alte platforme este limitată, întrucât formatul Moodle XML nu reprezintă un standard inter-LMS; formatele generice precum GIFT sunt mai larg recunoscute, dar nu păstrează particularitățile specifice STACK și PRT. Moodle XML are avantajul automatizării operaționale prin importul și exportul pe categorii din Banca de întrebări, ceea ce reduce semnificativ efortul manual de reintroducere a itemilor la fiecare utilizare repetată, facilitând partajarea rapidă între cursuri sau între platforme Moodle. Astfel, infrastructura oferită de Moodle și STACK combină *portabilitatea între cursuri, eficiența operațională, individualizarea experienței de evaluare și rigurozitatea feedbackului*, consolidând statutul sistemului ca instrument scalabil și valid pedagogic.

(3) Realizarea testelor pe niveluri diferite de dificultate se realizează prin două mecanisme complementare:

- Generarea de copii ale itemilor de bază de tip STACK sau Calculat, iar nivelul de dificultate se ajustează prin definirea, restricționarea sau extinderea intervalelor numerice ale variabilelor. De exemplu, pentru complexitatea de nivelul: 1 (elementar) se aleg valori întregi mici (e.g. $a \in [1,9]$) astfel, încât calculele să fie simple și rezultatele imediate; 2 (mediu) se folosesc numere întregi mai mari și/sau raționale cu o zecimală (e.g. $a \in [-10,10]$ cu pasul 0,1), ceea ce necesită mai mulți pași de calcul; 3 (avansat) se definesc variabile reale într-un interval mai larg (e.g. $a \in [-50,50]$, $x \in \mathbb{R}$) sau fracții ordinare, ceea ce conduce la rezolvări complexe și la interpretări suplimentare ale soluțiilor. În acest fel, același model/structură de problemă devine accesibilă elevilor cu pregătire diferită, păstrând obiectivele curriculare unice și comune.
- Selecția din banca de itemi etichetată în taxonomia proprie pe clase, teme și niveluri de dificultate 1, 2 sau 3. De exemplu, un test de recapitulare pentru clasa a VIII-a poate conține preponderent itemi de nivelul 1, în timp ce un test de pregătire pentru olimpiadă va conține preponderent itemi de nivelul 3, iar o probă de evaluare tematică/intermediară include itemi de nivelurile 1, 2, 3 în proporție de 50-30-20% sau alta.

Prin combinarea acestor metode de *presetare a parametrilor și filtrare pe niveluri*, este asigurată o structură flexibilă a evaluării, care permite adaptarea sarcinilor atât la nivelul de pregătire al elevilor, cât și la obiectivele pedagogice urmărite.

(4) Testarea pilot în faza de pre-implementare are un rol esențial în *identificarea și remedierea disfuncționalităților tehnice* (erori de afișare, incompatibilități de sintaxă STACK), *optimizarea interfeței de utilizare* (claritate vizuală, navigare logică și accesibilă pentru elevi) și *ajustarea nivelului de dificultate și a formulărilor pedagogice*.

Astfel, metodologia de dezvoltare utilizată este una riguroasă, integrativă, construită pe principii solide de cercetare aplicativă, educație digitală și programare pedagogică.

2.3.1. Proiectarea și structurarea bibliotecii REDI pe familii de probleme

Dezvoltarea REDI este structurată într-o succesiune logică de etape, care reflectă o viziune pedagogică modernă, dar și o abordare inginerescă riguroasă asupra arhitecturii sistemului digital. Integrarea curriculară reflectă o abordare sistemică a procesului educațional, bazată pe corelarea conținuturilor și competențelor (Guțu & Turcanu, 2025). O abordare eficientă presupune împărțirea programei școlare de matematică pentru gimnaziu în *familii de probleme*, fiecare familie reprezentând un *set de probleme* care se încadrează într-o *categorie comună, pe baza conceptelor și abilităților necesare pentru rezolvare*.

Primul pas în dezvoltarea unei bănci de întrebări din Moodle a fost *corelarea strictă a conținuturilor digitale cu programa de matematică pentru gimnaziu*, prin identificarea *competențelor generale și specifice*, stabilirea *unităților de învățare cheie*, definirea *tipurilor de activități matematice care pot fi transpuse în itemi clasici sau parametrizați și planificarea acestora*. Abordarea logico-didactică a conținuturilor facilitează dezvoltarea gândirii matematice prin corelarea conceptelor cu situații reale (Sali, Cozma & Ionel, 2025). În urma analizei tematice a curriculumului și a ghidurilor metodologice au fost stabilite 10 familii de probleme la Algebră și 6 familii de probleme la Geometrie, grupate în funcție de *conținutul matematic, structura logică a rezolvării și gradul de complexitate cognitivă*, conform taxonomiei lui Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001). Fiecare familie de probleme are o specificitate proprie, iar reuniunea lor asigură acoperirea integrală a programei școlare pentru gimnaziu și oferă un cadru solid pentru construirea unei bănci de itemi standardizați și parametrizați. În continuare sunt prezentate cele 16 familii de probleme identificate.

I. Algebră

1. *Operațiunile aritmetice fundamentale* (adunare, scădere, înmulțire, împărțire, ridicare la putere) sunt implementate prin itemi parametrizați de tip Calculat, precum: $\{a\} + \{b\}$, $\{a\} - \{b\}$, $\{a\} \times \{b\}$, $\{a\} / \{b\}$, $\{a\}^n$, cu valori generate automat pentru diferite mulțimi numerice (naturale, întregi, zecimale). În acest caz, accentul cade pe *rezultatul numeric*, astfel că validarea numerică a răspunsului este suficientă.

2. *Șirurile numerice* sunt implementate prin itemi de tip Calculat (generarea automată a progresiilor aritmetice sau geometrice simple) și itemi clasici de tip *Alegere multiplă* (recunoașterea regulii corecte).

3. *Regulile de calcul cu puteri* sunt concepute cu itemi STACK, deoarece aici este esențială validarea expresiilor algebrice. Spre exemplu, elevii pot introduce expresii de tipul $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ sau $(a^m)^n = a^{m \cdot n}$, iar sistemul recunoaște echivalențele formale chiar dacă scrierea diferă.

4. *Operațiile cu fracții ordinare* necesită o altă abordare: obiectivul pedagogic nu este obținerea unui rezultat aproximativ sub formă zecimală, ci verificarea *forme exacte* a răspunsului, cu numărător, linie de fracție și numitor. Din acest motiv, se utilizează itemi STACK și WIRIS/MathType, care permit validarea simbolică și recunoașterea răspunsurilor echivalente. Elevii sunt astfel încurajați să respecte regulile de simplificare și să obțină fracții ireductibile.

5. *Rapoarte și proporții* au integrat itemi clasici (alegere multiplă, completare) pentru verificarea recunoașterii regulilor, itemi de tip Calculat pentru exerciții numerice (proporții, procente, probleme aplicative), respectiv STACK pentru cazul în care este necesară validarea formală a echivalenței dintre două fracții proporționale.

6. *Regulile de calcul cu radicali și expresii algebrice* sunt implementate exclusiv prin STACK, întrucât doar validarea simbolică poate asigura corectitudinea răspunsului. E.g. $\sqrt{18}$ este recunoscut corect ca $3\sqrt{2}$, iar expresii echivalente precum $2x+3x$ și $5x$ sunt tratate ca identice.

7. *Ecuatiile de gradul I* sunt construite cu itemi de tip Calculat pentru exerciții simple, de tip $a \cdot x + b = 0$ și cu STACK pentru rezolvări simbolice pas cu pas. În primul caz se verifică abilitatea de a obține rapid rezultatul numeric; în al doilea caz se validează procesul: *izolarea necunoscutei, transpunerea termenilor, efectuarea calculului final*.

8. *Ecuatiile de gradul II* sunt evaluate exclusiv prin STACK, deoarece soluțiile implică adesea radicali și trebuie exprimate exact. Sistemul recunoaște formule de tip $\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$, indiferent de forma scrierii, și permite verificarea pe etape (discriminant, calcule intermediare, soluții).

9. *Funcția de gradul I* este tratată printr-o combinație de itemi de tip Calculat (*determinarea numerică a pantei și a ordonatei la origine*) și STACK (*validarea ecuațiilor simbolice ale dreptei*). Elevii sunt solicitați să recunoască graficul funcției și să analizeze relația dintre două funcții liniare. Utilizarea parametrilor în studiul funcțiilor permite generarea de situații variate de învățare și favorizează înțelegerea profundă a relațiilor matematice (Cozma, 2024).

10. *Inecuațiile liniare și operațiile cu mulțimi și intervale* sunt implementate cu STACK, întrucât aici răspunsul nu este o valoare numerică, ci *un interval* sau *o mulțime*. De exemplu, soluția $(2, \infty)$ este validată simbolic, iar sistemul distinge între intervale deschise și închise.

II. Geometrie

1. *Geometria plană – relații de paralelism și perpendicularitate*, este acoperită prin itemi STACK (pentru validarea simbolică a raționamentelor) și de tip Calculat (pentru determinarea numerică a unghiurilor, lungimilor, ariilor, volumelor).

2. *Definițiile și proprietățile figurilor geometrice plane* sunt abordate prin itemi clasici (recunoaștere, clasificare, completare de definiții) și prin itemi STACK (validarea simbolică a formulelor, e.g. aria trapezului).

3. *Trigonometria în triunghiul dreptunghic* utilizează STACK (pentru validarea expresiilor exacte, e.g. $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$) și de tip Calculat (pentru calcule numerice aproximative).

4. *Geometria în spațiu – relații de paralelism și perpendicularitate*, este acoperită cu itemi clasici pentru recunoaștere, clasificare și completare de definiții/teoreme și Calculat, pentru calcule de distanțe și măsuri de unghiuri.

5. *Proprietățile corpurilor geometrice* sunt evaluate prin itemi clasici (recunoașterea definițiilor și clasificărilor) și itemi de tip Calculat (determinarea numerică a ariilor și volumelor). Pentru formulele generale, STACK permite validarea expresiilor exacte, evitând aproximările.

6. *Problemele avansate împărțite în mai multe etape* utilizează exclusiv STACK și PRT, pentru introducerea rezultatelor secvențiale în formă exactă simbolică.

Fiecare familie este asociată cu un set de *concepte matematice comune, strategii de rezolvare similare*, posibilitatea de *parametrizare algoritmică* și structurare graduală pe niveluri de dificultate. În cadrul fiecărei familii sunt selectate tipuri de itemi corespunzătoare: *itemi clasici*, pentru verificarea definițiilor și a conceptelor teoretice de bază, respectiv *itemi parametrizați*, pentru verificarea abilităților algoritmice, simbolice și de reprezentare exactă.

2.3.2. Dezvoltarea itemilor pentru import în Moodle

În cadrul tezei, cuvântul „dezvoltare” se referă la producerea de fișiere în formatele acceptate de Moodle (GIFT sau Moodle XML), urmată de importul acestora în Banca de întrebări (*Moodle Documentation, 2023a, 2023b*). În acest sens, sunt utilizate două fluxuri de lucru pentru automatizarea procesului de creare și transfer al itemilor matematici:

- (1) Creare directă în interfața Moodle, urmată de export-import din/în *Question bank* în format Moodle XML sau prin procedura de Backup/Restore de curs, ceea ce asigură portabilitate completă între cursuri și între instanțe Moodle diferite, fie prin import/export separat al itemilor în XML, fie prin restabilirea copiei BDI din fișiere *.mbz*.
- (2) Copierea unui item existent pe platforma Moodle ca prototip (prin dublarea unui item similar) cu redactarea lui ulterioară manuală și salvarea ca item nou.

Dezvoltarea masivă offline a itemilor în format GIFT prin redactarea externă a întrebărilor sub formă de text în editoare simple precum Notepad, WordPad sau MS Word, cu condiția salvării în format text simplu și codificarea UTF-8 și conversia automată în fișiere *.gift* cu import ulterior pe Moodle în *Question bank* → *Import (GIFT)*, generează o economie semnificativă de timp și o consistență sporită a băncii de întrebări. Orice tip de item tradițional poate fi dezvoltat în format GIFT, cu excepția STACK și itemul de tip Calculat.

Prin combinarea acestor workflow-uri, dezvoltarea REDI beneficiază atât de siguranța și validarea native ale platformei Moodle, cât și de optimizarea oferită de formatul GIFT, ceea ce permite extinderea rapidă a resurselor educaționale și adaptarea lor la diverse contexte didactice.

Din perspectivă pedagogică, automatizarea și interoperabilitatea REDI reprezintă condiții esențiale pentru scalabilitatea evaluării formative și pentru sustenabilitatea utilizării SSI în contexte educaționale reale. Astfel, dintre formatele standardizate și interoperabile, compatibile cu platforma *Moodle* și cu alte sisteme educaționale, cele mai utilizate sunt:

- Formatul GIFT (General Import Format Technology) este recomandat pentru itemi de tip *răspuns scurt*, *alegere binară*, *alegere singulară*, *alegere multiplă*, *ordonare*, *asociere*, *cu răspunsuri încorporate (Cloze)*, *numeric* și *calculat*; *simplu*.
- Formatul Moodle XML este utilizat pentru import/export complet al testelor și al metadatelor; universal pentru orice tipuri de itemi.
- Formatul STACK XML este specific doar itemului STACK, creat direct în interfața Moodle.

Formatul GIFT este un standard deschis utilizat pentru crearea și schimbul de întrebări Moodle în format text simplu (*Moodle Documentation, 2023a*). Acesta permite scrierea rapidă a itemilor cu feedback automatizat, prin definirea de mesaje formative pentru fiecare răspuns direct, într-un editor obișnuit, urmată de importul masiv în banca de întrebări Moodle. Utilizarea formatului GIFT este deosebit de utilă pentru elaborarea itemilor cu răspuns scurt, ulterior utilizați pentru importul și generarea pe Moodle a itemilor de tip *Potrivire de răspunsuri scurte aleatorii*. Totodată, acest format permite elaborarea autonomă, masivă și rapidă a itemilor tradiționali cu răspuns multiplu, Adevărat/Fals, de coordonare-potrivire, numeric sau cu răspunsuri încorporate (Cloze), traducerea în alte limbi, urmând ca ulterior aceștia să fie direct importați în Banca de întrebări Moodle. Beneficiile utilizării formatului GIFT în evaluarea digitală includ generarea rapidă și economică a itemilor, prin posibilitatea de a crea loturi mari de întrebări din tabele Excel sau texte preexistente, eliminând necesitatea introducerii individuale prin interfața Moodle. De regulă, fișierul este organizat în categorii tematice corespunzătoare nivelului de dificultate. Formatul suportă import și export masiv, permițând gestionarea simultană a sute de itemi.

Editarea este facilă, profesorul poate modifica, adăuga sau șterge întrebări direct în fișierul text, fără a utiliza interfața grafică, poate verifica sintaxa etc., asigurând totodată economii importante de timp și interoperabilitate completă între cursuri, inclusiv predate în două sau mai multe limbi (Bragaru, et al., 2026).

Fiecare întrebare GIFT respectă o sintaxă standard:

```
// question: <număr> name:<cod item>
::<cod item>:: <enunțul întrebării> {
= răspuns corect # feedback pentru răspuns corect
~ răspuns greșit # feedback pentru răspuns greșit
}
```

Caracterele de control au roluri specifice:

- // marchează comentarii în fișier, nu sunt importate în Moodle;
- :: delimitează codul (numele) itemului;
- { } delimitează/conține lista de răspunsuri posibile și feedback-urile asociate;
- = indică răspunsul corect;
- ~ indică răspunsurile greșite (distractoare);
- # marchează un răspuns numeric sau începutul feedbackului asociat unui răspuns (în funcție de context/tipul de item).

Exemple de tipuri de itemi în format GIFT:

a) Item de tip alegere singulară dintre multiple alternative:

```
::ALG01:: Care este valoarea lui  $2^3$ ? {=8 ~6 ~9 ~10 }
```

Aici cifra „8” marcată de semnul „=” este răspunsul corect, iar 6, 9, 10 marcate de „~” sunt răspunsurile incorecte (distractori).

b) Item cu răspuns scurt

```
::ALG02:: O mulțime finită de instrucțiuni executate într-o ordine prestabilită și care produc în timp finit un rezultat se numește {=algorithm}
```

Răspunsul corect este „algorithm”. Se pot defini mai multe variante acceptate:

```
{=algorithm =Algorithm}
```

c) Item numeric calculat

```
::NUM01:: Calculează:  $3 * \{x\}$  dacă  $x=4$  {
```

#12 (Aici semnul „#” este utilizat pentru răspunsurile numerice exacte.)

```
}
```

d) Item de asociere (matching)

::GEO01:: Asociază fiecare concept cu definiția corespunzătoare {

=Triunghi -> Poligon cu trei laturi

=Pătrat -> Poligon cu patru laturi egale

=Cerc -> Linie închisă echidistantă față de un punct}

Avantajele formatului GIFT includ:

- Crearea rapidă a itemilor, inclusiv în cantități mari;
- Posibilitatea de import-export între cursuri și site-uri diferite;
- Ușurința traducerii itemilor în alte limbi, verificarea sintaxei;
- Reducerea rutinei de introducere manuală a opțiunilor și parametrilor fiecărui item nemijlocit în interfața Moodle.

Limitările acestui format pot fi formulate astfel:

- Nu suportă toate tipurile de itemi Moodle;
- Este necesară o atenție sporită la caracterele speciale (//, ::, {}, =, ~, #) în textul întrebărilor. Pentru utilizarea acestor simboluri în textul itemilor sau în formule se folosește semnul \ (bară inversă) pentru a le „scăpa” sau „sări” peste ele.

În concluzie, utilizarea formatului GIFT reprezintă o metodă eficientă, scalabilă și pedagogic valoroasă pentru dezvoltarea itemilor clasici de evaluare în Moodle, permițând cadrelor didactice să economisească timp, să optimizeze procesul de predare și evaluare și, în ultimă instanță, să crească calitatea și rezultatele învățării elevilor.

Editarea itemilor existenți vizează reutilizarea ca versiuni noi și/sau adaptarea prin duplicare și editare (*Duplicate* → *Edit*). Se pot modifica enunțul, valorile parametrilor, feedbackul și metadatele, păstrând structura unică a codului. Această metodă permite crearea rapidă de itemi pe baza șabloanelor existente, standardizând procesul și reducând timpul de lucru.

Formatul Moodle XML este un format nativ de stocare a itemilor, folosit pentru backup complet al băncii de întrebări, export/import între cursuri sau platforme Moodle diferite și păstrarea metadatelor (categorie, feedback, note, penalizări, variabile etc.). Acest format este recomandat pentru arhivarea și migrarea BDI și testelor complete, în timp ce GIFT rămâne cel mai eficient pentru dezvoltare rapidă și import masiv de itemi.

Pentru întrebările ce necesită validare simbolică și evaluare pe etape se utilizează itemii STACK. Aceștia permit verificarea echivalenței matematice a răspunsurilor și acordarea punctajului parțial. Componentele principale ale editorului STACK includ:

- Question variables – declararea variabilelor aleatorii.
- Question text – enunțul problemei, scris în MathJax.

- Model answer – expresia matematică așteptată, în sintaxă Maxima.
- Potential response tree – definirea etapelor de evaluare, punctajelor parțiale și feedbackului adaptativ.

Următoarele reguli sunt importante pentru dezvoltarea itemilor de tip STACK (*detalii a se vedea în Anexa 3.1*):

- Răspunsurile se scriu strict matematic, fără text explicativ.
- Se folosesc paranteze pentru claritatea ordinii operațiilor.
- Se utilizează formule standard Maxima, fără diacritice și caractere neacceptate.
- Funcțiile `is(equal())` și `simplify()` verifică echivalența simbolică a răspunsurilor.

Itemii de tip STACK au fost creați exclusiv din interfața Moodle, iar structura completă a fiecărui item este stocată intern în format XML, inclusă automat în backup-ul cursului. Nu se poate utiliza un generator extern pentru STACK deoarece logica internă și sintaxa specifică depind de interfața de calcul simbolic a Moodle și de verificările matematice interne (input algebric, răspunsuri echivalente, expresii simbolice etc.). Dezvoltarea itemilor poate fi extinsă prin utilizarea modelelor de inteligență artificială, precum ChatGPT, pentru a genera automat conținut educațional compatibil cu formatele GIFT și XML și apoi importat în Moodle (*Brănoaea, 2026a*).

Fiecare item realizat conține metadatele sale complete (cod unic, unitate de învățare, competență vizată, nivel de dificultate, tip item). Testele și jocurile educaționale au fost construite pe baza blueprint-urilor standard, integrate cu glosarele și colecțiile de itemi și au fost testate prin Preview înainte de publicare. Astfel, combinarea dezvoltării itemilor GIFT, Moodle XML, STACK, glosarelor și jocurilor educaționale a asigurat un proces optimal pentru a oferi REDI de învățare activă, motivantă, interactivă și eficientă, cu feedback personalizat și monitorizarea progresului individual. Analiza periodică a rapoartelor a permis optimizarea activităților și creșterea performanțelor elevilor.

2.3.3. Organizarea băncii de întrebări pe categorii și codificarea itemilor

Conceperea arhitecturii și crearea categoriilor în banca de itemi au avut ca obiectiv crearea unui sistem logic, intuitiv, mnemonic și extensibil de organizare a conținutului evaluativ (*A se vedea Anexa 2*). Banca de itemi creată în această cercetare are la bază:

- Setul colecțiilor tematice de itemi, structurat ierarhic pe clase, teme, tipuri de itemi, niveluri de complexitate, toate stocate într-o bază de date.
- Codificarea ierarhică a identificatorilor colecțiilor tematice și itemilor după o schemă unică standardizată.

Structura propusă asigură transparență curriculară, flexibilitate pedagogică și interoperabilitate digitală – caracteristici esențiale pentru utilizare comună și partajare, atât la nivel național, cât și internațional. Această abordare permite o administrare eficientă și transparentă a BDI, o navigare intuitivă, posibilități avansate de generare a testelor, precum și portabilitatea completă sau parțială a conținutului (import/export). Pentru o organizare coerentă a BDI în Moodle a fost elaborat și aplicat o schemă de *codificare pozițională ierarhică*, care facilitează filtrare rapidă deoarece fiecare colecție de itemi, precum și fiecare item, sunt identificate prin coduri mnemonice specifice și unice. Codificarea itemilor, organizată în subseturi corespunzătoare celor 16 familii de probleme, este aliniată integral cu denumirea întrebărilor din banca de întrebări Moodle, structurată pe categorii ierarhice. Fiecare cod de item îndeplinește un dublu rol: *identificator unic și denumire standardizată*, asigurând consistența între baza de date conceptuală și implementarea tehnică în platformă. Pozițiile codului ierarhic au semnificația (Figura 2.5):

- Prima poziție – *anul de studiu din gimnaziu*: 5, 6, 7 sau 8.
- A doua poziție – *domeniul matematic*: A = Algebră, G = Geometrie.
- A treia poziție – *numărul unității de învățare în cadrul domeniului*, conform Programei Naționale din România (2017).
- A patra poziție – *tipul întrebării*: conform formatului Moodle (e.g. STACK, Calculat, Cloze, Numeric, Potrivire etc.).
- A cincea poziție – *nivelul de dificultate*: 1 = *nivel de bază* (note 5–6); 2 = *nivel mediu* (note 7–8); 3 = *nivel avansat* (note 9–10).
- A șasea poziție: numărul de ordine al itemului în cadrul categoriei (e.g. 01, 02, 03 etc.).



Figura 2.5. Exemplu de identificator al itemului în categorie

De exemplu: 7_A_1_STACK_nivel2_01 reprezintă un item pentru clasa a VII-a, algebră, unitatea educațională a 1-a, de tip STACK, dificultate medie (=2), primul din categorie.

Astfel, codificarea ierarhică permite poziționarea rapidă a itemilor după orice criteriu didactic, sprijinind profesorul în procesul de planificare, dezvoltare, personalizare și diferențiere a evaluării (*a se vedea Anexa1*).

Tabelul 2.3 evidențiază distribuția procentuală pe categorii și distribuția itemilor în BDI pe tipuri și ani de studiu și relevă direcția strategică de orientare a cercetării spre itemi parametrizați.

Tabelul 2.3. Distribuția itemilor în BDI pe tipuri și ani de studiu

Categorie item	Tip item Moodle	Clasa a V-a	Clasa a VI-a	Clasa a VII-a	Clasa a VIII-a	Total pe fiecare tip
Clasic	Cloze–completare	0	5	2	8	15
	Eseu–știință	2	2	0	2	6
	Asociere	6	3	0	4	13
	Alegere multiplă	54	97	5	16	172
	Răspuns scurt	66	46	0	7	119
	Adevărat/Fals	10	26	0	4	40
Total itemi clasici Moodle		138	179	7	41	365
Parametrizat	Numeric	17	8	4	0	29
	Calculat	56	67	87	74	284
	STACK	6	6	8	39	59
	WIRIS	5	0	5	8	18
Total itemi parametrizați		84	81	104	121	390
Sumar itemi pe clase		222	260	111	162	755

Peste 51% dintre itemii creați sunt *parametrizați și durabili*, confirmând utilizarea intensivă a funcționalităților avansate din Moodle pentru construirea și validarea unui sistem de evaluare inteligent, echitabil și scalabil, în deplină concordanță cu principiile pedagogiei moderne.

Structura subseturilor de itemi parametrizați din Banca de itemi (N = 390) evidențiază următoarea distribuție: Calculat– 284 itemi ($\approx 73\%$), STACK – 59 itemi ($\approx 15\%$), Numeric– 29 itemi ($\approx 7\%$) și WIRIS/MathType – 18 itemi ($\approx 5\%$).

În cazul itemilor clasici utilizați (N = 365), distribuția este următoarea: Alegere multiplă – 172 itemi ($\approx 47\%$), Răspuns scurt – 119 itemi ($\approx 32\%$), Adevărat/Fals – 40 itemi ($\approx 11\%$), Cloze – 15 itemi ($\approx 4\%$), Asociere – 13 itemi ($\approx 4\%$) și Eseu-Știință – 6 itemi ($\approx 2\%$).

Itemii sunt adaptați nivelului cognitiv specific fiecărei clase de gimnaziu.

În clasele V–VI, accentul cade pe itemi clasici clari și accesibili, cu feedback intuitiv, având un rol preponderent de familiarizare cu testarea digitală, fixarea cunoștințelor de bază și verificarea teoriei.

În schimb, pentru clasele VII–VIII, evaluarea este centrată pe competențe avansate: rezolvare de probleme, analiză de expresii simbolice și personalizare a sarcinilor prin variabile aleatoare.

Evaluarea respectă dimensiunea formativă pe competențe generale (C.G.), iar instrumentele de evaluare digitală includ itemi care permit: *prelucrarea datelor (C.G.2)*, *aplicarea de algoritmi în situații variate (C.G.3)*, *exprimarea în limbaj matematic (C.G.4)*, *modelarea matematică contextualizată (C.G.6)*, conform competențelor generale prevăzute în *Programa Școlară pentru Matematică (MEN, 2017, p. 5–6)*. Această abordare susține organizarea activităților de învățare într-un format accesibil și flexibil și contribuie semnificativ la validarea experimentală a eficienței sistemului propus.

2.3.4. Alinierea curriculară a conținuturilor matematice din România și Republica Moldova

Disciplina Matematică este o disciplină de bază atât în sistemul educațional din România, cât și în cel din Republica Moldova, fiind reglementată, în mod similar, prin programe și curriculumuri naționale aprobate de Ministerele Educației. În România, Programă școlară pentru Matematică (clasele V–VIII) este aprobată prin *OMEN nr. 3393/28.02.2017*, iar în Republica Moldova Curriculumul Național pentru Matematică (clasele V–IX) este emis de către Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova, aprobat prin proces-verbal nr. 22 al Consiliului Național pentru Curriculum din 05.07.2019.

Analiza comparativă a acestor documente oficiale evidențiază faptul că domeniile fundamentale ale matematicii sunt, în esență, comune ambelor sisteme. Diferențele între cele două programe nu vizează în mod direct conținutul, ci mai degrabă distribuirea cronologică a unor subteme. În România, ciclul gimnazial se încheie la clasa a VIII-a, în timp ce în Republica Moldova acesta se extinde până la clasa a IX-a. Astfel, anumite teme tratate în clasa a VIII-a în România sunt reluate sau aprofundate în clasa a IX-a în Republica Moldova.

Toate materialele (lecții teoretice, itemi și teste) au ca titlu denumirea explicită a unității de învățare (e.g. „Ecuatii liniare”, „Funcția de grad I”, „Geometria triunghiului dreptunghic”) și coduri numerice, ceea ce facilitează identificarea rapidă de către cadrele didactice, indiferent de țară sau sistem de învățământ. Profesorii pot, astfel, să selecteze și să integreze ușor resursele corespunzătoare în planificarea lor, fără a fi necesară rescrierea conținutului.

Tabelul 2.4 prezintă corelări practice între temele predate în clasele gimnaziale în România și compartimentul echivalent în curriculumul Republicii Moldova (clasele V–IX). Comentariile includ recomandări de adaptare pentru utilizarea repetată a băncii de itemi „Sistem Suport Inteligent pentru Matematica Gimnazială” în ambele sisteme.

Tabelul 2.4. Corelarea curriculumului de matematică pentru gimnaziu România ⇔ Republica Moldova

Programa de matematică România V–VIII	Curriculum Matematică Republica Moldova V–IX	Comentarii și recomandări pentru adaptare
Clasa a V-a (RO) – Numere naturale: operații, divizibilitate.	Clasa a V-a (MD) – Numere naturale: scriere, operații, divizibilitate; conținut echivalent.	Itemii se pot folosi direct; Recomandat pentru nivel I (fixare).
Clasa a V-a (RO) – Frații ordinare și fracții zecimale.	Clasa a V-a (MD) – Frații ordinare și zecimale; operații și conversii.	Conținutul este compatibil; profesorii MD pot adapta exemplele contextuale.
Clasa a V-a (RO) – Elemente de geometrie și unități de măsură.	Clasa a V-a (MD) – Introducere în geometrie: noțiuni fundamentale; unități de măsură	Materialele teoretice se pot utiliza integral.
Clasa a VI-a (RO) – Mulțimi; Mulțimea numerelor naturale.	Clasa a VI-a (MD) – Mulțimi; extinderi pe numere naturale și proprietăți.	Se recomandă utilizarea ca recapitulare + consolidare.
Clasa a VI-a (RO) – Rapoarte și proporții.	Clasa a VI-a (MD) – Rapoarte, proporții și aplicații practice.	Compatibil; integrare în probleme aplicate.
Clasa a VI-a (RO) – Mulțimea numerelor întregi; Mulțimea numerelor raționale	Clasa a VI-a (MD) – Introducerea numerelor întregi și raționale (conversii, operații).	Materialele pentru nr. întregi/raționale sunt direct utilizabile.
Clasa a VI-a (RO) – Noțiuni geometrice fundamentale; Cercul; Triunghiul	Clasa a VI-a (MD) – Triunghi, cerc (elemente definitorii); aplicații simple	Exercițiile despre proprietăți de bază sunt adecvate.
Clasa a VII-a (RO) – Mulțimea numerelor reale; Reguli de calcul cu radicali	Clasa a VII-a (MD) – Extinderea domeniului numeric către numere reale; introducere în intervale	Pentru MD, pot fi inserate REDI despre intervale de nr. reale de la clasa a VIII-a (RO).
Clasa a VII-a (RO) – Ecuații și sisteme de ecuații liniare.	Clasa a VII-a (MD) – Ecuații liniare elementare și sisteme simple.	Itemii de tip ecuații pot fi folosiți pentru diagnostic și formare; pentru MD.
Clasa a VII-a (RO) – Elemente de organizare a datelor (statistică elementară).	Clasa a VII-a (MD) – Colectare și reprezentare a datelor; medii și frecvențe.	Se recomandă teste practice de interpretare grafică și calcul medii; compatibilitate totală.
Clasa a VII-a (RO) – Patrulater; Cercul; Asemănarea triunghiurilor; Relații metrice în triunghiul dreptunghic.	Clasa a VII-a (MD) – Geometrie plană: patrulater, proprietăți ale cercului, asemănare și relații metrice.	Itemii despre teoreme și aplicații sunt transferabili.
Clasa a VIII-a (RO) – Intervale de numere reale; Inecuații în $\mathbb{R}$; Calcul algebric în $\mathbb{R}$.	Clasele a VIII-a – a IX-a (MD) – Intervale, inecuații și calcule algebrice; partea avansată poate fi aprofundată în clasa a IX-a.	Pentru MD: etichetați itemii ca recomandare pentru clasa a VIII-a și/sau clasa a IX-a (dacă se dorește aprofundare).
Clasa a VIII-a (RO) – Funcții; introducere în funcția de grad I.	Clasele a VIII-a – a IX-a (MD) – Funcții (proporționalitate și funcția de grad I), grafice în VIII și aprofundare în IX.	Itemii privind funcțiile pot fi folosiți în a VIII-a (introducere) sau a IX-a (aplicații complexe). Etichetare duală recomandată.
Clasa a VIII-a (RO) – Elemente ale geometriei în spațiu; Aree și volume ale unor corpuri geometrice.	Clasele a VIII-a – a IX-a (MD) – Geometrie spațială și calcule de arie/volum; aprofundare în IX.	Materialele pentru arie/volum pot fi atribuite la finalul gimnaziului în MD; Trebuie verificate notațiile și unitățile de măsură.

Această strategie de codificare și aliniere RO/MD a permis maparea directă a conținuturilor pe cele două curricula, oferind profesorilor din Republica Moldova posibilitatea de a utiliza aceleași resurse în funcție de ordinea de predare specifică sistemului lor. Această caracteristică conferă lucrării un caracter transfrontalier și o utilitate practică extinsă, făcând-o un instrument valid și aplicabil pentru profesorii și elevii din ambele țări.

2.3.5. Realizarea cursului prototip „Matematica Gimnazială Bacău” pe Moodle

În cadrul prezentei cercetări, realizarea, implementarea, testarea și validarea SSI și REDI au fost desfășurate pe platforma oficială Moodle a Universității de Stat din Moldova, prin intermediul cursului electronic dedicat „Matematica Gimnazială Bacău” (Brănoaea & Bragaru, 2024). Această opțiune este justificată atât pe calitatea infrastructurii existente și pe compatibilitatea tehnologică cu cerințele tezei, cât și pe statutul autorului ca student-doctorand al USM, care permite accesul deplin la funcționalitățile de configurare, încărcare și testare avansată a pluginului STACK. În acest context, administratorul platformei Moodle de la USM a oferit tot sprijinul tehnic necesar pentru instalarea și configurarea completă a pluginului STACK și pentru accesul la date statistice relevante. Totodată, pentru cercetarea practică în Școala Gimnazială Nr. 10 Bacău, România, unde nu este posibilă instalarea și utilizarea platformei Moodle, este realizat site-ul proprietar/de autor *mathmentor.ro*. Realizarea SSI valorifică un ecosistem software complet open-source, adaptat pentru a oferi flexibilitate, automatizare și interactivitate în toate etapele procesului de predare–învățare–evaluare. Sistemul informatic utilizat în cadrul cercetării este protejat prin drept de autor și înregistrat la AGEPI (Brănoaea & Bragaru, 2025c).

Crearea cursului „Matematica Gimnazială Bacău” a fost o etapă strategică în testarea și rafinarea funcționalităților, fiind gândit ca un spațiu educațional digital integrator, adaptat nevoilor învățării matematicii în gimnaziu. În cadrul etapei de proiectare a cursului „Matematica Gimnazială Bacău” pe platforma Moodle a Universității de Stat din Moldova, au fost respectate și operaționalizate în mod riguros toate sugestiile metodologice formulate în Programa Școlară pentru Matematică – clasele V–VIII (OMEN 3393/2017). Alinierea structurii cursului la curriculum garantează compatibilitatea curriculară, relevanța pedagogică și validitatea educațională a conținutului digital implementat.

Cursul este structurat în patru secțiuni principale, conform etapelor de dezvoltare cognitivă și a progresului curricular:

- Clasa a V-a – Numere naturale (operații cu numere naturale, divizibilitatea numerelor naturale); Frații ordinare și fracții zecimale; Elemente de geometrie și unități de măsură.

- Clasa a VI-a – Mulțimi; Mulțimea numerelor naturale; Rapoarte și proporții; Mulțimea numerelor întregi; Mulțimea numerelor raționale; Noțiuni geometrice fundamentale; Cercul; Triunghiul.
- Clasa a VII-a – Mulțimea numerelor reale; Ecuații și sisteme de ecuații liniare; Elemente de organizare a datelor; Patrulaterul; Cercul; Asemănarea triunghiurilor; Relații metrice în triunghiul dreptunghic.
- Clasa a VIII-a – Intervale de numere reale; Inecuații în $\mathbb{R}$; Calcul algebric în $\mathbb{R}$; Funcții, Elemente ale geometriei în spațiu; Arii și volume ale unor corpuri geometrice.

Această structurare modulară a permis organizarea sarcinilor educaționale conform specificului fiecărei familii de probleme, facilitând o învățare controlată, progresivă și adaptivă. Banca de itemi este construită pe baza curriculumului oficial, respectând *Ghidul metodologic EduCred (2021)*, și asigură o acoperire echilibrată a competențelor *generale CG1–CG6, e.g.*:

1. Identificarea unor date, mărimi și relații matematice în contextul în care acestea apar.
2. Prelucrarea unor date matematice de tip cantitativ, calitativ, structural cuprinse în diverse surse informaționale.
3. Utilizarea conceptelor și a algoritmilor specifici în diverse contexte matematice.
4. Exprimarea în limbajul specific matematicii a informațiilor, concluziilor și demersurilor de rezolvare pentru o situație dată.
5. Analizarea caracteristicilor matematice ale unei situații date.
6. Modelarea matematică a unei situații date, prin integrarea achizițiilor din diferite domenii.

Cursul digital realizat pe platforma Moodle reflectă conținutul băncii de itemi și al bateriei de teste pentru disciplina Matematică, ciclul gimnazial. Cantitativ, cursul conține 3 glosare tematice specifice domeniilor algebră, geometrie plană și geometrie în spațiu, 28 de dosare teoretice, grupate pe unități de învățare, 12 instrumente externe interactive cu linkuri către aplicații create de autoare pe platformele GeoGebra, Wordwall, Liveworksheets, 20 de jocuri Moodle, utilizate pentru consolidare, recapitulare și motivare, 8 activități H5P de tip *quiz interactiv parametrizat*, 755 de itemi *de (auto) evaluare și antrenament*, o baterie de 35 de e-teste pentru evaluarea și 2 sondaje de opinie adresate elevilor și cadrelor didactice.

2.3.6. Strategii didactice interactive: glosare tematice și jocuri educaționale Moodle

În cadrul prezentei cercetări, învățarea este privită ca un proces conștient, progresiv și organizat, prin care elevii dobândesc cunoștințe, abilități, atitudini și competențe. Învățarea centrată pe elev presupune implicarea activă a acestuia în construirea propriilor cunoștințe (Cojocariu, 2012). Datorită evoluției tehnologiilor digitale, și-au făcut apariția mai multe modalități de învățare (a se vedea Tabelul 2.5).

Tabelul 2.5. Modalități de învățare (după Sarker et al., 2019)

Tip de învățare	Descriere succintă
Învățare colaborativă.	Presupune învățarea în echipă, indiferent de timp sau locație, în cadrul căreia elevii pot comunica atât cu colegii lor, cât și cu profesorii.
Învățare mixtă (Blended learning).	Combină metodele tradiționale cu utilizarea tehnologiilor în sala de clasă.
Învățare inversată (Flipped Learning).	Elevii utilizează dispozitivele digitale în scopul învățării în timpul orelor școlare, astfel încât acasă să poată accesa informațiile ori de câte ori au nevoie.
Învățarea electronică (e-learning).	Se referă la învățarea cu ajutorul calculatorului conectat la internet.
Învățare digitală (D-learning).	Favorizează învățarea în ritm propriu, în orice loc și la orice oră. Folosind dispozitive digitale și accesând diverse resurse educaționale create de profesori sau disponibile pe platforme online
Învățare mobilă (M-learning).	Are la bază utilizarea dispozitivelor portabile precum telefoane, tablete etc. pentru însușirea de informații.
Învățare omniprezentă (U-learning).	Reprezintă evoluția conceptelor de e-learning și m-learning, presupunând învățarea continuă, în orice loc și moment, pe baza conectării dispozitivelor electronice la o rețea de comunicare.

În concordanță cu modalitățile de învățare prezentate anterior, activitățile și resursele integrate în platforma Moodle pot susține atât accesul flexibil la informație, cât și participarea activă a elevilor în procesul educațional. Astfel, una dintre resursele relevante utilizate în cadrul cursului digital este activitatea „Glosar”, esențială pentru organizarea conceptelor-cheie ale unui curs și consolidarea achizițiilor cognitive ale elevilor. Cursul digital conține trei glosare generale dedicate principalelor domenii ale matematicii predate la gimnaziu: Algebră, Geometrie plană și Geometrie în spațiu. Aceste glosare au rolul de a sprijini toate tipurile de învățare prezentate în Tabelul 2.5 și de a oferi elevilor o bază terminologică coerentă, accesibilă direct din cadrul fiecărei teme sau activități Moodle. Termenii și definițiile pot fi preluați din suporturi de curs existente, sub formă de fișiere Microsoft Word sau Microsoft Excel și structurați într-un tabel cu două coloane: termen și definiție. În cazul lipsei acestora, realizarea tabelului este trivială prin operațiuni de copiere și completare.

Tabelul poate fi convertit rapid în format XML prin aplicații online dedicate. Procesul presupune selectarea conținutului tabelului, generarea fișierului XML, copierea rezultatului într-un editor de text și salvarea în codificare UTF-8. Fișierul obținut poate fi importat direct în Moodle prin funcția „Importare intrări”, care creează automat intrările în glosar. Pașii de creare sunt:

Pagina principală Moodle → Curs → Adaugă activitate sau resursă → Glosar → Configurarea titlului, descrierii și tipului de glosar → Setarea permisiunilor pentru adăugarea și aprobarea termenilor, comentariilor și evaluării.

Activarea opțiunii „*Automatically link glossary entries*” permite crearea automată a linkurilor către definiții oriunde apar termenii în curs, oferind acces rapid la explicații și posibilitatea monitorizării utilizării acestora de către cursanți în forumuri sau comentarii. Glosarele pot fi direct utilizate în activități interactive, cu sau fără notare, sau pentru generarea jocurilor educaționale. Dintre cele mai frecvente moduri de utilizare a unui glosar merită menționate *activitățile de colaborare*, prin care:

- Se poate cere cursanților crearea unuia sau mai multor glosare comune, cu o notă pentru un minimum stabilit. De exemplu, fiecare membru al grupei a fost desemnat să contribuie cu un termen, o definiție pe o temă dată sau comentarii la definițiile trimise;.
- Definițiile și termenii glosarului pot fi propuse spre evaluare reciprocă și comentare de către studenți cu o notă conform unui barem prestabilit;.
- Definițiile cele mai bune acceptate de tutore/conceptele-cheie pot fi propuse spre dezbateri în echipe ca teme de seminar/discuții în forumuri tematice sau săptămânale.

Implicarea elevilor în procesul de creare și perfecționare a definițiilor unui glosar, dezbateri conceptelor-cheie îi ajută în mare măsură la înțelegerea profundă a acestora și la folosirea lor adecvată.

Pachetul H5P, inclus în SSI, reprezintă un cadru software open-source care permite crearea, editarea și utilizarea repetată a conținutului educațional interactiv în format HTML5, precum prezentări interactive, quiz-uri, jocuri educaționale, videoclipuri adnotate și exerciții de tip drag-and-drop, rulabile direct în platforme de e-learning, inclusiv Moodle, fără a necesita cunoștințe avansate de programare.

Jocurile educaționale incluse în cursul digital realizat sunt concepute ca resurse interactive de tip *game-based learning* (a se vedea Anexa 2.2). Acestea sunt dezvoltate pe două direcții metodice principale: pe baza glosarelor sau pe baza Băncii de Itemi/BDI. Jocurile de tip *Crossword*, *Hangman*, *Cryptex*, *Snakes and Ladders* și *Sudoku* utilizează baza de termeni din Glosarele generale de Algebră, Geometrie plană și Geometrie în spațiu.

Etapile principale de realizare au vizat:

- Adăugarea activităților de tip Game (Millionaire, Crossword, Hangman etc.).
- Selectarea sursei de itemi.
- Configurarea parametrilor: dificultate, număr de întrebări, timp per întrebare.
- Activarea feedbackului automat.

Acestea sunt activități de consolidare a cunoștințelor teoretice, bazate pe definiții și reguli conceptuale, nu pe calcule numerice. Ele sprijină *recunoașterea relațiilor dintre concepte*, *dezvoltarea gândirii logice și formarea competențelor cognitive superioare* prin joc.

- Crossword (rebusuri și integrame): elevul introduce în câmpurile active termenul matematic corect, respectând ortografia completă (de exemplu, „dreaptă perpendiculară”, „unghi obtuz”). Feedbackul se afișează imediat („corect” / „mai verifică definiția”).
- Hangman: elevul „ghicește” literele termenului-țintă, bazându-se pe definiția afișată. La fiecare alegere greșită, un element grafic se adaugă, păstrând caracterul ludic al activității.
- Cryptex: elevul trebuie să „descifreze” termenul corect într-o grilă circulară, prin rotații de litere – exercițiu care dezvoltă memoria vizuală și asocierea logică.
- În cazul Snakes and Ladders, progresul pe tablă depinde de răspunsul corect la întrebările cu concepte și definiții teoretice.
- În Sudoku, elevul completează câmpurile conform regulilor de asociere logică între noțiuni (e.g. laturi, unghiuri, axe, figuri), antrenând gândirea spațială și relațiile conceptuale.

Activitățile urmăresc consolidarea vocabularului matematic și recunoașterea conceptuală: elevul trebuie să introducă termenul corect din definiția oferită automat. Aceste jocuri sprijină dezvoltarea competenței de comunicare științifică și a preciziei în utilizarea limbajului matematic (Brănoaea et al., 2025).

Jocurile de tip *Crossword (Cuvinte încrucișate)* sunt construite pe baza glosarelor, iar Jocul *Millionaire (Vrei să fii milionar?)* a fost generat fie din itemii BDI cu o singură variantă de răspuns corect, fie din teste tematice, inclusiv din itemi parametrizați. La fiecare rulare valorile numerice se modifică automat, astfel încât elevul primește mereu o variantă nouă/unică de exercițiu, evitând plictiseala și memorarea mecanică. Din practica prezentei cercetări, o colecție tematică suficientă pentru generarea de la câteva sute la câteva mii de itemi a câte 3-4 alternative va conține între 10- și 30 de itemi atomari cu răspuns scurt (Brănoaea et al., 2025).

Pentru a simplifica alegerea, vom ilustra calcule pentru colecții de 10, 20 și 30 de itemi. Numărul combinațiilor diferite posibile pentru un item de *potrivire a răspunsurilor scurte generate aleatoriu* generate din n variante luate câte k este determinat de formula: $C(n, k) = \frac{n!}{k!(n-k)!}$.

De exemplu, pentru un item generat dintr-o colecție de 10 itemi atomari luați câte patru, numărul de combinații posibile va fi: $C(10, 4) = 10!/(4! \cdot 6!) = 3628800/17.280 = 210$.

Pentru același item generat din 20 va fi $C(20, 4) = 20!/(4! \cdot 16!) = 4845$, iar din 30 – $C(30, 4) = 30!/(4! \cdot 26!) = 657720$. Aceste numere fac irațională fraudarea prin pregătirea de copii/colectarea răspunsurilor corecte chiar și pentru generarea din 10 câte 4 variante. Astfel, cursantului îi este mult mai ușor să învețe decât să colecteze mii de răspunsuri la un item și să-l identifice pe cel potrivit.

Colecțiile de itemi atomari cu răspuns scurt pot fi utilizate și pentru generarea jocurilor de tip cuvinte încrucișate. Dacă din aceeași colecție de 20 de itemi se vor genera cuvinte încrucișate a câte 15, atunci numărul de combinații posibile va fi de ordinul zecilor de mii: $C(20, 15) = 20!/(15! \cdot 5!) = 15504$. Dacă colecția are 30 de itemi $C(30, 15) = 30!/(15! \cdot 15!) = 155117520$. Pentru un joc generat în baza a 100 de obiecte cu alegerea aleatorie a 15 obiecte numărul total de variante diferite este de circa $2,5 \cdot 10^{17}$.

Conform calculelor efectuate, se poate concluziona că numărul de combinații de itemi este suficient de mare pentru a combate ideea de colectare a răspunsurilor posibile. Astfel, evaluările pot fi standardizate și utilizate în mod repetat, practic pentru orice număr de elevi ai unei sau mai multor școli. Inclusiv pentru teste intermediare și finale numărul variantelor posibile este suficient de mare pentru a asigura exemplare diferite într-o evaluare sincronă a sute-mii de respondenți și a preveni fraudarea prin copii/fișici pregătite în prealabil (Bragaru, et al., 2026).

Fiecare activitate a fost configurată în Moodle prin modulele *Game plugin* și *Quiz activity*, integrate cu BDI, permițând utilizarea repetată și îmbunătățirea continuă a acestora. Designul lor a fost calibrat în funcție de vârsta și nivelul cognitiv al elevilor, urmărind o creștere graduală a complexității între clasa a V-a și clasa a VIII-a (Brănoaea, 2025e). Toate activitățile de tip joc includ următoarele funcționalități:

- Feedback instant după fiecare item, cu explicații suplimentare (definiții, reguli, demonstrații);).
- Mesaje adaptive („excelent!”, „verifică regula în manual!”, „mai încearcă o dată!”);!).
- Rapoarte de progres – Moodle înregistrează timpul de joc, numărul de încercări și scorul final în *Gradebook*, utile pentru stimularea competitivității și creșterea motivației.

În cadrul prezentei cercetări, pentru obținerea performanțelor dorite, autoevaluarea este considerată prioritară față de evaluarea finală certificativă. În acest sens, e-testele variabile, construite pe baza unor modele unice de itemi și integrate în sistemul suport inteligent, se dovedesc deosebit de utile pentru susținerea autoevaluării formative continue, desfășurată pe parcursul proceselor de predare–(auto)învățare–(auto)evaluare.

2.3.7. Caracterizarea bateriei de teste

În cadrul prezentei cercetări, scopul principal al bateriei de e-teste constă în evaluarea comprehensivă a nivelului de performanță al elevilor în domeniile fundamentale ale matematicii gimnaziale – algebră, geometrie plană și geometrie spațială – prin verificarea simultană a cunoștințelor teoretice, a competențelor algoritmice și a capacității de aplicare a teoremelor și formulelor în contexte variate (*Brănoaea, 2025f; Cao, 2022*).

Bateria de teste este concepută ca un instrument pedagogic dinamic, orientat nu doar spre măsurare, ci și spre sprijinirea învățării profunde, stimularea gândirii logice și asigurarea unei evaluări echitabile, reproductibile și adaptate diversității cognitive a elevilor din eșantionul analizat, prin:

- Diversitatea și complementaritatea sarcinilor de evaluare.
- Randomizarea controlată a datelor numerice.
- Structurarea logică și secvențială a rezolvărilor (*Black & Wiliam, 1998; Brănoaea, 2025a*).

Construcția testelor începe cu definirea structurii, prin stabilirea scopului evaluării (diagnostic, formativ, sumativ sau de certificare), a competențelor vizate și a blueprint-ului testului, care include unitățile de învățare, tipurile de itemi (MCQ, numeric, Cloze, STACK, Essay), nivelurile de dificultate și punctajul maxim. În această etapă se definesc și instrucțiunile pentru elevi și tipul de feedback oferit, asigurând coerența evaluării cu obiectivele curriculare (*Bragaru & Arnăut, 2017; Brănoaea, 2025f*).

Testele sunt implementate în platforma Moodle prin activitatea „Quiz”, unde se configurează titlul, descrierea, numărul de încercări, ordinea întrebărilor (de regulă aleatorie), penalizările, timpul limită, vizibilitatea notelor și alți parametri specifici. Sarcinile concrete sunt adăugate manual din BDI, prin filtrare, selecție și poziționare, iar includerea itemilor în mod aleatoriu se realizează prin selectarea categoriilor corespunzătoare, cu sau fără aplicarea unor condiții (de exemplu, tip item, cod item etc.). Această abordare respectă organizarea tematică și blueprint-ul testului, contribuind la variabilitatea și personalizarea evaluării (*Astafieva et al., 2024; Bragaru, 2010*).

Pentru itemii subiectivi, sunt definite rubrici clare, care permit alocarea punctajului diferențiat pe pași logici, integrându-se în STACK pentru feedback adaptiv. Feedbackul adaptiv, imediat sau decalat, furnizează îndrumări personalizate în funcție de tipul erorii și poate include resurse suplimentare, astfel transformând testul într-un instrument activ de învățare (Barana et al., 2021; Brănoaea, 2025d). Bateria de teste elaborată în cadrul cursului „Matematica Gimnazială” pe platforma Moodle este structurată intuitiv, precum se poate vedea în Tabelul 2.6 și Anexa 2.1.

Tabelul 2.6. Conținutul bateriei de teste

Clasa/ Număr total e-teste	Tipuri de teste	Număr și procent	Unități de conținut vizat
Clasa a V-a 11 teste	Teste de evaluare	4 (36 %)	Operații cu numere naturale; Unghiuri; Lungime–arie–volum (100 %).
	Teste de fixare / consolidare	3 (27 %)	Puteri; Divizibilitate; Frații ordinare.
	Teste de antrenament	4 (36 %)	Metode aritmetice; Frații zecimale; Unități de măsură; Relații puncte–drepte.
	Teste parametrizate 100 %	2 teste	Operații cu fracții zecimale; Lungime–arie–volum.
Clasa a VI-a 10 teste	Teste de evaluare	6 (60 %)	Mulțimi; Divizibilitate; Operații cu numere raționale (100 %); Cercul; Triunghiuri.
	Teste de fixare / consolidare	1 (10 %)	Rapoarte și proporții.
	Teste de antrenament	3 (30 %)	Numere întregi; Numere raționale; Linii importante în triunghi.
	Parametrizate 100 %	1 test	Operații cu numere raționale.
Clasa a VII-a 6 teste	Teste de evaluare	4 (67 %)	Numere reale (100 %); Arie–perimetru (100 %); Poligoane regulate (100 %); Trigonometrie.
	Teste de fixare / consolidare	2 (33 %)	Ecuatii și sisteme; Organizarea datelor în sistem ortogonal.
	Parametrizate 100 %	3 teste	Numere reale; Arie–perimetru; Poligoane regulate.
Clasa a VIII-a 8 teste	Teste de evaluare	6 (75 %)	Intervalele numerelor reale; Calcul algebric; Ecuația de grad II; Funcția de grad I; Aree și volume geometrice.
	Teste de antrenament teoretic	2 (25 %)	Punct–dreaptă–plan; Paralelism și perpendicularitate în spațiu.
	Parametrizate 100 %	6 teste	Toate testele de calcul algebric și geometrie în spațiu.

Astfel, bateria de e-teste include diverse tipuri de teste (tematice, intermediare, de antrenament și finale) în funcție de scopul/tipul evaluării (formative și sumative) și este concepută astfel încât să ofere o evaluare obiectivă, să asigure o măsurare echitabilă, reproductibilă, cu feedback imediat, contribuind la îmbunătățirea procesului de învățare.

Cele 35 de modele de e-teste sunt grupate pe clase și domenii de conținut, iar fiecare categorie (colecție, set) de itemi în BDI este etichetată cu denumirea explicită a unității de învățare, ceea ce facilitează selecția și aplicarea de către diferite cadre didactice din diferite sisteme de învățământ. Specificația bateriei de e-teste reprezintă un set de cerințe și principii care ghidează dezvoltarea și implementarea testelor online, asigurându-se că acestea sunt eficiente și relevante pentru evaluarea cunoștințelor elevilor. Designul unui e-test are structura pe trei niveluri (nivelul I - itemi clasici de complexitate mică pentru nota 5-6, nivelul II - itemi clasici sau numeric, de complexitate medie pentru nota 7-8 și nivelul III- itemi de complexitate mare de tip calculat sau STACK&WIRIS, pentru nota 9-10) (*a se vedea Tabelul 2.7*).

Tabelul 2.7. Cota fiecărui tip de item în test raportat la scopul didactic

Tip + scop test	Tipuri de itemi incluși în test și cota procentuală					
	A/F	Alegere multiplă	Cloze/ completare	Numeric	Calculat	STACK
	%	%	%			
Formativ	20%	20%	25%	10%	10%	5%
Simulare	10%	15%	25%	20%	20%	10%
Evaluare	-	10%	20%	25%	25%	20%

Conținutul testelor sumative este construit riguros, urmărind acoperirea integrală a competențelor generale și specifice precizate în programa școlară pentru gimnaziu și este corelat cu unitățile de învățare parcurse în întregime până la momentul intervenției. În testele de evaluare intermediară sau finală nu se recomandă includerea a mai mult de 10-20% dintre itemii clasici care deja au participat la testele de antrenament sau autoevaluări. Acest lucru poate fi controlat la generarea monitorizată a testelor, bazată pe filtrarea cu ajutorul expresiilor regulate aplicate asupra codului/numelui itemului. Toate cele 35 de teste, realizate și aplicate elevilor, sunt generate automat, prin selecția strategică a REDI din banca de întrebări, asigurând diversitatea variantelor, unicitate, corectare automată, adaptabilitate, relevanță pedagogică și echitatea procesului de evaluare. În cazul itemilor clasici, pentru reducerea riscului de fraudă se utilizează funcțiile de amestecare a întrebărilor și de limitare a timpului disponibil pentru fiecare răspuns. Fiecare test include un feedback general predefinit, raportat la nota obținută de elev (sub 5; între 5–7; între 7–8,5; respectiv 8,5–10), iar fiecare item are asociat un feedback specific și, individualizat. Testele de antrenament au fost setate cu maximum trei încercări succesive, fără condiție de promovare, în timp ce testele sumative au avut o singură încercare, durata de lucru de 45 de minute și prag de promovare stabilit la nota 5, respectând condițiile unui test tradițional pe hârtie. Însă toate aceste setări, inclusiv cota itemilor incluși în test, sunt la discreția profesorului.

Înainte de publicare, testul se verifică prin Preview, după care se setează accesul, termenii etc. și se realizează urmărirea progresului elevilor, inclusiv vizualizarea detaliată a răspunsurilor în cadrul unor încercări, dacă apare necesitatea. După finalizare, rezultatele sunt colectate și analizate pentru a evalua dificultatea, discriminarea și erorile frecvente, generând rapoarte individuale și grupale, ceea ce permite ajustarea rubricilor, recalibrarea algoritmilor de evaluare și optimizarea feedbackului. Prin utilizarea acestei metodologii, testele devin instrumente eficiente de evaluare formativă și sumativă, permit scalabilitate și personalizare, reduc subiectivitatea și timpul de corectare, și sprijină dezvoltarea autonomiei elevilor, stimulând gândirea logică, competențele digitale și motivația în învățare.

O particularitate distinctivă a acestei baterii de teste constă în testele parametrizate 100%, care permit generarea automată a unui număr nelimitat de variante, asigurând echitate, reducerea riscului de fraudă și un proces de învățare personalizat. Dintre cele 35 de e-teste, 12 teste (34%) conțin exclusiv itemi parametrizați. Testele parametrizate 100% sunt concepute cu scopul de a asigura *unicitatea modelului sarcinii și variabilitatea itemilor, corectitudine, adaptabilitate și relevanță pedagogică*. Sunt folosite exclusiv două tipuri de itemi digitali integrați în asemenea teste: Calculat și STACK, fiecare cu funcționalități specifice de evaluare. Caracteristici tehnice și pedagogice ale testelor parametrizate 100% sunt descrise în continuare.

(1) În cazul parametrizării complete și controlate, fiecare întrebare din teste este generată automat, cu valori aleatoare în intervale prestabilite, pentru a asigura unicitatea testelor și evitarea copierii sau memorării mecanice.

- Exemplu din algebră. În testul despre funcția de gradul I, funcția este generată automat sub forma $f(x) = ax + b$, cu a și b extrase aleatoriu din intervale prestabilite, e.g. $a \in [-5, -1] \cup [1, 5]$, $b \in [-10, 10]$, evitând cazul $a = 0$.
- Exemplu din geometrie. În testele despre volume, dimensiunile corpurilor (raze, înălțimi, laturi) sunt parametrizate astfel, încât să respecte relații logice, e.g. *înălțimea piramidei > apotemă, diagonala calculabilă prin Teorema lui Pitagora în spațiu etc.*

(2) Evaluarea tuturor testelor se realizează complet automat, fără intervenție umană, ceea ce asigură obiectivitate și economie de timp pentru profesor.

- Itemii de tip Calculat sunt utilizați pentru întrebări cu răspuns numeric exact, e.g. calcule de arii, volume, valori funcționale. Sistemul permite o *toleranță numerică* configurabilă, e.g. $\pm 0,01$, evitând penalizări inutile din cauza rotunjirilor.
- Itemii de tip STACK sunt folosiți pentru evaluarea simbolică, e.g. expresii algebrice, ecuații, funcții.. Acest plugin permite *verificarea logică și validarea echivalențelor simbolice*, e.g. $x^2 + 4x + 4$ este echivalent cu $(x+2)^2$.

(3) Itemii STACK sunt configurați să ofere feedback detaliat, diferențiat și punctaj parțial, în funcție de tipul de greșeală comisă, pe baza arborelui de decizie integrat:

- Greșeală de semn $\rightarrow$ „*Verifică semnul în soluția ta.*”.
- Lipsa parantezelor $\rightarrow$ „*Este posibil ca parantezele lipsă să fi modificat ordinea operațiilor.*”.
- Greșeală în discriminant $\rightarrow$ „*Verifică formula $\Delta = b^2 - 4ac$.*”.

Pentru răspunsuri parțial corecte, e.g. formă greșită, dar calcul corect, sistemul acordă punctaj parțial, sprijinind *autoreglarea învățării*.

(4) Pentru a reduce suprasarcina cognitivă și a menține atenția elevului, fiecare întrebare din test este plasată pe o *pagină separată*, relevând o structură modulară a e-testelor. Elevul poate naviga pas cu pas între itemi folosind butoane clare, precum „Următorul”, „Înapoi” sau naviga liber prin tastarea numărului de item, poate relua testul în condiții controlate în funcție de setările temei și ale testului.

(5) Enunțurile itemilor sunt formulate clar și concis, fără ambiguități, iar în cazul itemilor de geometrie spațială sunt incluse descrieri explicite ale corpurilor și ale dimensiunilor relevante.

- De exemplu: „*O prismă regulată triunghiulară are baza cu latura $a = \dots$ și înălțimea $h = \dots$. Calculați volumul acesteia folosind formula corespunzătoare*”.
- În varianta pentru print sunt atașate schițe grafice simplificate pentru sprijin vizual.

(6) Itemii în BDI sunt organizați pe trei niveluri de dificultate, în conformitate cu taxonomiile cognitive aplicate în curriculumul național.

- Nivelul 1, procedural: calcule directe, e.g. $f(2)$ pentru $f(x)=3x-5$; sau $A = 2\pi rh$ pentru un cilindru.
- Nivelul 2, aplicativ: folosirea formulelor în contexte semi-problematic, e.g. determinarea coeficienților funcției care trece printr-un punct dat.
- Nivel 3, analitic: rezolvări simbolice, modelări sau raționamente combinate, e.g. funcția liniară care închide o arie sub grafic; calculul volumului unui trunchi de piramidă folosind diferența dintre două volume.

Prin aceste caracteristici, testele parametrizate 100% asigură *validitate pedagogică, accesibilitate tehnologică și echitate evaluativă*, oferind fiecărui elev o experiență personalizată, obiectivă și prietenoasă de testare, evitând plictiseala cauzată de repetarea itemilor cu aceleași valori și posibilitatea de fraudare prin copiate prealabile, dat fiind că nimeni nu poate cunoaște valorile parametrilor până în momentul în care testul este lansat pentru evaluare.

2.3.8. Implementarea SSI pe site-ul de autor *mathmentor.ro*

În prezent, în ciuda recomandărilor oficiale privind digitalizarea sistemului educațional, incluse în numeroase strategii europene și naționale, în sistemul public de învățământ preuniversitar din România nu există implementări active ale platformei Moodle. Chiar dacă platforma este de tip FOSS, fără costuri de licență și dintre cele mai utilizate la nivel global, Moodle este utilizată doar în unele dintre cele mai mari universități ale țării, contrar recomandărilor oficiale privind digitalizarea sistemului educațional, incluse în strategii europene și naționale care susțin utilizarea resurselor digitale deschise și a sistemelor de evaluare informatizată.

Ținând cont de acest fapt, până la momentul în care Moodle ar putea fi adoptată ca platformă educațională unificată la nivelul școlilor de stat, *mathmentor.ro* rămâne o *soluție fezabilă, funcțională, scalabilă și direct aplicabilă* pentru orice unitate de învățământ gimnazial sau liceal (Brănoaea, 2025c).

În contextul implementării funcționalităților dinamice în site-urile web bazate pe PHP și MySQL, metodologia propusă de Ullman (2018) oferă un cadru practic și clar structurat, utilizat în prezenta cercetare pentru dezvoltarea componentelor aplicației. Platforma este *complet operațională, sigură și ușor de extins*, este administrată de autorul tezei cu toate drepturile administrative (privilegii root) asupra infrastructurii serverului, având capacitatea de a gestiona fișierele aplicației, serviciile instalate, actualizările de sistem și setările de securitate. Pe de altă parte, acest site de autor permite consultarea și experimentarea gratuită solicitate de alte școli și profesori.

Dezvoltarea platformei a implicat parcurgerea unor etape concrete precum: scrierea codului sursă pentru site, configurarea arhitecturii software pe baza unui Sistem de Management al Conținutului (*Content Management System-CMS*), educațional open-source Moodle, gestionarea bazei de date, inclusiv structura cursurilor, itemii de evaluare și înregistrările progresului; optimizarea experienței utilizatorului prin personalizarea temelor vizuale și a interfeței grafice și implementarea securității aplicației web, cu protocoale HTTPS și configurări de firewall și backup automatizat. Fragmente reprezentative din codul sursă, comenzile de instalare și log-urile de configurare sunt prezentate în *Anexa 1*.

Implementarea platformei *mathmentor.ro* este bazată pe o strategie informatică fundamentată științific, având ca principii directoare cele expuse în continuare:

- (1) Utilizarea software-ului liber și open-source (FOSS).
- (2) Respectarea standardelor de interoperabilitate educațională (IMS, SCORM, LTI).
- (3) Sustenabilitatea și scalabilitatea sistemului în context educațional.
- (4) Reproducibilitatea rezultatelor în cadrul cercetării academice.

Această abordare asigură independența față de soluții comerciale, control deplin asupra codului-sursă și posibilitatea documentării detaliate a procesului.

Instrumentul de lucru utilizat pentru instalarea și administrarea sistemului a fost MobaXterm Personal Edition v25.2, ales datorită caracterului său *all-in-one*, integrând într-un singur mediu:

- Clientul SSH (Secure Shell) pentru conexiuni criptate la serverul Linux.
- Clientul SFTP (Secure File Transfer Protocol) pentru transferul fișierelor.
- Emulatorul de terminal UNIX (sistem de operare multi-utilizator, predecesor al Linux, utilizat în infrastructuri server), cu suport Bash, Zsh și scriptare.
- Editorul de text integrat pentru modificarea fișierelor de configurare (e.g. Config.php, php.ini).
- Browserul de fișiere cu sincronizare automată între stația locală și serverul cloud.
- Suportul pentru X11 forwarding, util în aplicații cu interfață grafică.

Conectarea la serverul cloud se efectuează prin comanda:

```
ssh root@[adresa_IP_server]
```

Ulterior, sistemul Ubuntu a fost actualizat și au fost instalate pachetele de bază pentru infrastructura web:

```
sudo apt update && sudo apt upgrade -RED
```

```
sudo apt install apache2 mariadb-server php libapache2-mod-php php-xml php-mbstring php-curl  
php-zip php-gd unzip -RED
```

Crearea site-ului, instalarea Moodle și extensiilor aferente au fost realizate utilizând un set de limbaje de programare complementare, selectate în funcție de rolul lor în arhitectura sistemului și enumerate în Tabelul 2.8.

Tabelul 2.8. Limbajele de programare utilizate în dezvoltarea site-ului mathmentor.ro

Limbaaj	Nivel	Rol principal
PHP 8.1	server-side	Limbaaj principal de execuție Moodle (cod logic, validare, API REST).
SQL (MariaDB)	server-side	Structurare și interogare a bazelor de date (stocarea utilizatorilor, cursurilor, logurilor).
HTML5	client-side	Structurarea conținutului și afișarea interfețelor web.
CSS3 / SCSS	client-side	Personalizarea vizuală a temei Moove (paletă cromatică, layout).
JavaScript / jQuery	client-side	Dinamizarea interfeței, validare asincronă și manipularea DOM.
Bash Script	sistem	Automatizare instalare pluginuri, backupuri și configurări inițiale.
Maxima CAS	symbolic math engine	Evaluarea simbolică în pluginul STACK pentru itemii matematici parametrizați.

Alegerea mediului MobaXterm, a limbajelor PHP–SQL–Bash și a infrastructurii LAMP–FOSS nu este întâmplătoare. Alegerea derivă din standardele internaționale de dezvoltare a aplicațiilor educaționale deschise și cerințele de interoperabilitate ale platformei Moodle și principiile etice și științifice privind *transparența, sustenabilitatea și reproductibilitatea* cercetării. Față de alternative precum *PuTTY*, *WinSCP* sau *Termius*, MobaXterm oferă un avantaj prin interfața unificată, suportul complet pentru comenzi GNU/Linux (sistem de operare liber compatibil cu UNIX, utilizat în distribuțiile Linux), compatibilitatea multiplatformă (Windows și Windows Subsystem for Linux), stabilitate și consum redus de resurse. Aceasta asigură interoperabilitatea între straturile aplicației *frontend-backend-bază de date* și susține *principiul separării preocupărilor (SoC)*, garantând extensibilitatea sistemului în faze viitoare de cercetare.

Arhitectura clasică LAMP (*Linux – Apache – MariaDB – PHP*) este recunoscută în mediul academic și industrial pentru: stabilitate și compatibilitate cu Moodle, *care este nativ construit pe PHP și MariaDB*, plus ușurința în configurare, mentenanță și performanță optimă pentru aplicații web educaționale. Această strategie respectă principiile software-ului liber și open-source/FOSS, permite auditarea completă a codului-sursă (transparență științifică), distribuirea și replicarea sistemului în alte instituții educaționale fără costuri de licențiere și adaptarea permanentă la evoluțiile curriculare și tehnologice. Astfel, mathmentor.ro nu doar că este un exemplu aplicativ al conceptului de educație digitalizată deschisă bazată pe resurse software gratuite, ci și dovadă reală a fezabilității și sustenabilității.

Pentru asigurarea identității digitale a sistemului și garantarea stabilității juridice, domeniul mathmentor.ro este înregistrat oficial la Registrul Național al Domeniilor din România .ro (ROTLD) (*a se vedea Anexa 6.3*). Procesul a fost realizat prin parcurgerea următoarelor etape:

- Rezervarea domeniului prin furnizor acreditat (Hetzner gmbh).
- Alocarea serverului virtual dedicat (CX22).
- Configurarea DNS (Domain Name System) – sistem de traducere a numelor de domeniu și asocierea cu IP static.
- Activarea serviciului de securizare HTTPS (Certbot – Let’s Encrypt).
- Testarea integrității și a timpului de răspuns prin instrumentele Pingdom și GTmetrix.

Pentru identitatea digitală a sistemului, a fost achiziționat domeniul *mathmentor.ro*, asociat unei mașini virtuale (Virtual Machine) utilizată pentru rularea de sisteme de operare izolate în infrastructuri cloud), configurate cu:

- Sistemul de operare: *Ubuntu 22.04 LTS*.
- Resurse hardware: *2 vCPU, 4 GB RAM, 40 GB SSD*.
- IPv4 static (mască pentru confidențialitate).

Pentru securizarea comunicațiilor HTTPS, a fost generat un certificat SSL/TLS prin *Let's Encrypt (Certbot)*. Această etapă asigură caracterul *oficial, public și persistent* al platformei, permițând indexarea sa în bazele de date educaționale și referință în bibliografii științifice.

Strategia de creare a site-ului este una *incrementală și modulară (a se vedea Anexa 1.2)*, iar securizarea este realizată prin aplicarea metodologiei OWASP, pentru identificarea și prevenirea vulnerabilităților web (*Bragaru & Darii, 2025*). Astfel, fiecare componentă (bază de date, interfață, plugin) a fost testată și validată separat, etapele de prototipizare și optimizare au fost realizate succesiv, iar modificările de cod și de configurație sunt documentate.

Baza de date dedicată platformei Moodle este creată în MariaDB, după schema:

```
sudo mysql -u root -p
CREATE DATABASE moodle DEFAULT CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE
utf8mb4_unicode_ci;
CREATE USER 'moodleuser'@'localhost' IDENTIFIED BY RED[parola_complexă]RED;
GRANT ALL PRIVILEGES ON moodle.* TO 'moodleuser'@'localhost';
FLUSH PRIVILEGES;
EXIT;
```

Directorul de stocare pentru fișierele Moodle (/var/RED/moodledata) a fost creat și configurat cu permisiuni adecvate:

```
sudo mkdir -p /var/RED/moodledata/temp/backup
sudo chown -R RED-data:RED-data /var/RED/moodledata
sudo chmod -R 777 /var/RED/moodledata
```

Platforma utilizată Moodle 4.1 LTS, a fost descărcată și instalată prin:

```
cd /var/RED/html
wget https://download.moodle.org/latest.zip
unzip latest.zip
sudo mv moodle /var/RED/html/
```

Configurația principală este definită în fișierul config.php:

```
$CFG->dbtype = 'mariadb';
$CFG->dbname = 'moodle';
$CFG->dbuser = 'moodleuser';
$CFG->dbpass = RED[parola_complexă]RED;
$CFG->wwwroot = 'https://mathmentor.ro';
$CFG->dataroot = RED/var/RED/moodledata';
```

Personalizarea interfeței grafice a constat în alegerea temei Moove datorită designului său modern și pentru integrarea naturală a modului de prezentare a secțiunilor. În cadrul acesteia, este configurată pagina de întâmpinare cu descrierea misiunii platformei MathMentor și acces rapid la ghidurile de utilizare. Schema de culori și identitatea vizuală sunt personalizate în fișierul *custom SCSS*, respectând principiile de ergonomie vizuală și branding educațional: *paletă albastru–cyan, fonturi sans-serif lizibile, logo*. Pentru a extinde funcționalitatea de bază a platformei Moodle, au fost instalate și configurate pluginuri open-source, cu roluri specifice în automatizarea evaluării, gamificare și integrare multimedia. Acestea se pot vedea în capturile de ecran din infrastructura serverului (MobaXterm, acces root) și din panoul de administrare Moodle al platformei mathmentor.ro (Administrare site – Plugins overview), prezentate în *Anexa 1.3*.

Configurarea serviciului SMTP (pentru comunicarea cu utilizatorii prin e-mail) a vizat gestionarea notificărilor și a mesajelor automate (resetări de parolă, confirmări, alerte curs). Astfel, a fost configurat un cont dedicat de tip Gmail, utilizând o parolă de aplicație generată conform regulilor Google Workspace. Setările finale din Administrare site → Server → E-mail → Setări e-mail, se pot vedea în Tabelul 2.9.

Tabelul 2.9. Setările serviciului de comunicare cu utilizatorii site-ului prin e-mail

Parametru	Valoare
Gazde SMTP	smtp.gmail.com:587
Securitate	TLS
Tip autentificare	LOGIN
Nume utilizator	[adresa_email]
Parolă aplicație	[token securizat generat de Google]
Adresă no-reply	noreply@mathmentor.ro
Prefix subiect	[MathMentor]

Testarea conexiunii a fost realizată cu succes, confirmând funcționalitatea canalului SMTP securizat pentru trimiterea mesajelor automate către utilizatori.

Cursul experimental „*Matematica gimnazială*” a fost importat din arhiva Moodle .mbz de pe site-ul USM, utilizând linia de comandă CLI (interfață în linie de comandă):

```
sudo -u RED-data /usr/bin/php /var/RED/html/admin/cli/restore_backup.php \
--file=/var/RED/moodledata/backup/restorefiles/backup-moodle-MathMentor-course-
antrenament_matematic_inteligent.mbz \
--categoryid=1
```

Crearea și implementarea platformei educaționale *mathmentor.ro* este rezultatul unui demers strategic orientat spre maximizarea eficienței pedagogice cu resurse financiare minime, într-un context educațional în care accesul la infrastructuri digitale performante este inegal distribuit între unitățile de învățământ din mediul preuniversitar românesc.

Faptul că Moodle este un software open-source elimină orice constrângere legată de licențiere sau acces restricționat la funcționalități esențiale. În plus, menținerea și actualizarea continuă a platformei se realizează într-un regim *low-maintenance*, prin utilizarea pluginurilor mature și a unui sistem de actualizare centralizat, caracteristici care reduc riscul de erori critice și asigură continuitatea activităților educaționale fără întreruperi semnificative. Toate drepturile patrimoniale și morale asupra SSI și conținutului educațional original REDI, inclusiv itemi, teste, glosare, structura cursului, arhitectura evaluărilor și modul de organizare a platformei *mathmentor.ro* aparțin integral autoarei prezentei teze, în calitate de unic proiectant, dezvoltator și administrator al sistemului. Platforma este concepută, instalată, configurată și personalizată exclusiv de către autoare, fără implicarea unor terți contractați sau a unor servicii externe de dezvoltare software. În dezvoltarea site-ului de autor au fost implementate bune practici OWASP privind validarea inputului, protecția sesiunilor și prevenirea atacurilor XSS și SQL injection (Bragaru & Darii, 2025). Controlul administrativ asupra platformei este exercitat în mod direct, prin acces SSH la nivel *root* asupra infrastructurii serverului, ceea ce confirmă autonomia tehnică totală în ceea ce privește gestionarea utilizatorilor, a conținutului, a pluginurilor, a actualizărilor și a politicilor de securitate (a se vedea *Anexele 1.1 și 1.2*). În forma actuală, platforma *mathmentor.ro* este oferită în mod gratuit, respectând principiile de acces liber la resurse educaționale digitale și promovând utilizarea REDI în scopuri didactice și de cercetare, fără restricții comerciale. Astfel, site-ul personal aduce o serie de avantaje cuantificabile:

- Acces universal și gratuit pentru orice profesor sau elev, indiferent de școala în care predă sau învață.
- Eliminarea discrepanțelor digitale dintre unitățile de învățământ din mediile urban/rural.
- Economii de timp substanțiale pentru profesori în generarea, corectarea și interpretarea testelor.
- Transparență și obiectivitate în evaluare, prin feedback automat și criterii prestabilite și scalabilitate ridicată, platforma putând acomoda simultan sute de utilizatori fără a necesita investiții proporțional crescute.

În acest context, *mathmentor.ro* nu reprezintă doar o platformă digitală funcțională, ci și un artefact științific documentat, care poate fi auditat, replicat și extins în cercetări viitoare din domeniul informaticii educaționale. Prin modul de concepere, dezvoltare și implementare, sistemul realizat poate constitui un reper la nivel național și, totodată, un punct de plecare pentru dezvoltarea unor platforme educaționale similare.

2.4. Analiza cost-beneficiu a implementării SSI într-o școală gimnazială tipică

În cadrul prezentei cercetări, analiza cost–beneficiu este utilizată ca metodă de evaluare a eficienței soluției propuse, având la bază compararea valorii estimate a beneficiilor cu costurile totale de implementare și operare, raportate la un orizont temporal de 5 ani, considerat adecvat pentru surprinderea stabilității costurilor, a uzurii tehnologice și a beneficiilor cumulative generate de implementare a SSI. Această abordare permite justificarea investițiilor prin raportarea lor la rezultate măsurabile, precum timpul economisit, performanța academică, eficiența administrativă sau gradul de echitate. În calcul a fost utilizată o rată de actualizare (discount rate) de 3% pe an, în concordanță cu recomandările metodologice OECD (2025) pentru proiecte educaționale de durată medie. Tabelul 2.10 sintetizează costurile estimative raportate la contextul fiscal-bugetar și normativ național aplicabil în perioada analizei (*Parlamentul României, 2025*).

Tabelul 2.10. Analiza cost–beneficiu a implementării SSI într-o școală gimnazială

Problemă identificată	Soluția oferită de SSI	Costuri estimative de implementare	Beneficii educaționale și instituționale
Fraudă și copiere la testele online.	Generare automată de itemi unici cu valori aleatorii, imposibil de replicat.	Software FOSS (cost 0); server educațional: 30–50 EUR lunar.	Evaluare antifraudă, obiectivă și scalabilă.
Memorare mecanică a răspunsurilor.	Itemi parametrizați, exerciții simbolice diferite pentru fiecare elev.	Timp inițial de configurare: 2–3 luni.	Dezvoltarea gândirii critice, reducerea învățării pasive.
Sarcină excesivă de corectare.	Corectare automată completă.	0 cost suplimentar după instalare.	Reducere > 90 % a timpului de corectare.
Lipsa feedbackului imediat și personalizat.	Feedback inteligent, pas cu pas, contextualizat.	Inclus în sistem.	Feedback 100 % pentru toți elevii, autoreglare în învățare.
Motivație scăzută a elevilor.	Teste adaptive, gamificare, certificate digitale.	0 cost suplimentar.	Creșterea motivației și a implicării active.
Evaluare ineficientă și întârziată.	Corectare simbolică automată și raportare imediată.	Server + formare (~ 500 RON/profesor).	Eliminarea întârzierilor, rapoarte formative automate.
Deficit de profesori calificați (10–30%).	Automatizarea verificării și centralizarea datelor.	Administrator IT 3–5 ore/lună.	Optimizarea normei didactice, eficiență.
Costuri recurente de evaluare (hârtie, logistică).	Evaluare integral digitală, fără consumabile.	Economie anuală ≈ 3000 RON/școală.	Sustenabilitate și eficiență administrativă.
Lipsa echității și a personalizării.	Adaptarea automată a nivelului sarcinii la contextul clasei de elevi.	0 cost suplimentar	Egalitate de șanse, evaluare personalizată.
Formare digitală insuficientă.	Ateliere pentru utilizarea Moodle și STACK.	500–1000 RON/profesor.	Competențe digitale transferabile și durabile.
Impact pe termen de 5 ani.	–	–	Creșterea calității testelor, reducerea timpului de evaluare, feedback imediat.
Raport global cost–beneficiu.	–	Investiție inițială ≈ 2500 EUR + 2000 RON formare.	Beneficii recuperabile prin automatizare și utilizare repetată.

Principalele ipoteze utilizate în analiza cost–beneficiu sunt:

- Sistemul SSI este implementat integral într-o singură instituție (fără costuri de licență).
- Cadrele didactice participă la un program inițial de formare și perfecționare.
- Serverul (fizic sau cloud) este partajat de întreaga instituție.
- REDI sunt reutilizabile în următorii ani, fără costuri de re-dezvoltare.
- Beneficiile indirecte (reducerea fraudei, creșterea motivației și a rezultatelor elevilor) sunt considerate nemonetizabile, dar se menționează în interpretarea calitativă.

Datele sunt raportate la o școală gimnazială urbană tipică (500 de elevi, 20 de clase, 4 profesori de matematică), pentru o perioadă de un an școlar, în conformitate cu prevederile Legii nr. 141/2025 (*Parlamentul României, 2025*). Estimările costurilor sunt exprimate în euro și lei, la valorile pieței din anul 2025, pe baza observărilor directe din cadrul implementării pilot din anul școlar 2024–2025 și a ofertelor comerciale de hosting educațional. Economia anuală de aproximativ 3.000 RON/școală reflectă eliminarea costurilor recurente ale evaluării tradiționale pe suport fizic: hârtie, toner, multiplicare și logistică de distribuire și colectare a lucrărilor, costuri direct cuantificabile și eliminate integral prin trecerea la evaluarea digitală. Distinct de această economie financiară directă, timpul eliberat prin corectarea automată — estimat la câteva sute de ore anual per instituție — nu generează economii salariale, întrucât norma didactică a profesorului rămâne fixă; în schimb, acest timp poate fi redirecționat în mod real spre activități cu valoare pedagogică superioară: proiectarea didactică, activitățile remediale individualizate și susținerea progresului elevilor, beneficii care, deși nemonetizabile direct, constituie un câștig calitativ esențial al implementării SSI. Costurile pot fi partajate între mai multe unități prin centralizarea infrastructurii, iar investiția inițială este compensată rapid prin eliminarea costurilor recurente menționate. În toate scenariile testate, valoarea ROI (Raportul dintre beneficiul net și costul total al investiției) este > 1 și valoarea actualizată netă a beneficiilor pe 5 ani este pozitivă, ceea ce confirmă sustenabilitatea financiară a SSI, care se aliniază integral cu *Strategia Națională pentru dezvoltarea și susținerea Centrelor de Inovare Digitală din România 2024–2027* (Guvernul României, 2024). Trebuie menționat faptul că realizarea unei analize economice exhaustive și pe deplin relevante necesită implicarea unor experți în domeniul proiectelor cu finanțare în educație, inclusiv în ceea ce privește mecanismele de implementare, scalare și sustenabilitate financiară, aspecte care depășesc obiectivele și limitele prezentei teze de doctorat.

În acest context, având în vedere dinamica accelerată a creșterii prețurilor la nivel național și internațional, analiza cost–beneficiu realizată trebuie interpretată ca o etapă incipientă, orientativă, supusă unor ajustări ulterioare în funcție de evoluțiile economice și de condițiile concrete de implementare.

2.5. Concluzii ale capitolului 2

Capitolul 2 operaționalizează fundamentele teoretice prezentate anterior prin proiectarea, dezvoltarea și implementarea modelului didactic bazat pe Sistemul Suport Inteligent, demonstrând coerența dintre dimensiunea pedagogică și cea tehnologică a soluției propuse și asigurând cadrul metodologic necesar testării ipotezei de cercetare în condiții experimentale valide.

În prima parte, este definit modelul didactic de evaluare formativă bazat pe SSI, fundamentat pe principii pedagogice validate în literatura de specialitate, care valorifică evaluarea formativă prin itemi parametrizați, feedbackul adaptiv și analiza datelor educaționale pentru reglarea continuă a procesului de învățare. Componenta pedagogică integrează obiectivele educaționale, strategiile didactice, procesele de predare-învățare-evaluare și interacțiunile profesor-elev, cu accent pe evaluarea formativă și reglarea continuă a învățării.

Modelul este construit într-o logică metodologică riguroasă, care integrează structura IMRaD cu principiile Design-Based Research (DBR), permițând proiectarea, implementarea și rafinarea progresivă a intervenției didactice în contexte educaționale reale. Capitolul configurează explicit cadrul experimental al cercetării, prin definirea etapelor de implementare, a variabilelor implicate și a mecanismelor de colectare a datelor, în vederea testării ipotezei formulate. Designul propus respectă cerințele unui demers experimental valid, prin controlul variabilelor relevante, utilizarea unor instrumente standardizate de evaluare și posibilitatea replicării intervenției în condiții similare.

Componenta tehnologică detaliază arhitectura SSI, construită pe baza platformei Moodle și a pluginurilor FOSS (precum STACK), care permite generarea automată de sarcini individualizate, evaluarea răspunsurilor simbolice și furnizarea de feedback contextualizat. Această integrare susține tranziția de la evaluarea centrată pe rezultat la evaluarea centrată pe proces, facilitând colectarea sistematică de date relevante privind performanța și progresul elevilor. Un aport esențial al capitolului îl constituie dezvoltarea și organizarea Resurselor Educaționale Digitale Inteligente (REDI), concepute ca unități operaționale ale sistemului. Structurarea acestora pe criterii curriculare, niveluri cognitive și grade de automatizare permite realizarea unei evaluări echilibrate, care îmbină itemii clasici cu cei parametrizați și adaptivi (peste 51%). Prin această abordare, se asigură simultan obiectivitatea, profunzimea și personalizarea evaluării, precum și posibilitatea reutilizării și scalării resurselor fără costuri suplimentare majore.

Un aspect relevant îl constituie alinierea curriculară a conținuturilor matematice din România și Republica Moldova, care conferă sistemului realizat aplicabilitate în contexte educaționale diferite.

Realizarea cursului prototip „Matematica Gimnazială Bacău” demonstrează integrarea coerentă a resurselor digitale, a strategiilor didactice și a instrumentelor de evaluare într-un mediu unitar de învățare. Ghidurile operaționale pentru profesori și elevi contribuie la utilizarea eficientă și accesibilă a sistemului în practică.

Implementarea practică a SSI, realizată prin intermediul platformelor digitale utilizate (USM, CEITI și *mathmentor.ro*), confirmă funcționalitatea și accesibilitatea soluției în condiții reale de utilizare. Platforma *mathmentor.ro* se constituie ca un artefact științific reproductibil și extensibil, oferind o soluție autonomă și fezabilă pentru integrarea evaluării digitale în învățământul gimnazial, în contextul în care adoptarea unitară a platformelor instituționale este încă limitată.

Analiza cost–beneficiu evidențiază sustenabilitatea implementării SSI, demonstrând că investițiile inițiale sunt compensate de beneficii cumulative, precum eficientizarea procesului de evaluare, reducerea timpului de corectare și îmbunătățirea calității feedbackului educațional. Această analiză susține fezabilitatea extinderii sistemului la scară instituțională. Totodată, sunt identificate condițiile esențiale pentru implementarea eficientă a sistemului: infrastructură digitală adecvată, formarea cadrelor didactice, dezvoltarea unei bănci de itemi validați și suport instituțional. Aceste condiții evidențiază necesitatea unei abordări sistemice în integrarea tehnologiilor educaționale și a delimitării factorilor care pot influența rezultatele experimentale.

În ansamblu, Capitolul 2 demonstrează că modelul didactic bazat pe SSI este coerent proiectat, funcțional și sustenabil, oferind cadrul metodologic și tehnologic necesar colectării de date valide și testării ipotezei de cercetare. Acesta creează premisele pentru analiza riguroasă a eficienței intervenției asupra performanței elevilor, realizată în capitolul următor.

3. VALIDAREA SISTEMULUI SUPORT INTELIGENT ÎN CICLUL GIMNAZIAL

Prezentul capitol are ca scop evaluarea riguroasă a impactului implementării SSI asupra procesului de învățare a matematicii la nivel gimnazial. Sunt prezentate contextul implementării, instrumentele utilizate, precum și interpretarea datelor obținute. În cadrul acestui demers au fost atinse obiectivele propuse prin derularea unui studiu cvasi-experimental în condiții reale de învățare, precum și validarea sistemului prin analiza cantitativă a performanțelor elevilor, validarea bateriei de teste prin indicatori psihometrici specifici evaluării digitale, și prin analiza calitativă a percepțiilor participanților.

3.1. Validarea SSI prin experiment pedagogic

Validarea SSI a fost realizată printr-un experiment pedagogic controlat, conceput pentru a analiza comparativ eficiența utilizării REDI în raport cu metodele tradiționale de evaluare. Designul cercetării include o analiză internă și externă a performanțelor elevilor din toate clasele gimnaziale (V–VIII) prin compararea rezultatelor obținute la testele de evaluare clasice cu cele derulate în mediul digital Moodle, configurate în SSI. Datele obținute au fost prelucrate statistic, corelate pe criterii de validitate internă (diferențele între pre-test și post-test în cadrul aceluiași grup) și externă (diferențele între grupul experimental – SSI cu REDI și grupul martor – evaluare tradițională), confirmând eficiența și fezabilitatea modelului propus.

3.1.1. Implementarea REDI într-o disciplină opțională la clasa a VIII-a

Validarea în context real a SSI și REDI integrate a fost realizată în cadrul unei discipline opționale dezvoltate și avizate conform cadrului normativ în vigoare: „Matematica prin jocuri digitale”, derulată în anul școlar 2024–2025 la clasa a VIII-a B, în cadrul Școlii Gimnaziale Nr. 10 Bacău. Curriculumul la decizia școlii a fost conceput ca disciplină nouă, distinctă de trunchiul comun, având rubrică proprie de notare în catalog, este aprobat prin avizul de specialitate emis de Inspectoratul Școlar Județean (ISJ) Bacău și a fost validat de conducerea școlii și de responsabilul compartimentului de curriculum, conform fișei de avizare CDȘ nr. 2248.2/02.09.2024 (a se vedea Anexa 6.2). Coordonarea și implementarea proiectului au fost realizate de autoarea prezentei teze doctorale, în calitate de cadru didactic responsabil.

Prin conținutul său inovator și caracterul integrativ digital, această disciplină a întrunit toate criteriile de calitate stabilite de ISJ, bifate ca îndeplinite în fișa de evaluare (a se vedea Anexa 5).

- Respectarea structurii formale a programelor școlare în vigoare (criteriu eliminatoriu);
- Caracterul nediscriminatoriu al programei școlare (criteriu eliminatoriu);
- Relevanța și caracterul inovator al notei de prezentare;
- Contribuția la profilul de formare al elevului, prin dezvoltarea competențelor-cheie;

- Corelarea coerentă a competențelor generale și specifice, a conținuturilor și sugestiilor metodologice;
- Derivarea corectă și evaluabilă a competențelor specifice;
- Formularea științific corectă și adecvată a conținuturilor;
- Relevanța sugestiilor metodologice pentru realizarea demersului didactic;
- Bibliografie actualizată și relevantă.

Toate aceste criterii sunt bifate ca „DA” în aviz, atestând calitatea și validitatea curriculară a disciplinei propuse, aliniată standardelor educaționale naționale și europene.

Planificarea calendaristică a disciplinei este realizată pe parcursul anului școlar 2024-2025, câte o oră pe săptămână, în total 36 de săptămâni de curs, astfel încât să acopere toate temele din programa clasei a VIII-a. Tabelul 3.1 sintetizează arhitectura temporală a disciplinei opționale.

Tabelul 3.1. Planificarea calendaristică a disciplinei opționale la clasa a VIII-a

Perioada	Activitate principală	Nr. ore
Săpt. 1–2	Instruire introductivă: utilizarea platformei Moodle și a REDI (ghid elev, sintaxă Maxima).	2
Săpt. 3–4	Test inițial de diagnostic (algebră și geometrie, clasele V–VII).	2
Săpt. 5–10	Modul 1: Intervalele și inecuațiile în R – exerciții + jocuri interactive	6
Săpt. 11–16	Modul 2: Calcul algebric în R – exersare, feedback adaptiv, quiz-uri și 2 teste sumative.	6
Săpt. 17–22	Modul 3: Funcții – itemi parametrizați, teme digitale, exerciții adaptate și 1 test sumativ.	6
Săpt. 23–28	Modul 4: Geometrie în spațiu – aplicații interactive, itemi cu redare grafică.	6
Săpt. 29–34	Modul 5: Arii și volume – consolidare prin jocuri și itemi evaluativi STACK și 2 teste sumative.	6
Săpt. 35–36	Test final (algebră și geometrie, clasa a VIII a) + Raportare Moodle + analiză și feedback asupra progresului.	2

Tabelul 3.1 evidențiază modul în care sunt structurate cele cinci module tematice și activitățile auxiliare în raport cu perioada de desfășurare, numărul de ore alocat și tipologia intervenției pedagogice.

Această structură completă și integrativă a disciplinei opționale a oferit cadrul optim pentru validarea pedagogică și tehnologică a REDI, contribuind la consolidarea performanței matematice prin metode moderne, centrate pe elev și susținute de tehnologie educațională avansată (Bragaru et al., 2026). Curriculumul educațional integrat vizează dezvoltarea holistică a personalității elevului (Guțu & Velișco, 2024).

Finalitatea și caracterul distinctiv al opționalului în raport cu matematica de trunchi comun. Este esențial de subliniat, că predarea integrală a conținuturilor curriculare de matematică pentru clasa a VIII-a a fost realizată în cadrul celor 4 ore/săptămână de matematică din trunchiul comun. Disciplina opțională nu a vizat transmiterea de conținut nou, ci a avut un rol aplicativ, formativ și evaluativ, oferind un spațiu digital personalizat de învățare și exersare asistată, prin intermediul REDI. Astfel, la disciplina opțională s-au desfășurat exclusiv activități de consolidare a cunoștințelor, teme săptămânale în format digital, corectate automat, autoînvățare asistată prin feedback adaptiv și aleatorizarea itemilor, jocuri interactive integrate în Moodle pentru antrenarea gândirii matematice într-un cadru ludic și motivant și testări formative și sumative parametrizate, pe fiecare unitate de învățare.

Una dintre cele mai valoroase dimensiuni ale etapei formative o constituie integrarea componentelor ludice în activitatea matematică, prin utilizarea de jocuri interactive. Conform arhitecturii prezentate în *Anexa 2.2*, în clasa a VIII-a sunt integrate 4 legături externe interactive și 15 jocuri educaționale Moodle. Cele patru activități externe prin link sunt create și integrate în baza principiilor de *învățare augmentată prin simulare și vizualizare 3D*, oferind elevilor posibilitatea de a interacționa cu obiecte geometrice dinamice.

1. *Fișă interactivă de antrenament – Funcția de grad I* (Liveworksheets) – permite exersarea relației dintre ecuația funcției liniare și reprezentarea sa grafică. Elevul completează interactiv tabele de valori, identifică coeficienți și asociază graficele corecte. Feedbackul este automat, cu verificare imediată a fiecărui pas;
2. *Unghiul dintre o dreaptă și un plan – definiție și vizualizare 3D* (GeoGebra)– oferă o simulare tridimensională a poziției relative a unei drepte față de un plan. Elevul poate roti obiectul 3D, modificând parametrii pentru a observa variația unghiului;
3. *Unghiul dintre o diagonală și planul bazei unei prisme regulate* (GeoGebra) – permite explorarea geometrică a unei prisme și determinarea vizuală a unghiului dintre elemente neparalele, pregătind astfel înțelegerea relațiilor metrice în spațiu;
4. *Proiecții ortogonale pe un plan* (GeoGebra) – facilitează înțelegerea conceptului de proiecție, oferind o reprezentare simultană 2D–3D. Elevul poate manipula figura pentru a vizualiza diferența dintre proiecția ortogonală și cea oblică.

Aceste activități contribuie la *dezvoltarea vederii spațiale, a raționamentului geometric și a gândirii vizual-analitice*. În plus, aceste jocuri oferă elevilor posibilitatea de explorare controlată, stimulând transferul dintre noțiunile geometriei plane și celei spațiale. În completarea resurselor externe, în cadrul clasei a VIII-a sunt integrate 15 jocuri educaționale Moodle, dintre care:

- Trei jocuri dedicate algebrei (*Cryptex, Crossword, Hangman*);

- Cinci jocuri pentru geometrie plană (*Cryptex, Hangman și trei Crossword cu niveluri diferite de dificultate*);
- Șapte jocuri pentru geometrie în spațiu (*Cryptex, Hangman, Millionaire, Snakes and Ladders, Sudoku și trei Crossword tematice*).

Dimensiunea motivațională. Implementarea REDI în cadrul disciplinei opționale „Matematica prin jocuri digitale” nu a urmărit doar îmbunătățirea performanței academice, ci și creșterea motivației pentru învățare, implicarea activă a tuturor elevilor – inclusiv a celor reticenți în contexte tradiționale – și reconstrucția relației emoționale cu matematica. Jocurile sunt introduse strategic în secvențele de învățare, fie ca „*activități de încălzire*” la începutul orei *pentru captarea atenției*, fie ca *evaluări formative* sub formă de provocări competitive (Brănoaea et al., Bragaru & Ieșeanu, 2025).

Componentele ludice și interactive, alături de personalizarea conținutului, produc o schimbare semnificativă în atitudinile față de efortul cognitiv, percepția dificultății și disponibilitatea de implicare. Una dintre observațiile metodice esențiale în procesul de implementare a REDI este *implicarea crescută a elevilor timizi sau cu anxietate matematică*. Elevii care în orele clasice evitau să răspundă sau să rezolve exerciții la tablă au demonstrat un comportament semnificativ îmbunătățit în spațiul digital prin: interacțiune crescută cu platforma și activitățile de tip quiz/joc; oferă răspunsuri mai des, datorită eliminării presiunii publice; persistență mai mare în rezolvarea greșelilor, încurajați de feedbackul automat, personalizat și non-punitiv și participare la dialoguri de reflecție. Această schimbare de comportament este posibilă datorită ambianței fără prejudecăți create de mediul digital al SSI și adaptabilității sarcinilor la nivelul de competență al fiecărui elev (Brănoaea, 2025g). Practic, pentru prima dată, elevii cu *ritm lent sau stil cognitiv vizual obțin acces echitabil* la succes școlar prin trasee de învățare personalizate, regenerabile și autonome, în condițiile utilizării SSI și a experimentului realizat.

Transformarea relației afective cu matematica. În mediul tradițional, matematica este adesea asociată cu eșecul, frustrarea sau rigiditatea. Prin integrarea jocurilor Moodle și a REDI, această relație se transformă, treptat, într-una de curiozitate, explorare și descoperire. Elevii au descris în chestionarele de percepție următoarele beneficii:

- „În sfârșit matematica este ca un joc, nu ca o pedeapsă”;
- „Mi-a plăcut că am putut greși și încerca din nou, fără să rădă nimeni”;
- „Când am avut teste în Moodle, nu m-am mai panicat, pentru că am știut că pot reîncerca dacă greșesc”.

Aceste răspunsuri confirmă rolul decisiv al componentei afective în declanșarea motivației interne, în care jocurile standard din Moodle, alături de structura flexibilă a REDI, acționează ca mediatori pedagogici esențiali în construirea unei relații pozitive cu învățarea matematicii prin următoarele constatări:

- Gradul de participare activă crește semnificativ față de orele tradiționale;
- Calitatea interacțiunii elev–conținut se îmbunătățește prin medierea digitală;
- Elevii considerați anterior pasivi sau „slabi” și-au dublat implicarea în exerciții și teme;
- Motivația extrinsecă (note, recompense) este înlocuită progresiv cu motivația intrinsecă, declanșată de joc, progres vizibil și autonomie.

Aceste constatări susțin ipoteza că REDI, prin componenta ludică nativă oferită de Moodle, nu doar sprijină performanța, ci reconfigurează paradigma motivațională a învățării matematice, deschizând calea spre o educație echitabilă, adaptată realităților cognitive și afective ale elevilor. Procesul de evaluare mediat de SSI în cadrul acestei clase include șapte teste electronice cu corectare și feedback automat.

În cadrul disciplinei opționale „*Matematica prin jocuri digitale*”, toți cei 33 de elevi ai clasei a VIII-a B au participat integral la activitățile planificate, inclusiv la toate testările digitale formative și sumative implementate prin platforma Moodle. Fiecare test este corectat automat și generează feedback personalizat (general și la fiecare item), ceea ce permite monitorizarea atentă și obiectivă a performanței individuale. La finalul fiecărei testări sunt generate automat rapoarte individuale și de grup, care sunt analizate împreună cu elevii în cadrul sesiunilor de feedback. Această practică contribuie semnificativ la conștientizarea progresului, la autoevaluare, la motivarea intrinsecă pentru învățare și la susținerea deciziilor pedagogice individualizate. Datele din platforma Moodle, exportate și analizate în Excel (*a se vedea Anexa 9*), permit urmărirea progresului fiecărui elev și identificarea secvențelor de conținut care au avut cel mai mare impact formativ (*Brănoaea, 2025f*). Pentru a analiza progresul elevilor în urma utilizării REDI incorporate, Tabelul 3.2 prezintă distribuția rezultatelor la testele sumative pe intervale de notare.

Tabelul 3.2. Distribuția notelor pe intervale la testele sumative prin REDI la clasa a VIII-a

	Test inițial	Calcul algebric	Ecuția de grad II	Funcția de grad I	Arii și volume poliedre	Arii și volume corpuri rotunde	Test final
1-4.99	3	0	0	0	0	0	0
5-5.99	14	5	3	0	0	0	0
6-6.99	10	12	10	14	9	6	0
7-7.99	6	9	11	8	12	11	10
8-8.99	0	7	9	11	8	11	15
9-10	0	0	0	0	4	5	8

Distribuția notelor pe parcursul celor șapte teste aplicate reflectă o dinamică clar ascendentă a performanței școlare, indicând eficiența intervenției pedagogice și a mediului digital personalizat implementat prin REDI. Dacă în testul inițial erau înregistrate numeroase rezultate sub pragul de 6 (considerat pragul minim de competență), testul final consemnează o eliminare completă a notelor sub pragul de promovare și o deplasare semnificativă a frecvenței spre intervalele superioare (8–10).

La testul inițial 10 elevi ($\approx 30\%$) au obținut note sub 6, ceea ce semnala existența unui segment vulnerabil din punct de vedere al achizițiilor matematice. Progresiv, în urma aplicării modulelor tematice structurate pe competențe și susținute prin evaluare automată cu feedback imediat, această categorie s-a redus constant.

La testul final, 100% dintre elevi au obținut note de peste 7, iar 21 dintre ei ($\approx 64\%$) s-au încadrat în intervalele superioare 8–10. Această evoluție denotă nu doar consolidarea cunoștințelor, ci și dezvoltarea autonomiei cognitive și metacognitive.

Pentru o abordare diferențiată, elevii au fost grupați pe baza notei inițiale în trei categorii:

(1) Elevi cu performanțe inițiale slabe (sub 6): 13 elevi ($\approx 39\%$). Acești elevi au pornit de la un nivel sub pragul de promovare, cu dificultăți în domeniile fundamentale ale algebrei și geometriei. Majoritatea prezentau lacune în înțelegerea relațiilor numerice și simbolice; erori frecvente de calcul și aplicare a regulilor; nivel scăzut de încredere și motivație. Toți elevii din această categorie au obținut, la testul final, note peste 7, cu un progres individual între +1,29 și +3,23 puncte. *Observații metodice:* Activitățile ludice și testarea non-punitivă contribuie decisiv la reducerea anxietății matematice, iar itemii parametrizați și feedbackul imediat permit remedierea individualizată a greșelilor, într-un cadru non-amenințător.

(2) Elevi cu performanțe medii inițiale (6–7,99): 16 elevi ($\approx 48\%$). Această categorie a constituit „centrul” clasei, cu elevi care aveau cunoștințe de bază, dar prezentau inconsistențe sau dificultăți în integrarea noțiunilor abstracte. Progresul mediu înregistrat este între +0,79 și +1,97 puncte. Elevii au atins în testul final scoruri între 7,4 și 9,5, confirmând tranziția de la învățare reproductivă la aplicativă. *Observații metodice:* Componentele vizuale și interactive îmbunătățesc în mod vizibil retenția termenilor și aplicarea regulilor, iar temele digitale săptămânale, cu corectare automată, funcționează ca instrumente eficiente de monitorizare și autocorectare.

(3) Elevi cu performanțe inițiale bune (peste 8): 4 elevi ($\approx 13\%$). Acești elevi au avut încă de la început o bază solidă în matematică, demonstrând autonomie în rezolvarea sarcinilor complexe. Progresul înregistrat este mai redus ca valoare medie (0,18–1,27), dar semnificativ calitativ. Elevii și-au păstrat nivelul ridicat la testele sumative finale, ceea ce denotă consolidarea performanței și menținerea motivației chiar și în absența presiunii notelor.

Observații metodice: Acești elevi beneficiază de nivelul adaptiv crescut al itemilor STACK, care permite generarea unor sarcini cu grad ridicat de complexitate și variabilitate, iar competițiile digitale și feedbackul personalizat mențin nivelul ridicat de implicare și curiozitate cognitivă.

Pentru a urmări evoluția performanțelor globale ale clasei experimentale VIII B, s-au calculat mediile obținute de elevi la fiecare dintre cele șapte teste aplicate în cadrul intervenției REDI. Această analiză oferă o perspectivă clară asupra impactului progresiv al sistemului de evaluare digitală parametrizată asupra achizițiilor matematice. Tabelul 3.3 sintetizează acest progres, de la media inițială de 6,57 la testul de diagnostic, până la 8,24 în cadrul testului final, confirmând o creștere constantă și semnificativă a rezultatelor.

Tabelul 3.3. Media clasei a VIII-a B la cele 7 teste aplicate în cadrul intervenției REDI

Test inițial	Calcul algebric	Ecuația grad II	Funcția grad I	Arii și volume poliedre	Corpuri rotunde	Test final
6,57	7,02	7,27	7,45	7,63	7,90	8,24

Progresul global al clasei este remarcabil, cu o creștere a mediei de +1,67 puncte – o dovadă statistică și pedagogică a eficienței abordării integrative prin REDI. Distribuția performanței s-a deplasat din zona sub-mediocră spre zona de performanță, confirmând potențialul platformelor digitale de a atenua decalajele de învățare.

Instrumentele SSI, în special REDI de tip STACK și Calculat, permit un cadru de evaluare adaptiv, obiectiv și motivant, care înlocuiește controlul tradițional cu învățarea prin descoperire și corectare personalizată. Ca urmare a aplicării jocurilor educaționale și autonomiei în învățare, dimensiunea afectivă crește esențial, ceea ce duce la schimbarea atitudinii elevilor față de matematică, transformând disciplina dintr-o sursă de stres într-un teren de explorare.

3.1.2. Implementarea REDI la clasele V- VII prin curriculum de aprofundare la decizia școlii

Sistemul este extins în mod experimental la clasele V, VI și VII prin curriculumul la decizia școlii conceput ca o oră în plus pe săptămână pentru aprofundare și este aprobat prin avizul de specialitate emis de Inspectoratul Școlar Județean (ISJ) Bacău și validat de conducerea școlii și de responsabilul compartimentului de curriculum, conform fișei de avizare CDȘ nr. 2248.1/02.09.2024 (a se vedea Anexa 6.1).

În mod particular, ultima lună din anul școlar 2024-2025 a fost dedicată exclusiv testării REDI. În această perioadă, fiecare clasă gimnazială (V, VI și VII) a beneficiat de 4 ore săptămânale de matematică, rezultând un total de 16 ore experimentale dedicate testelor de evaluare pe platforma Mathmentor.ro.

Pentru o înțelegere detaliată a dinamicii învățării în cadrul grupului experimental, a fost realizată o clasificare inițială a elevilor pe niveluri de competență matematică, în funcție de rezultatele obținute la testele de diagnostic.

Figura 3.1 sintetizează această caracterizare inițială, grupând elevii în trei categorii distincte:

- Elevi cu note mici (sub 6), care au dificultăți semnificative în înțelegerea conceptelor și necesită sprijin suplimentar prin exerciții remediale ghidate.
- Elevi cu note medii (6–7.99), care formau majoritatea eșantionului și au beneficiat în mod direct de personalizarea evaluării și de feedbackul adaptiv.
- Elevi cu note mari (8–10), în cazul cărora sistemul REDI a permis extinderea și aprofundarea conținuturilor, susținând progresul accelerat.

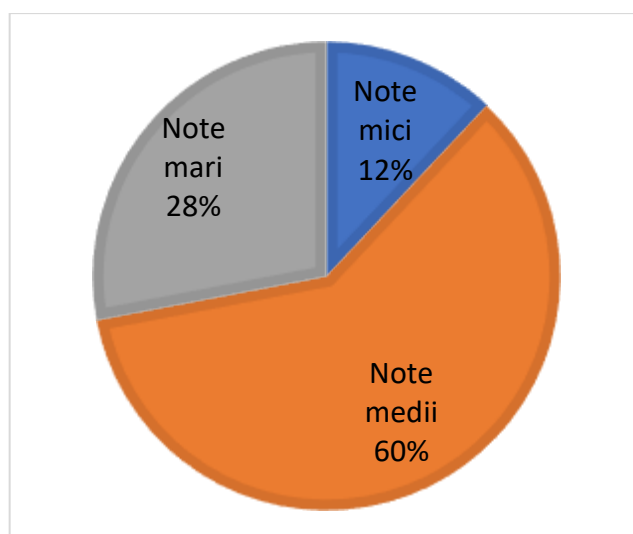


Figura 3.1. Caracterizarea grupului experimental pe niveluri de competență inițială

Această clasificare a fundamentat aplicarea strategiilor diferențiate de predare și evaluare în cadrul intervenției REDI, contribuind la optimizarea traiectoriilor individuale de învățare și la creșterea echității educaționale în contextul digital. Activitățile s-au desfășurat sub coordonarea directă a profesorului, în sălile de clasă, cu sprijinul infrastructurii digitale disponibile, și au acoperit conținuturile esențiale studiate pe parcursul anului școlar.

Nivelul progresiv de dificultate al itemilor – de la itemi de nivel 1 (ușor) la itemi de nivel 3 (avansat) – permite o evaluare diferențiată. Scopul este atât consolidarea cunoștințelor, cât și reducerea stresului de evaluare, prin utilizarea unui mediu prietenos și motivant, în care greșelile sunt tratate constructiv, iar progresul fiecărui elev este monitorizat individual.

Recapitularea finală la clasele a V-a, a VI-a și a VII-a este realizată integral online, prin itemi statici (clasici) și itemi parametrizați automat, integrați într-un sistem digital de învățare susținut de feedback personalizat și adaptiv.

În vederea evidențierii impactului concret al utilizării REDI asupra progresului școlar, s-au centralizat rezultatele elevilor din grupul experimental, pe unități de învățare și intervale valorice de notare, în cadrul fiecărei clase participante. Această abordare granulară permite o analiză detaliată a migrării notelor și a ritmului de progres.

Clasa a V-a A (a se vedea Tabelul 3.4):

- Media testelor variază între 6.97 și 7.14, ceea ce indică un nivel de performanță funcțional, cu un grad relativ echilibrat de învățare în toate domeniile;
- Numărul elevilor cu note mici (sub 6) este cuprins între 0 și 1 elev/test, ceea ce sugerează o eficiență ridicată a sprijinului oferit prin REDI, mai ales în contextul tranziției de la aritmetică la concepte inițiale de geometrie;
- Numărul de elevi cu note mari (8–10) este consistent (între 3 și 6/test), demonstrând o capacitate de transfer cognitiv la sarcini variate (e.g. "Frații zecimale", "Unghiuri").

Tabelul 3.4. Distribuția notelor elevilor din clasa a V-a pe unități de învățare și intervale numerice

Clasa a V-a A (20 elevi) Test/nr. de note (procent)	1-4.99	5-5.99	6-6.99	7-7.99	8-8.99	9-10	Media clasei
Operații cu nr naturale fără puteri	0	6 (30%)	5 (25%)	3 (15%)	4 (20%)	2 (10%)	7.02
Puteri cu exponent natural ale unui nr natural	0	7 (35%)	3 (15%)	5 (25%)	1 (5%)	4 (20%)	7.12
Metode aritmetice de rezolvare a problemelor	0	6 (30%)	4 (20%)	3 (15%)	6 (30%)	1 (5%)	7.06
Divizibilitatea nr naturale	0	8 (40%)	3 (15%)	4 (20%)	2 (10%)	3 (15%)	6.97
Frații ordinare	1 (5%)	5 (25%)	3 (15%)	6 (30%)	3 (15%)	2 (10%)	7.07
Frații zecimale	1 (5%)	4 (20%)	5 (25%)	5 (25%)	3 (15%)	2 (10%)	7.05
Elemente de geometrie euclidiană	1 (5%)	5 (25%)	5 (25%)	4 (20%)	3 (15%)	2 (10%)	6.97
Unghiuri	1 (5%)	5 (25%)	4 (20%)	4 (20%)	4 (20%)	2 (10%)	7.14
Unități de măsură pentru lungime, arie și volum	0	7 (35%)	3 (15%)	4 (20%)	4 (20%)	2 (10%)	7.05

Din Tabelul 3.4 se observă o distribuție echilibrată a rezultatelor, cu o medie generală situată în jurul valorii de 7 pentru toate unitățile de învățare, ceea ce indică o bună acomodare cu testarea digitală și o învățare eficientă prin resurse parametrizate chiar de la nivelurile inițiale de studiu. Evoluția performanțelor confirmă că REDI facilitează uniformizarea progresului, reducând diferențele de nivel și sprijinind învățarea diferențiată în rândul elevilor de clasa a V-a, mai ales în evaluările de tip conceptual și aplicativ.

În continuare, Tabelul 3.5 reflectă rezultatele claselor VI B și D, care evidențiază o stabilitate remarcabilă a mediilor între 7.37 și 7.49, cu un procent ridicat de elevi în intervalele 7–10. Aceasta confirmă eficiența REDI în menținerea unui ritm susținut de învățare și în eliminarea rezultatelor foarte slabe, absente din distribuție.

Tabelul 3.5. Distribuția notelor elevilor din clasa a VI-a pe unități de învățare și intervale numerice

Clasele a VI-a B și D (50 elevi) Test/ nr. de note (procent)	1-4.99	5-5.99	6-6.99	7-7.99	8-8.99	9-10	Media clasei
Mulțimi	0	6 (12%)	11 (22%)	16 (32%)	12 (24%)	5 (10%)	7.49
Divizibilitatea numerelor naturale	0	7 (14%)	13 (26%)	12 (24%)	16 (32%)	2 (4%)	7.42
Rapoarte și proporții	0	8 (16%)	10 (20%)	14 (28%)	16 (32%)	2 (4%)	7.41
Mulțimea numerelor întregi	0	9 (18%)	12 (24%)	12 (24%)	13 (26%)	4 (8%)	7.42
Mulțimea numerelor raționale	0	7 (14%)	14 (28%)	12 (24%)	14 (28%)	3 (6%)	7.37
Unghiuri, paralelism, perpendicularitate în plan	0	7 (14%)	12 (24%)	12 (24%)	15 (30%)	4 (8%)	7.45
Triunghiul și proprietățile triunghiurilor	0	7 (14%)	13 (26%)	11 (22%)	15 (30%)	4 (8%)	7.44

Clasele a VI-a B și D (50 elevi):

- Niciun elev nu a obținut note sub 5, ceea ce indică o acoperire completă a pragului minim de competență;
- Distribuția este centrată pe notele medii, ceea ce corespunde unei curbe normale (Gauss), cu o ușoară deplasare către dreapta;
- Numărul elevilor cu note mari (8–10) este semnificativ (între 14 și 19/test), reflectând un nivel crescut de autonomie și însușire a conceptelor.

REDI au funcționat eficient ca instrument de sprijin adaptiv, în special pentru gestionarea complexității crescute a noțiunilor din clasa a VI-a (e.g. „Mulțimea numerelor raționale”, „Triunghiuri”), facilitând tranziția către rezolvarea abstractă și justificarea raționamentelor. La clasa a VI-a, SSI a susținut atât consolidarea cunoștințelor fundamentale, cât și dezvoltarea gândirii algoritmice și euristice, necesare în abordarea problemelor deschise și a demonstrațiilor geometrice. Din perspectivă metodologică, se menționează că la clasa a VI-a eșantionul experimental a inclus două clase la care autoarea studiului a desfășurat activitatea didactică, fapt ce a permis aplicarea REDI unui număr considerabil mai mare de elevi, contribuind astfel la creșterea robusteții datelor, la o mai bună reprezentativitate statistică și, implicit, la formularea unor concluzii cu un grad sporit de validitate și relevanță.

În continuare, Tabelul 3.6 sintetizează performanțele clasei a VII-a C, unde mediile au depășit constant pragul de 7.37, cu o pondere semnificativă de elevi cu note mari (între 8 și 10).

Tabelul 3.6. Distribuția notelor elevilor din clasa a VII-a experimentală pe unități de învățare și intervale numerice

Clasa a VII-a C (26 elevi) Test/ nr. de note (procent)	1-4.99	5-5.99	6-6.99	7-7.99	8-8.99	9-10	Media clasei
Mulțimea numerelor reale	0	2 (≈8%)	5 (≈19%)	7 (≈27%)	8 (≈31%)	4 (≈15%)	7.46
Ecuatii și sisteme de ecuații	0	1 (≈4%)	7 (≈27%)	7 (≈27%)	6 (≈23%)	5 (≈19%)	7.61
Perimetre și arii ale patrulaterelor	0	1 (≈4%)	8 (≈31%)	6 (≈23%)	6 (≈23%)	5 (≈19%)	7.49
Elementele poligoanelor regulate	0	1 (≈4%)	7 (≈27%)	8 (≈31%)	5 (≈19%)	5 (≈19%)	7.57
Lungimea cercului și aria discului	0	2 (≈8%)	5 (≈19%)	6 (≈23%)	8 (≈31%)	5 (≈19%)	7.59
Organizarea datelor într-un sistem de axe ortogonale	0	1 (≈4%)	6 (≈23%)	9 (≈35%)	6 (≈23%)	4 (≈15%)	7.49
Teoreme în triunghiul dreptunghic și elemente de trigonometrie	0	1 (≈4%)	5 (≈19%)	9 (≈35%)	7 (≈27%)	4 (≈15%)	7.58

Aceste date susțin ideea că, pe măsură ce elevii înaintază în parcursul lor educațional și se familiarizează cu platforma, devin mai autonomi și performanți, beneficiind din plin de feedbackul simbolic și testarea secvențială oferită de itemii STACK.

Clasa a VII-a C (26 elevi):

- Media testelor este ușor mai ridicată, între 7.46 și 7.61, ceea ce reflectă o maturizare cognitivă și o mai bună integrare a strategiilor de rezolvare;
- Se remarcă o distribuție echilibrată între nivelurile medii și mari, cu un accent ușor spre zona superioară;
- Subiecte complexe precum „Ecuatii și sisteme” sau „Teoreme în triunghiul dreptunghic și elemente de trigonometrie” au generat performanțe înalte (5 elevi au obținut nota 9 sau 10), ceea ce sugerează că feedbackul automatizat a sprijinit eficient gândirea matematică avansată.

Evaluarea nu s-a limitat la note, ci a vizat în mod holistic dezvoltarea capacităților intelectuale și a atitudinilor față de învățare. Am pus accent pe *formarea deprinderilor de automonitorizare, gestionarea autonomă a sarcinilor*, precum și pe *cultivarea interesului pentru matematică în contexte digitale moderne*. Această caracterizare a servit ca bază comparativă în analiza ulterioară raportată la grupul de control, pentru a evalua validitatea ipotezei generale de cercetare privind eficiența sistemului în accelerarea dezvoltării competențelor matematice.

3.1.3. Analiza performanței elevilor pe parcursul experimentului pedagogic

Desfășurarea experimentului pedagogic se rezumă la aplicarea unei metode de analiză dublă – *internă* și *externă* – în vederea validării impactului sistemului suport inteligent REDI asupra performanțelor școlare ale elevilor. Această abordare de tip „*pre-test/post-test cu grup de control*” este considerată una dintre cele mai riguroase metode în cercetarea educațională cu caracter formativ și permite investigarea efectelor intervenției atât la nivel individual, cât și la nivel de grup. Demersul analitic este structurat în patru direcții principale:

- (1) Analiza comparativă pre-test/ post-test, în cadrul fiecărui eșantion experimental, pentru a evidenția progresul intern individual și colectiv.
- (2) Analiza calitativă și cantitativă a rezultatelor obținute la testele intermediare, pentru a identifica ritmul de progres pe fiecare unitate de învățare, prin mediile testelor sumative la fiecare conținut evaluat.
- (3) Interpretarea distribuției notelor pe intervale de performanță, corelată cu nivelul competențelor urmărite, pentru a înțelege impactul metodei asupra diverselor categorii de elevi (slabi, medii, buni). Am urmărit trecerea elevilor din intervale inferioare în cele superioare, în mod diferențiat între grupuri.
- (4) Analiza comparativă între rezultatele finale (post-test) ale celor două eșantioane, pentru a evalua diferența de eficiență între intervenția digitală și abordarea tradițională (grup experimental vs. grup de control).

O componentă centrală a evaluării SSI este reprezentată de **comparația internă**, realizată prin analizarea performanțelor aceluiași grup de elevi (experimental) în două contexte de evaluare diferite: clasic (pe hârtie) și digital (pe Moodle). Această metodă este justificată metodic, întrucât elevii au beneficiat, pe parcursul întregului an școlar 2024–2025, cu 36 de săptămâni de cursuri cu câte 4 ore incluse în trunchiul comun și câte o oră suplimentară pe săptămână dedicată REDI. Componenta digitală are un rol complementar, de amplificare a efectelor strategiilor tradiționale din sistemul educațional public, fără a le substitui, contribuind la optimizarea procesului de învățare prin extinderea oportunităților de exersare, feedback și evaluare adaptivă.

- Clasa a VIII-a B a beneficiat de câte o oră pe săptămână dedicată exclusiv activităților asistate de REDI, în cadrul disciplinei opționale dezvoltată drept curriculum la decizia școlii „Matematica prin jocuri digitale”, iar la finalul fiecărei unități de învățare a susținut câte un test de evaluare sumativă pe Moodle.

- Clasele a V-a A, a VI-a B, a VI-a D, a VII-a C au beneficiat de câte o oră pe săptămână de aprofundare prin REDI la decizia școlii. În mod distinctiv, ultimele 4 săptămâni au fost dedicate exclusiv activităților de evaluare pe platforma *mathmentor.ro*, în contextul recapitulării finale a materiei studiate pe întregul an școlar, etapă prevăzută în mod explicit de programa școlară pentru gimnaziu și inclusă în planificarea calendaristică anuală prin orele „la dispoziția profesorului”.

Elevii au fost evaluați din aceleași tematici de conținut, prin teste similare ca obiective curriculare, dar diferite ca format (clasic vs. digital). Prin urmare, a fost asigurat cadrul ideal pentru o analiză internă, *bazată pe constanța tuturor variabilelor relevante*: elevul, profesorul, conținuturile, calendarul evaluării și obiectivele urmărite (Brănoaea, 2025a). Această comparație intra-subiect este extrem de valoroasă pedagogic din mai multe motive:

- Elimină variabilele externe precum diferențele dintre elevi, stiluri didactice sau clase.
- Permite identificarea clară a impactului REDI asupra învățării fiecărui elev, în condiții egale de instruire.
- Oferă indicatori obiectivi de progres individual, relevanți pentru validarea intervenției.
- Permite analiza diferențelor de performanță în funcție de tipul de itemi folosiți (e.g. itemi parametrizați vs. itemi standard).
- Susține validitatea constructului evaluativ al REDI, evidențiind eficiența reală a evaluării automatizate în sprijinul achizițiilor matematice.

În mod concret, sunt analizate rezultatele obținute de grupul experimental la testele clasice și la testele REDI aferente aceleiași unități de învățare. Tabelele 3.7–3.10 sintetizează această comparație, evidențiind progresul mediu obținut la nivelul fiecărei clase pentru fiecare temă de studiu.

Tabelul 3.7. Analiza internă a clasei a V-a: tradițional vs. REDI

Media clasei a V-a A (20 elevi)	Tradițional	REDI	Progres pe același conținut
Test inițial	5.53	5.84	0.31
Operații cu nr naturale fără puteri	6.53	7.02	0.49
Puteri cu exponent natural ale unui nr natural	6.58	7.12	0.54
Metode aritmetice de rezolvare a problemelor	6.57	7.06	0.49
Divizibilitatea nr naturale	6.67	6.97	0.3
Fracții ordinare	6.59	7.07	0.48
Fracții zecimale	6.47	7.05	0.58
Elemente de geometrie euclidiană	6.37	6.97	0.6
Unghiuri	6.67	7.14	0.47
Unități de măsură pentru lungime, arie și volum	6.74	7.05	0.31
Test final	6.53	7	0.47
Progres global: pre-test → post-test	1	1.16	

Am constatat că elevii clasei a V-a A au înregistrat note mai mari cu 0,3 până la 0,58 puncte la testele REDI comparativ cu cele clasice, pentru aceleași unități de conținut, iar progresul global, de la testul inițial la testul final, este semnificativ mai mare în urma utilizării REDI (+1,16 puncte) față de testarea tradițională (+1 punct).

În continuare, analiza este extinsă la nivelul claselor a VI-a, pentru a observa dacă tendințele identificate se mențin și la un nivel superior de studiu (*a se vedea Tabelul 3.8*).

Tabelul 3.8. Analiza internă a clasei a VI-a: tradițional vs. REDI

Media claselor a VI-a B și D (50 elevi)	Tradițional	REDI	Progres pe același conținut
Test inițial	6.62	6.89	0.27
Mulțimi	7.1	7.49	0.39
Divizibilitatea numerelor naturale	7.07	7.42	0.35
Rapoarte și proporții	7.09	7.41	0.32
Mulțimea numerelor întregi	7.19	7.42	0.23
Mulțimea numerelor raționale	7.14	7.37	0.23
Unghiuri, paralelism, perpendicularitate în plan	7.24	7.45	0.21
Triunghiul și proprietățile triunghiurilor	7.07	7.44	0.37
Test final	7.08	7.4	0.32
Progres global: pre-test → post-test	0.46	0.51	

În urma acestei analize se constată că elevii din clasele a VI-a B și D au înregistrat, pentru aceleași unități de conținut, note mai mari cu +0,21 puncte până la +0,39 puncte în testele susținute pe platforma REDI comparativ cu cele tradiționale. Progresul global înregistrat în urma intervenției REDI este de +0,51 puncte (de la 6.89 la 7.40), față de 0,46 puncte în format clasic, ceea ce confirmă eficiența suplimentară a abordării digitale.

În aceeași manieră, rezultatele sunt analizate și pentru clasa a VII-a (*Tabelul 3.9*), în vederea surprinderii impactului utilizării REDI asupra unor conținuturi matematice mai avansate.

Tabelul 3.9. Analiza internă a clasei a VII-a: tradițional vs. REDI

Media clasei a VII-a C (26 elevi)	Tradițional	REDI	Progres pe același conținut
Test inițial	6.45	6.94	0.49
Mulțimea numerelor reale	7.14	7.46	0.32
Ecuatii și sisteme de ecuații	7.38	7.61	0.23
Perimetre și arii ale patrulaterelor	7.13	7.49	0.36
Elementele poligoanelor regulate	7.23	7.57	0.34
Lungimea cercului și aria discului	7.33	7.59	0.26
Organizarea datelor într-un sistem de axe ortogonale	7.24	7.49	0.25
Teoreme în triunghiul dreptunghic și elemente de trigonometrie	7.33	7.58	0.25
Test final	7.04	7.75	0.71
Progres global: pre-test → post-test	0.59	0.81	

Se constată că elevii clasei a VII-a C au înregistrat note mai mari cu 0,23 până la 0,71 puncte la testele susținute pe platforma REDI comparativ cu evaluările tradiționale pe suport fizic, pentru aceleași unități de conținut. Progresul global înregistrat de elevii clasei a VII-a C, de la testul inițial la testul final este de +0,81 puncte în varianta digitală REDI, față de doar +0,59 puncte în varianta clasică, ceea ce indică o diferență semnificativă din punct de vedere pedagogic.

În final, analiza este realizată la nivelul clasei a VIII-a (*Tabelul 3.10*), pentru a evidenția impactul utilizării REDI în contextul conținuturilor matematice specifice nivelului gimnazial terminal.

Tabelul 3.10 Analiza internă a clasei a VIII-a: tradițional vs. REDI

Media clasei a VIII-a B (33 de elevi)	Tradițional	REDI	Progres pe același conținut
Test inițial	5.92	6.57	0.25
Calcul algebric	6.75	7.02	0.27
Ecuția grad II	6.95	7.27	0.32
Funcția grad I	7.1	7.45	0.35
Arii și volume poliedre	7.25	7.63	0.38
Corpuri rotunde	7.45	7.9	0.55
Test final	7.4	8.44	0.54
Progres global: pre-test → post-test	1.48	1.87	

Se constată că elevii clasei a VIII-a B au înregistrat note mai mari cu 0,25 până la 0,55 puncte la testele REDI comparativ cu cele clasice, pentru aceleași unități de conținut și au realizat un progres global (de la testul inițial la cel final) semnificativ mai mare în urma utilizării REDI (1,87p vs. 1,48p). Acest progres nu se datorează simplificării cerințelor sau relaxării baremelor, ci este rezultatul unui proces sistematic de învățare asistată de tehnologie, în care elevii au beneficiat de: feedback imediat, suport vizual și interactiv, itemi parametrizați care au permis o evaluare individualizată, posibilitatea de auto-monitorizare și exersare adaptivă.

În plus, evaluarea digitală contribuie la reducerea stresului asociat testării clasice și la creșterea implicării elevilor, dezvoltând autonomia în învățare și motivația intrinsecă. Aceste date validează eficiența sistemului ca suport în recapitularea și consolidarea conținuturilor matematice la nivelul fiecărei clase de gimnaziu.

Pentru o analiză mai detaliată a influenței REDI asupra performanței elevilor, a fost urmărită dinamica notelor pe intervale de competență, prin compararea rezultatelor inițiale și finale în format tradițional și digital, la nivelul fiecărei clase de gimnaziu. Examinarea acestor distribuții în cadrul grupurilor experimentale a pus în evidență un progres individual evident al elevilor care au utilizat REDI, raportat la propriile rezultate din evaluările clasice parcurse pe aceleași conținuturi, precum și o diminuare a diferențelor de învățare dintre aceștia.

Figurile 3.2–3.5 surprind dinamica redistribuirii elevilor în intervale de notare, evidențiind modul în care REDI au contribuit la reducerea numărului de elevi aflați sub pragul de promovare și la creșterea ponderii elevilor în segmentele superioare de performanță.

Evoluția notelor elevilor din clasele experimentale la testele tradiționale și cu REDI de la pre-test la post-test pe intervale numerice se poate vedea în Figura 3.2.

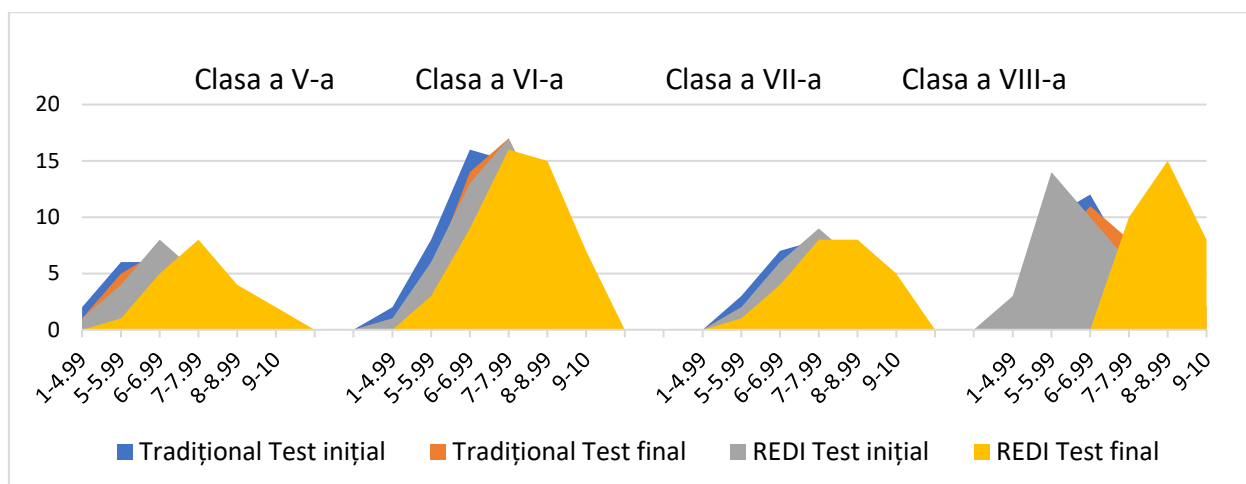


Figura 3.2 Evoluția distribuției notelor pe intervale numerice

În toate clasele gimnaziale (V–VIII), s-a observat o migrare coerentă și vizibilă a elevilor din zonele de performanță scăzută (sub 6) către intervalele medii și superioare de notare, după expunerea la evaluarea digitală asistată de SSI.

Acest progres este cel mai accentuat la clasa a VIII-a. În acest caz, numărul elevilor cu note sub 7 a scăzut de la 27 (81%) la 0 (0%), iar proporția celor cu note peste 8 a crescut de la 0% la 70%, ceea ce confirmă eficiența intervenției constante și integrate.

Și în clasele V–VII s-a remarcat o îmbunătățire clară a performanței personale a elevilor: cei care inițial obțineau frecvent note sub 6 au reușit să progreseze în intervalul 7–10, indicând faptul că feedbackul automat, structurarea logică a itemilor și adaptarea sarcinilor la nivelul elevului au un efect pedagogic direct și pozitiv asupra învățării.

În Figura 3.3 sunt prezentate evoluțiile mediilor la testele sumative, pentru fiecare nivel de studiu din ciclul gimnazial (clasele a V-a, a VI-a, a VII-a și a VIII-a), obținute de aceiași elevi (din grupurile experimentale) în două contexte distincte:

- (1) testare tradițională – evaluare scrisă pe suport fizic;
- (2) testare digitală – evaluare prin REDI pe platforma Moodle.

Valorile sunt extrase din rezultatele brute ale elevilor la testul clasic și testul digital susținut pentru aceeași unitate de învățare, în condiții curriculare și organizatorice identice.

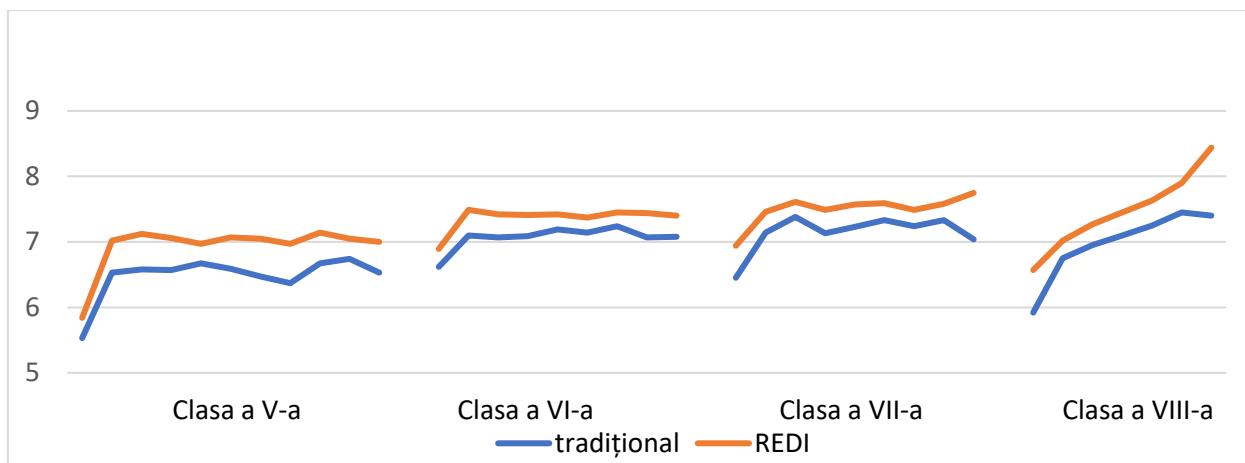


Figura 3.3. Comparația internă pentru toate clasele gimnaziale de la pre-test la post-test

Pe baza datelor sintetizate în Figura 3.3 se pot formula următoarele concluzii pedagogice:

1. Performanța elevilor este superioară în varianta digitală REDI comparativ cu testarea tradițională, pentru toate nivelurile de studiu analizate. Chiar și în cazurile unde diferențele sunt mai mici în termeni absoluți (e.g. clasa a V-a: +0,05; clasa a VI-a: +0,10; clasa a VII-a: +0,06), creșterea este consistentă și constantă, ceea ce indică o tendință clară de progres asociată intervenției digitale.
2. Cel mai mare impact este înregistrat la clasa a VIII-a, unde diferența între evaluarea tradițională (7.21) și evaluarea REDI (8.44) este de +1,23 puncte – o creștere semnificativă statistic și pedagogic, demonstrând eficiența maximă a sistemului REDI în etapa de consolidare și recapitulare premergătoare Evaluării Naționale.
3. REDI aduc beneficii reale și pentru elevii din clasele mici (V–VI), însă impactul este mai scăzut, ceea ce sugerează că eficiența sistemului crește proporțional cu maturizarea cognitivă a elevilor și dezvoltarea competențelor digitale.

În mod specific, elevii cu stiluri de învățare independente, ritm propriu sau dificultăți de concentrare au beneficiat cel mai mult de evaluarea digitală REDI, ceea ce susține rolul său compensatoriu și diferențiator în învățare, demonstrând că platformele digitale pot contribui la echitate educațională prin: *claritatea sarcinilor și structurarea conținuturilor, personalizarea prin itemi unici, feedbackul imediat și auto-corectarea greșelilor și reducerea comportamentelor pasive și creșterea autonomiei elevului.*

Un aspect esențial care explică diferențele de progres între clase este compoziția eterogenă a colectivelor, în special la nivelul clasei a V-a A. În acest grup, sunt incluși elevi cu cerințe educaționale speciale (CES) și tulburări specifice de învățare (TSI), ceea ce a influențat în mod natural valorile medii ale clasei (*a se vedea Anexa 6.8.*).

Cu toate acestea, tocmai în cazul acestor elevi, sistemul s-a dovedit a avea un impact pedagogic major, facilitând învățarea prin itemi clasici accesibili, scheme de recapitulare grafică, exerciții de completare (cloze), perechi logice, selectarea răspunsurilor corecte cu suport vizual și jocuri de asociere. Aceste resurse digitale susțin recuperarea lacunelor, automonitorizarea progresului și o creștere semnificativă a motivației pentru învățare, prin integrarea unui stil ludic și interactiv.

Un alt aspect relevant vizează elevii capabili de performanțe matematice înalte. În activități extrașcolare menite să sprijine performanța la disciplina matematică a elevilor cu potențial ridicat, implicați în programe de învățare diferențiată și personalizată prin REDI, un elev din grupul experimental, de clasa a VI-a, a fost premiat cu medalie de aur în cadrul Concursului Național (RO) CampioMATE (online), ediția 2025 (*a se vedea Anexa 6.9*). Rezultatele acestuia au fost clasate în categoria GOLD în Top Jucători la nivel național – Clasa a VI-a, Divizia Beta, 92,7% din punctajul maxim posibil, cu 184 de exerciții rezolvate corect din 200 și 5945 de puncte R-Score, reflectând un progres accelerat în învățarea matematicii prin utilizarea REDI.

În schimb, la clasa a VIII-a B, intervenția a avut o altă complexitate metodologică, adaptată nivelului superior al competențelor. Toți itemii sunt parametrizați, iar 40% dintre aceștia sunt itemi avansați, de tip STACK, care presupun introducerea de răspunsuri libere, validare simbolică în timp real și generarea automată a valorilor numerice și a expresiilor. Acest tip de evaluare solicită gândire abstractă, operare algebrică avansată și capacitate de generalizare, ceea ce permite elevilor de nivel ridicat să atingă performanțe superioare și să-și exerseze autonomia intelectuală într-un mediu digital controlat și provocator.

Prin urmare, REDI răspund eficient nevoilor diversificate ale elevilor – de la susținerea celor cu dificultăți de învățare la valorificarea potențialului celor performanți. Capacitatea adaptativă a sistemului este una dintre cele mai relevante, oferind un model diferențiat de integrare a tehnologiei în predarea matematicii la nivel gimnazial. SSI cu REDI incorporate nu reprezintă o alternativă izolată, ci un suport integrat, complementar predării tradiționale, care oferă elevilor o expunere repetată, constantă și progresivă la structuri de învățare digitală.

Acest cadru permite nu doar consolidarea achizițiilor, ci și accelerarea procesului de învățare matematică, aspect esențial în contextul unui an terminal, cu presiuni sporite asupra performanței academice. Această abordare intra-subiect permite evidențierea valorii adăugate aduse de REDI, în condițiile în care s-au păstrat constante toate celelalte variabile pedagogice (profesor, planificare, conținuturi, stil didactic, ritm de predare).

Pentru determinarea creșterii medii a performanței grupului experimental în urma aplicării REDI, a fost calculată media aritmetică ponderată a diferențelor dintre scorurile obținute la pre-test și post-test, utilizând ca ponderi numărul de elevi din fiecare clasă, astfel încât contribuția fiecărui eșantion să fie proporțională cu dimensiunea sa. Rezultatele individuale sunt următoarele: clasa a V-a (20 de elevi) – creștere medie de +1,16 puncte, clasa a VI-a (50 de elevi) – +0,51 puncte, clasa a VII-a (26 de elevi) – +0,81 puncte, iar clasa a VIII-a (33 de elevi) – +1,87 puncte. Prin aplicarea formulei mediei aritmetice ponderate, creșterea globală a performanței pentru întregul grup experimental (129 de elevi) este de +1,02 puncte dintr-un total de 10. Aceasta indică o îmbunătățire semnificativă, de aproximativ 10% a performanțelor medii a grupului experimental de la pre-test la post-test, atribuibilă utilizării REDI.

Pentru a completa această analiză intra-subiect și a valida rezultatele obținute, este necesară extinderea demersului către o comparație externă, care să evidențieze diferențele de performanță între elevii care au utilizat REDI și cei care au urmat exclusiv parcursul tradițional.

Comparația externă (inter-subiect): clasa experimentală vs. clasa de control

Cea de-a doua dimensiune a validării sistemului suport inteligent constă în realizarea unei comparații externe (inter-subiect), între două eșantioane distincte (grup experimental vs. grup de control) pentru fiecare an de studiu din ciclul gimnazial. Comparația între grupurile experimentale și cele de control oferă un cadru obiectiv de validare a eficienței SSI, întrucât ambele eșantioane sunt echivalente statistic înaintea experimentului pedagogic și au parcurs aceleași unități de învățare, diferența constând exclusiv în metoda de instruire (digitală vs. tradițională).

Tabelele 3.11-3.14 ilustrează superioritatea intervenției digitale, față de cea tradițională.

Tabelul 3.11 Comparația externă a claselor a V-a

Media claselor a V-a	Grup control	Grup experimental	Diferența pe același conținut
Test inițial	5.71	5.84	0.13
Operații cu nr naturale fără puteri	6.27	7.02	0.75
Puteri cu exponent natural ale unui nr natural	6.73	7.12	0.39
Metode aritmetice de rezolvare a problemelor	6.81	7.06	0.25
Divizibilitatea nr naturale	6.55	6.97	0.42
Fracții ordinare	6.47	7.07	0.6
Fracții zecimale	6.57	7.05	0.48
Elemente de geometrie euclidiană	6.67	6.97	0.3
Unghiuri	6.86	7.14	0.28
Unități de măsură pentru lungime, arie și volum	6.87	7.05	0.18
Test final	6.5	7	0.5
Progres global: pre-test → post-test	0.79	1.16	0.37

Pentru clasa a V-a, diferențele între cele două grupuri s-au manifestat pozitiv la toate unitățile de conținut, oscilând între +0,18 și +0,75 puncte, ceea ce a confirmat valoarea adăugată de REDI. Cele mai consistente diferențe s-au înregistrat la operații cu numere naturale fără puteri (+0,75) și la fracții ordinare (+0,60), iar progresul global este de +1,16 puncte în grupul experimental, față de doar +0,79 în grupul de control. Această evoluție este datorată învățării prin itemii clasici ușor de parcurs de către elevii cu cerințe educaționale speciale, prezenți în eșantionul experimental. În continuare, analiza este extinsă în mod firesc la clasa a VI-a.

Tabelul 3.12 Comparația externă a claselor a VI-a

Media claselor a VI-a	Grup control	Grup experimental	Diferența pe același conținut
Test inițial	6.75	6.89	0.14
Mulțimi	7.1	7.49	0.39
Divizibilitatea numerelor naturale	7.17	7.42	0.25
Rapoarte și proporții	7.06	7.41	0.35
Mulțimea numerelor întregi	6.82	7.42	0.6
Mulțimea numerelor raționale	6.89	7.37	0.48
Unghiuri, paralelism, perpendicularitate în plan	7.15	7.45	0.3
Triunghiul și proprietățile triunghiurilor	7.16	7.44	0.28
Test final	7.1	7.4	0.3
Progres global: pre-test → post-test	0.35	0.51	0.16

În cazul claselor a VI-a, progresul este ceva mai redus comparativ cu celelalte niveluri, însă constant și clar conturat. Diferențele medii pe conținut sunt moderate (între +0,25 și +0,60), cu un avantaj semnificativ pentru REDI la conținuturile algebrice precum *Mulțimea numerelor întregi* (+0,60) sau *Mulțimea numerelor raționale* (+0,48). Progresul global este de +0,51 în grupul experimental, față de doar +0,35 în cel de control. În continuare, analiza este extinsă la clasa a VII-a, în contextul unor conținuturi matematice cu un grad mai ridicat de abstractizare și complexitate.

Tabelul 3.13 Comparația externă a claselor a VII-a

Media claselor a VII-a	Grup control	Grup experimental	Diferența pe același conținut
Test inițial	7.01	6.94	-0.07
Mulțimea numerelor reale	7.42	7.46	-0.03
Ecuatii și sisteme de ecuații	7.5	7.61	+0.11
Perimetre și arii ale patrulaterelor	7.35	7.49	+0.14
Elementele poligoanelor regulate	7.5	7.57	+0.07
Lungimea cercului și aria discului	7.37	7.59	+0.22
Organizarea datelor într-un sistem de axe ortogonale	7.45	7.49	+0.05
Teoreme în triunghiul dreptunghic și elemente de trigonometrie	7.25	7.58	+0.33
Test final	7.5	7.75	+0.25
Progres global: pre-test → post-test	0.5	0.81	+0.31

La clasa a VII-a, deși grupul de control a avut o medie inițială ușor superioară (7,01 față de 6,94), grupul experimental a depășit ulterior performanțele acestuia la toate testele, înregistrând un progres global mai mare (+0,81 față de +0,50). Cele mai mari diferențe sunt înregistrate la *Teoreme în triunghiul dreptunghic și trigonometrie* (+0,33) și la *Lungimea cercului și aria discului* (+0,22), indicând eficiența clară a evaluării prin REDI în domeniile aplicative și geometrice. În continuitatea rezultatelor obținute la clasa a VII-a, analiza este extinsă la clasa a VIII-a, urmărind în ce măsură avantajele generate de utilizarea REDI se mențin sau se amplifică în contextul unor conținuturi matematice cu grad ridicat de abstractizare și al presiunii evaluării finale naționale.

Tabelul 3.14. Comparația externă a claselor a VIII-a

Media claselor a VIII-a	Grup control	Grup experimental	Diferența pe același conținut
Test inițial	6.68	6.57	-0.11
Calcul algebric	7	7.02	+0.02
Ecuția grad II	7.15	7.27	+0.12
Funcția grad I	7.2	7.45	+0.25
Arii și volume poliedre	7.35	7.63	+0.28
Corpuri rotunde	7.48	7.9	+0.42
Test final	7.6	8.24	+0.64
Progres global: pre-test → post-test	0.92	1.67	+0.75

Pentru clasa a VIII-a, rezultatele sunt remarcabile: deși grupul experimental a avut o medie inițială mai mică (6,57 față de 6,68), acesta a depășit net performanțele clasei de control în testul final, obținând o medie de 8,24 față de 7,60. Progresul global este aproape dublu în favoarea intervenției REDI (+1,67 față de +0,92), confirmând astfel eficiența pedagogică a acestei abordări. Această evoluție accelerată este corelată direct cu maturitatea elevilor și cu presiunea Evaluării Naționale, dar și cu ponderea ridicată de itemi parametrizați și STACK la clasa a VIII-a, contribuind la dezvoltarea competențelor de nivel superior (analiză, sinteză, aplicare).

Analiza mediilor aritmetice ale celor două eșantioane, coroborată cu analiza pe intervale de notare și distribuția notelor, evidențiază o tendință clară de progres înregistrată de eșantionul experimental, cu o creștere constantă a performanței în raport cu propria linie de bază (pre-testul), dar și în comparație cu rezultatele grupului de control. Mediile utilizate sunt cele obținute la testele aplicate pe parcursul etapei experimentale, pe baza datelor brute înregistrate, analizate și interpretate în secțiunile anterioare. Valorile sunt extrase din analiza diferențelor directe între notele elevilor din cele două grupuri experimentale, la testul clasic și testul digital, susținute în condiții curriculare și organizatorice identice.

Figura 3.4 evidențiază comparația externă între grupurile de control și cele experimentale, pentru fiecare clasă gimnazială, în ceea ce privește evoluția mediilor la toate evaluările sumative.

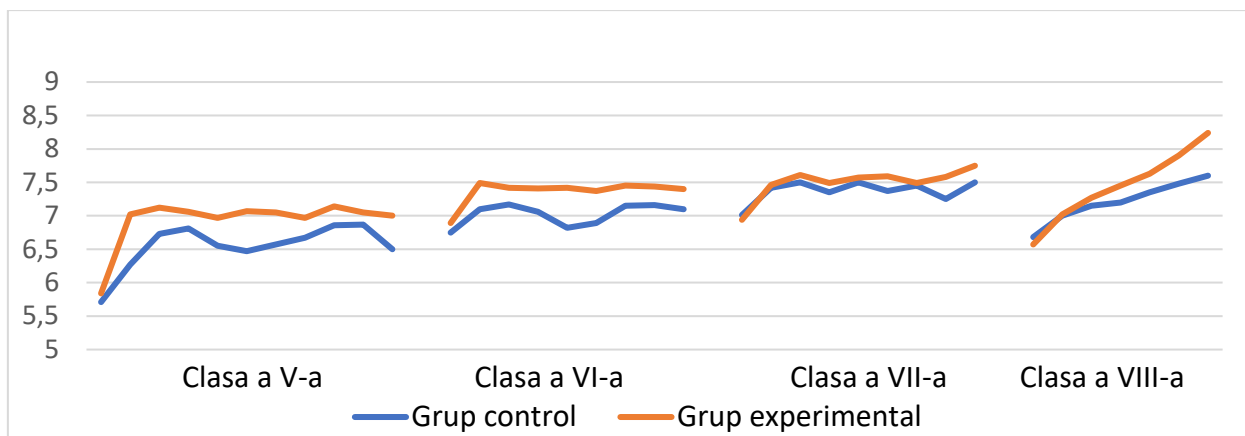


Figura 3.4 Comparația externă de la pre-test la post-test pentru toate clasele gimnaziale

Comparația externă a mediilor obținute de la pre-test la post-test din grupurile experimentale și cele de control validează eficiența intervenției prin REDI la toate nivelurile gimnaziale. Rezultatele comparative arată următoarele diferențe de progres obținut de grupul experimental față de cel de control: clasa a V-a – +0,37 puncte, clasa a VI-a – +0,16 puncte, clasa a VII-a – +0,31 puncte, iar clasa a VIII-a – +0,75 puncte. Media aritmetică ponderată a acestor valori, calculată în funcție de numărul de elevi din fiecare clasă, indică o diferență globală de +0,47 puncte din 10, în favoarea grupului experimental. Aceasta confirmă că REDI au generat o creștere medie de aproximativ 5% a performanței globale comparativ cu abordarea tradițională.

Analiza comparativă realizată la nivelul post-testului urmărește identificarea efectului intervenției educaționale bazate pe resurse educaționale digitale inteligente, prin compararea rezultatelor obținute de grupul experimental cu cele ale grupului de control. Toate analizele statistice au fost realizate în Microsoft Excel, utilizând testul t pentru eșantioane independente și testul Levene pentru verificarea omogenității varianțelor (*a se vedea Tabelul 3.15*).

Tabelul 3.15 Comparația externă la post-test

Clasa	Media Experimental	Media Control	SD Experimental	SD Control	Levene p	t	df	p (two-tailed)	Cohen's d
V	7.00	6.50	1.40	1.33	0.65	1.17	39	0.25	0.37
VI	7.38	7.10	1.33	1.21	0.39	1.08	94	0.28	0.22
VII	7.75	7.50	1.31	1.35	0.91	0.67	49	0.50	0.19
VIII	8.24	7.60	1.06	1.28	0.21	2.18	62	0.03	0.54

Valorile testului Levene (p între 0.21 și 0.91) confirmă omogenitatea varianțelor între grupuri, ceea ce susține aplicarea testului t pentru eșantioane independente în toate clasele analizate. Rezultatele obținute la post-test relevă o situație frecvent întâlnită în cercetarea educațională: testele de semnificație statistică ($p > 0.05$) nu indică diferențe semnificative între grupuri la clasele V, VI și VII, în timp ce indicatorul mărimii efectului (Cohen's d) sugerează existența unui impact educațional real și consistent.

Această aparentă contradicție nu reprezintă o anomalie metodologică, ci reflectă o limitare cunoscută a testului t , a cărei sensibilitate este influențată de mărimea eșantionului și de variabilitatea internă a datelor. În contextul prezentei cercetări, deși eșantioanele sunt de dimensiuni consistente (N experimental = 129, N control = 123), variabilitatea performanțelor elevilor ($SD = 1.06\text{--}1.40$) reduce puterea statistică a testului în detectarea diferențelor de magnitudine mică sau moderată. Această situație este caracteristică cercetării educaționale, unde factorii contextuali precum diferențele individuale, ritmurile de învățare și variabilele motivaționale introduc o dispersie suplimentară în date, diminuând probabilitatea atingerii pragului de semnificație statistică. Spre deosebire de testul t , Cohen's d nu este dependent de dimensiunea eșantionului, ci exprimă diferența standardizată dintre mediile celor două grupuri, oferind o estimare mai stabilă și mai relevantă din punct de vedere practic al impactului intervenției. Interpretarea valorilor Cohen's d se realizează prin raportare la cadrul de referință propus de Hattie (2007), conform căruia orice intervenție educațională cu $d < 0,15$ reprezintă un progres care s-ar fi produs oricum prin dezvoltare naturală, valorile cuprinse între $0,15$ și $0,40$ indică efecte reale datorate acțiunii didactice — zona efectelor profesorului —, iar valorile $d \geq 0,40$ depășesc bara de referință a eficacității medii a intervențiilor educaționale, intrând în zona efectelor dorite. Valorile Cohen's d cuprinse între $0,19$ și $0,54$, înregistrate în prezentul studiu, confirmă că utilizarea SSI produce efecte educaționale reale, situate între zona efectelor profesorului și zona efectelor dorite, ceea ce este consistent cu așteptările pentru o intervenție de scurtă durată la nivel gimnazial. Rezultatul cel mai relevant din punct de vedere statistic se înregistrează la clasa a VIII-a, unde testul t indică o diferență semnificativă între grupuri ($t(62) = 2.18$, $p = 0.03$), iar Cohen's $d = 0.54$ confirmă un efect de mărime medie, sugerând că impactul intervenției este mai pronunțat odată cu creșterea nivelului de complexitate cognitivă. În ansamblu, consistența mediilor superioare ale grupului experimental în toate clasele analizate, coroborată cu valorile pozitive ale mărimii efectului, susține concluzia că implementarea SSI contribuie la ameliorarea performanțelor școlare, cu efecte care se amplifică progresiv către clasele terminale ale gimnaziului.

Analiza performanțelor elevilor din grupul experimental la etapa de re-test

O contribuție esențială la validarea empirică a eficienței SSI o constituie analiza performanțelor elevilor în etapa de re-test, realizată în luna septembrie 2025, la începutul noului an școlar. Această etapă a avut un rol strategic în **verificarea retenției și stabilității achizițiilor matematice** obținute prin utilizarea REDI pe platforma Moodle.

După finalizarea fazei experimentale din anul școlar 2024–2025, elevii din grupul experimental au beneficiat de o perioadă de vacanță fără activități formale, urmată de o revenire graduală în procesul de învățare, printr-o recapitulare interactivă asistată digital. În acest context, testele aplicate în etapa de re-test au vizat aceleași competențe matematice evaluate în post-test (iunie 2025), pentru a permite verificarea retenției după o perioadă de pauză experimentală. Datele sintetizate în *Anexa 10* evidențiază faptul că numărul total de încercări complete notate este, în medie, aproape dublu față de numărul inițial de încercări, ceea ce confirmă reluarea activă a testelor de către elevi în etapa de re-test. Această creștere reflectă nu doar o participare sporită, ci și un comportament de învățare autoreglat, în care elevii au utilizat feedbackul automat furnizat de platformă pentru a-și îmbunătăți performanțele individuale.

Datele sintetizate în Tabelul 3.16 ilustrează clar evoluția mediilor obținute de elevii din grupul experimental la cele trei momente-cheie ale cercetării – pre-test, post-test și re-test.

Tabelul 3.16 Compararea rezultatelor grupului experimental la pre, post și re-test

Clasa/Media	pre-test (septembrie 2024)	post-test (iunie 2025)	re-test (septembrie 2025)
Clasa a V-a	5,84	7	6,78
Clasa a VI-a	6,89	7,4	7,15
Clasa a VII-a	6,94	7,75	7,52
Clasa a VIII-a	6,57	8,24	-

Rezultatele arată că, în toate clasele gimnaziale re-testate, s-au menținut valori superioare față de nivelul inițial (pre-test), chiar și după perioada de vacanță. Acest fapt confirmă *durabilitatea învățării și retenția cognitivă* generate de utilizarea SSI. Mai precis:

- La clasa a V-a se observă o menținere a performanței peste nivelul inițial, cu o scădere minoră de doar 0,22 p. față de post-test, explicabilă prin vârsta mică a elevilor și natura procedurală a conținuturilor.
- La clasa a VI-a diferența dintre media post-test (7,4) și re-test (7,15) indică o retenție solidă a competențelor, susținută de structura algoritmică a itemilor parametrizați.
- La clasa a VII-a se constată cea mai bună stabilitate (7,75 → 7,52), ceea ce sugerează o însușire conceptuală eficientă a noțiunilor algebrice și geometrice consolidate prin testele STACK, care confirmă *impactul formativ de durată* al sistemului.
- La clasa a VIII-a nu a mai fost realizată etapa de re-test, întrucât elevii respectivi au absolvit ciclul gimnazial în iunie 2025 și au migrat în învățământul liceal. Din motive administrative și etice, nu este posibilă re-evaluarea lor în cadrul aceleiași instituții sau pe aceeași platformă Moodle. Cu toate acestea, rezultatele lor din etapa de *post-test* sunt semnificativ mai ridicate comparativ cu valorile *pre-test*, reprezentând cea mai mare creștere procentuală din întregul eșantion experimental (+1,67 p.).

Rezultatele relevă o stabilitate ridicată a performanțelor între etapa post-test și cea de re-test, cu scăderi nesemnificative statistice (sub 0,2 puncte în medie), ceea ce indică o retenție cognitivă solidă și confirmă durabilitatea efectului formativ al sistemului REDI.

Elevii care au reluat testele la începutul noului an școlar au demonstrat capacitatea de a reconstitui rapid algoritmi de rezolvare, chiar după o perioadă de întrerupere a activității școlare. Creșterea notelor de la pre-test la post-test și menținerea lor aproape constante la re-test confirmă eficiența SSI ca *mecanism de consolidare a învățării prin feedback automat*, în special datorită funcționalităților de tip *review mode* și *feedback adaptiv* integrate în STACK (Brănoaea, 2025d). Elevii au reușit să conserve rezultatele după o perioadă de neexpunere la conținut, ceea ce demonstrează că SSI nu doar sprijină performanța imediată, ci contribuie la formarea unor structuri cognitive stabile. Pentru a completa analiza performanțelor elevilor și a susține aceste concluzii prin indicatori obiectivi, investigația este extinsă asupra datelor furnizate de platforma Moodle, care permit o evaluare statistică detaliată a rezultatelor.

3.2. Validarea SSI pe baza rapoartelor Moodle

Evaluarea globală a eficienței SSI a fost realizată pe baza datelor generate automat de platforma Moodle pentru toate testele de evaluare aplicate eșantionului experimental și a rapoartelor de analiză a itemilor. Analiza comparativă a indicatorilor statistici confirmați de Moodle – *nota medie*, *deviația standard*, *asimetria*, *kurtosis*, *coeficientul de consistență internă* și *eroarea standard* – permit validarea cantitativă riguroasă a funcționalității și calității a SSI. Acești parametri oferă informații complementare despre *nivelul performanțelor elevilor*, *stabilitatea măsurării*, *omogenitatea conceptuală a testelor* și *acuratețea notării automate*. Pentru orientare rapidă numele fiecărui indicator este însoțit de abrevierea sa și numărul liniei de tabel în care se conține (a se vedea Anexa 10).

Nota medie exprimă performanța globală a grupului de elevi la un test și este utilizată pentru a evalua progresul între primele și ultimele încercări. O creștere a mediilor între încercări succesive confirmă efectul formativ al SSI și eficiența feedbackului automat. Interpretarea detaliată a indicatorilor este următoarea:

- Nota medie a primelor încercări – reprezintă performanța medie obținută de elevi la prima tentativă completă de rezolvare a testului; constituie punctul de referință pentru analiza progresului ulterior;
- Nota medie a tuturor încercărilor – reflectă performanța generală a clasei pe întregul set de tentative, incluzând atât rezultatele inițiale, cât și cele ulterioare, analizate pe toate încercările complete;

- Nota medie a ultimelor încercări – surprinde nivelul de performanță corespunzător ultimei încercări efectuate de fiecare elev;
- Nota medie a încercărilor cu cea mai mare notă – exprimă performanța maximă atinsă de fiecare elev în raport cu toate încercările sale; evidențiază potențialul cognitiv superior și eficiența învățării autoreglate;
- Nota medie – reprezintă media generală a tuturor valorilor raportate pentru un test, oferind o imagine sintetică asupra eficienței SSI la nivel de grup.

Deviația standard măsoară gradul de dispersie a rezultatelor în raport cu media. Valorile mici (sub 15%) indică o coerență ridicată a învățării și o stabilitate a performanței, în timp ce valorile mai mari sugerează diferențe individuale semnificative în ritmul de învățare.

În contextul evaluării formative digitale, o variație moderată a deviației standard este optimă, semnalând echilibrul între diferențiere și omogenitate.

Asimetria (Skewness) arată forma distribuției rezultatelor față de media aritmetică. Asimetria negativă semnalează o concentrare a scorurilor în zona superioară, tipică testelor formative, unde majoritatea elevilor ating performanțe bune datorită feedbackului automatizat, în timp ce asimetria pozitivă poate apărea în fazele inițiale ale învățării, când sarcinile sunt mai dificile și rezultatele se distribuie în zona inferioară.

Kurtosis descrie gradul de „ascuțime” al curbei distribuției rezultatelor. Valorile pozitive indică o distribuție leptocurtică, adică scoruri strâns grupate în jurul mediei, iar valorile negative semnalează o dispersie mai mare, unde există diferențe mai pronunțate între elevi.

Coeficientul de consistență internă (Cronbach's α) reflectă gradul în care itemii unui test măsoară aceeași competență sau construct. Valorile peste 0,70 indică o fiabilitate bună, valorile între 0,50–0,70 o fiabilitate medie, iar valorile sub 0,50 pot semnala itemi eterogeni sau ponderi neechilibrate.

Eroarea standard măsoară precizia estimării scorului mediu. O eroare standard scăzută (5–10%) reflectă stabilitatea evaluării automate și consistența notării între încercări. În testele formative computerizate, o eroare standard moderată este considerată optimă, deoarece indică variații naturale între răspunsurile elevilor la itemi parametrizați.

În rapoartele Moodle, numărul inițial de încercări notate complet nu coincide neapărat cu efectivul claselor experimentale, ci se referă la testele finalizate integral și trimise spre evaluare, astfel încât unele încercări incomplete sau abandonate nu sunt incluse în statistică. Acest aspect este normal în testarea online, unde pot apărea întreruperi tehnice sau diferențe de ritm de lucru. Eșantionul de încercări complete rămâne reprezentativ, iar valorile rezultate sunt valide statistic și pedagogic, confirmând caracterul autoreglator și eficiența SSI.

3.2.1. Validarea bateriei de teste pentru clasa a V-a

Corelarea indicatorilor oferă o imagine completă asupra validității empirice și didactice a REDI pentru clasa a V-a (*pentru detalii a se vedea Anexa 10.1*).

(1) Progresul performanțelor și efectul formativ. Compararea mediilor între prima încercare (83,1%) și ultima încercare (91,7%) evidențiază o creștere medie de aproximativ 8,6 puncte procentuale, confirmând eficiența procesului de învățare prin feedback automat și repetare adaptivă. Cele mai consistente progrese s-au observat la testele „*Puteri cu exponent natural*” (+12,8%) și „*Unghiuri*” (+15,2%), unde feedbackul automat pas cu pas al pluginului STACK a ghidat clar remedierea erorilor.

(2) Stabilitatea și fiabilitatea măsurării. Indicatorii statistici ai distribuției scorurilor arată o dispersie controlată a rezultatelor, cu deviații standard între 7,9% și 19,5%. Distribuțiile *asimetrice negative* (e.g. -2,85 la „Operații cu numere naturale”) indică o concentrare a scorurilor în zona superioară, specifică evaluărilor formative. Valorile *Kurtosis* pozitive (până la 8,45) sugerează o *distribuție leptocurtică* (*vârful curbei distribuției statistice este mai înalt și mai îngust decât într-o distribuție normală*), în care scorurile sunt grupate strâns în jurul mediilor ridicate – dovadă a progresului colectiv și a stabilității învățării. Coeficientul de consistență internă variază între 69% și 80% pentru majoritatea testelor, ceea ce confirmă omogenitatea conceptuală a itemilor și fiabilitatea medie-înaltă a instrumentului de măsurare. Valorile atipice (e.g. -1,98% pentru „Divizibilitatea numerelor naturale”) sunt explicabile prin numărul mic de itemi sau diferențele de ponderare și nu afectează semnificativ validitatea generală a sistemului.

(3) Eroarea de măsurare și relevanța evaluării. Eroarea standard medie pentru toate testele clasei a V-a este de 8,6%, situându-se în intervalul optim pentru testele formative computerizate, conform literaturii de specialitate. Raportul de eroare variază între 43% și 63% pentru majoritatea testelor, ceea ce denotă o bună stabilitate a notării automate și o dispersie rezonabilă între încercări.

(4) Corelarea indicatorilor tehnologici cu performanța cognitivă. Datele din rapoartele Moodle confirmă că elevii au obținut cele mai bune rezultate la testele care integrează feedback simbolic și verificare algebrică automată (STACK) – e.g. la „*Puteri cu exponent natural*” și „*Lungime, arie, volum – nivel 2*”, unde nota medie finală a depășit 93%. În schimb, testele bazate preponderent pe itemi statici (e.g. alegere multiplă sau răspuns scurt fără validare simbolică) au înregistrat o ușoară plafonare a progresului.

3.2.2. Validarea bateriei de teste pentru clasa a VI-a

Datele detaliate ale raportului generat de Moodle pentru clasa a VI-a sunt prezentate în tabelul din Anexa 10.2, iar principalele argumente interpretative sunt expuse în continuare.

(1) Progresul performanțelor și efectul formativ. Compararea mediilor între prima încercare (media generală 86,4%) și ultima încercare (media generală 91,3%) evidențiază o creștere medie de aproximativ 4,9 puncte procentuale, confirmând eficiența procesului de învățare prin feedback automat și repetare adaptivă. Cele mai consistente progrese s-au observat la testele „*Rapoarte și proporții*” (+5,3 p.p.) și „*Mulțimea numerelor raționale*” (+2,2 p.p.), unde feedbackul personalizat a condus la remedierea erorilor și înțelegerea conceptelor. De asemenea, la testele geometrice („*Unghiuri și paralelism*” și „*Triunghiul*”), progresul peste 6 p.p. confirmă eficiența combinării itemilor statici (recunoaștere de concepte) cu itemii parametrizați (validare simbolică a relațiilor geometrice).

(2) Stabilitatea și fiabilitatea măsurării. Indicatorii statistici ai distribuției scorurilor arată o *dispersie controlată a rezultatelor*, cu deviații standard cuprinse între 8,63% (pentru *Mulțimea numerelor întregi*) și 17,62% (pentru *Mulțimea numerelor raționale*). Distribuțiile asimetrice negative (e.g. : $-2,16$ pentru *Mulțimea numerelor întregi*) indică o *concentrare a scorurilor în zona superioară, specifică* evaluărilor formative. Valorile pozitive ale indicatorului *Kurtosis* sugerează o distribuție *leptocurtică*, în care scorurile sunt grupate strâns în jurul mediilor ridicate – dovadă a progresului colectiv și a stabilității învățării. Coeficientul de consistență internă (Cronbach's α) variază între 46,85% (*Proprietățile triunghiurilor*) și 86,85% (*Mulțimea numerelor raționale*), confirmând *omogenitatea conceptuală a itemilor și fiabilitatea medie-înaltă a instrumentului de măsurare*. Valorile sub 50% sunt explicabile prin numărul redus de itemi, gradul scăzut de discriminare sau ponderarea neuniformă și nu afectează semnificativ validitatea generală a sistemului.

(3) Eroarea de măsurare. Eroarea standard medie pentru toate testele clasei a VI-a se situează în *intervalul optim pentru testele formative computerizate* (5–10%). Raportul de eroare variază între 36,27% (*Mulțimea numerelor raționale*) și 72,91% (*Proprietățile triunghiurilor*), ceea ce denotă o *bună stabilitate a notării automate și o dispersie rezonabilă între încercări*.

(4) Corelarea indicatorilor tehnologici cu performanța cognitivă. Datele din rapoartele Moodle confirmă că elevii au obținut cele mai bune rezultate la testele care integrează feedback simbolic și verificare algebrică automată– spre exemplu, „*Mulțimea numerelor raționale*” și „*Mulțimea numerelor întregi*”, unde nota medie finală a depășit 93%. În schimb, testele bazate preponderent pe itemi clasici precum „*Rapoarte și proporții*” sau „*Cerc*”, au înregistrat o plafonare a progresului după 2–3 încercări, deși mențin o medie finală ridicată (peste 85%).

3.2.3. Validarea bateriei de teste pentru clasa a VII-a

Datele statistice pentru clasa a VII-a sunt prezentate în Anexa 10.3, iar interpretarea lor este realizată în continuare.

(1) Progresul performanțelor și efectul formativ. Compararea mediilor între prima încercare (78,6%) și ultima încercare (88,8%) evidențiază o creștere medie de aproximativ 10,2 p.p., ceea ce confirmă eficiența procesului formativ bazat pe feedback automatizat și parametrizare dinamică. Cele mai consistente progrese s-au observat la testele „*Mulțimea numerelor reale*” și „*Perimetre și arii*”, unde elevii au beneficiat de itemi parametrizați ce stimulează raționamentul operațional și transferul cognitiv. În schimb, testele „*Ecuații și sisteme*” și „*Teoreme în triunghiul dreptunghic*” au înregistrat medii inițiale mai scăzute ($\approx 64\%$) datorită complexității simbolice și volumului de calcul, însă progresul în încercările ulterioare (până la 72 %) reflectă asimilarea graduală a algoritmilor matematici.

(2) Stabilitatea și fiabilitatea măsurării. Deviațiile standard variază între 12,1 % (*Mulțimea numerelor reale*) și 19,9 % (*Teoreme în triunghiul dreptunghic*), indicând o *dispersie controlată* a performanțelor. Distribuțiile ușor asimetrice negative (e.g. -1,22 pentru *Mulțimea numerelor reale*, -1,33 pentru *Elementele poligoanelor regulate*) arată o *concentrare a rezultatelor în zona superioară*, semn distinctiv al unei evaluări formative eficiente. Valorile *Kurtosis* pozitive (până la 3,43) sugerează o *distribuție leptocurtică*, cu rezultate grupate în jurul mediilor mari – indiciu al consolidării cunoștințelor și al omogenității conceptuale. Coeficientul de consistență internă (α Cronbach) atinge valori ridicate, între 70 % și 81 %, pentru majoritatea testelor parametrizate, ceea ce confirmă *fiabilitatea ridicată și echilibrul între dificultate și discriminare*. Valorile foarte scăzute (1,62 % – 42 %) în testul „*Ecuații și sisteme*” sunt explicabile prin numărul redus de itemi și diferențele mari de pondere între întrebările cu validare simbolică și numerică, fără a compromite validitatea generală a sistemului.

(3) Eroarea de măsurare și relevanța evaluării. Eroarea standard medie este de aproximativ 10 %, încadrându-se în intervalul optim pentru testele formative computerizate. Raportul de eroare este în general moderat (42 % – 55 % pentru testele parametrizate), ceea ce indică o *bună stabilitate a algoritmilor de notare automată*. Nivelurile mai ridicate ale erorii se explică prin *variația mare a expresiilor matematice valide* și prin sensibilitatea ridicată la formă (spațieri, ordinea termenilor, simboluri). Totuși, acest tip de eroare este *constructiv din punct de vedere didactic*, întrucât forțează elevul să respecte rigorile scrierii matematice formale și dezvoltă competențe metacognitive.

(4) Corelarea indicatorilor tehnologici cu performanța cognitivă. Analiza rapoartelor Moodle arată că cele mai bune rezultate sunt obținute la testele care includ feedback simbolic și verificare algebrică automată, în special „*Mulțimea numerelor reale*” (91,4 %) și „*Perimetre și arii*” ($\approx 83,5$ %). Aceste teste au oferit elevilor oportunitatea de a vizualiza erorile de calcul în timp real și de a relua rezolvarea cu parametri noi, ceea ce a favorizat *învățarea prin autoreglare și reflecție matematică*. În schimb, testele ce conțin mai mulți itemi statici („*Ecuatii și sisteme*”, „*Teoreme în triunghiul dreptunghic*”) au produs un progres mai lent și o dispersie mai mare a scorurilor. Astfel, *prezența feedbackului simbolic și gradul de interactivitate al itemilor sunt direct corelate cu creșterea performanței medii și cu reducerea erorilor standard*.

În continuare, demersul de validare a bateriei de teste este exploatat la nivelul clasei a VIII-a, unde procesul de evaluare este extins prin teste parametrizate 100%.

3.2.4. Validarea bateriei de teste pentru clasa a VIII-a

Elevii se află în an terminal de gimnaziu, etapă în care activitatea didactică este orientată prioritar către pregătirea pentru Evaluarea Națională, ceea ce conferă un grad sporit de relevanță rezultatelor obținute în acest context. Datele statistice detaliate generate de Moodle sunt prezentate în *Anexa 10.4*, iar principalele raționamente justificative sunt expuse în continuare.

(1) Progresul performanțelor și efectul formativ. Compararea mediilor între prima încercare (media generală $\sim 81,03\%$) și ultima încercare (media generală $\sim 89,60\%$) evidențiază o creștere medie de aproximativ 8,6 puncte procentuale, confirmând eficiența procesului de învățare prin feedback automat și repetare adaptivă. Cele mai consistente progrese s-au observat la testele Intervale de nr. reale, Calcul algebric și Funcția de grad I, unde feedbackul automat pas cu pas al pluginului STACK a ghidat clar remedierea erorilor.

(2) Stabilitatea și fiabilitatea măsurării. Indicatorii statistici ai distribuției scorurilor arată o dispersie controlată a rezultatelor, cu deviații standard între 14,5% și 21,5%. Distribuțiile asimetrice negative (e.g. Intervale de nr. reale $-1,85$) indică o concentrare a scorurilor în zona superioară, specifică evaluărilor formative. Valorile Kurtosis pozitive (până la 3,6) sugerează o distribuție leptocurtică, în care scorurile sunt grupate strâns în jurul mediilor ridicate – dovadă a progresului colectiv și a stabilității învățării. Coeficientul de consistență internă variază între 78,5% și 88% pentru majoritatea testelor, ceea ce confirmă *omogenitatea conceptuală a itemilor și fiabilitatea medie-înaltă a instrumentului de măsurare*. Valorile atipice (e.g. $-0,95$) sunt explicabile prin numărul mic de itemi sau diferențele de ponderare și nu afectează semnificativ validitatea generală a SSI.

(3) Eroarea de măsurare și relevanța evaluării. Eroarea standard medie pentru toate testele clasei a VIII-a este de $\sim 8,0\%$, situându-se în intervalul optim pentru testele formative computerizate. Raportul de eroare variază între $32,5\%$ și $52,5\%$, ceea ce denotă o bună stabilitate a notării automate și o dispersie rezonabilă între încercări.

(4) Corelarea indicatorilor tehnologici cu performanța cognitivă. Datele din rapoartele Moodle confirmă că elevii au obținut cele mai bune rezultate la testele parametrizate 100% , unde nota medie finală a depășit 90% . În schimb, testele teoretice bazate preponderent pe itemi statici au înregistrat o ușoară plafonare a progresului.

3.2.5. Analiza generală a rapoartelor Moodle și implicațiile pedagogice

Analiza integrală a bateriei de teste demonstrează că SSI asigură o măsurare echitabilă, repetabilă și obiectivă a achizițiilor matematice. Itemii parametrizați permit personalizarea sarcinilor și reducerea erorii umane și elevii înregistrează creșteri semnificative ale performanței.

Analiza cumulativă a rapoartelor Moodle asupra calității bateriei de teste arată că sistemul reușește să mențină echilibrul între dificultate, discriminare și progres individual, asigurând condițiile unei evaluări formative reale, în special:

- Itemii parametrizați, de tip *Calculat* permit exersarea repetitivă a algoritmilor fără niciun efort suplimentar din partea profesorilor pentru editarea/corectarea evaluărilor de-a lungul timpului.
- Utilizarea pluginului *STACK* permite validarea expresiilor simbolice exacte, evitând aproximările numerice și consolidând gândirea formală.
- Rapoartele Moodle confirmă faptul că majoritatea testelor se încadrează în intervalul optim de dificultate ($50\text{--}80\%$), cu indici de discriminare pozitivi, ceea ce validează calitatea didactică a itemilor și funcționalitatea algoritmilor de generare automată.

Rezultatele obținute susțin validitatea empirică și eficiența pedagogică a SSI, evidențiind faptul că sistemul depășește simpla digitalizare a evaluării și funcționează ca un instrument de învățare formativă, orientat spre stimularea motivației, autonomiei și progresului individual în matematică. Totodată, acestea indică faptul că SSI poate fi în continuare îmbunătățit, rafinat și extins, în funcție de cerințele didactice și de diversificarea situațiilor de învățare. Bateria de teste analizată reprezintă, în acest sens, un prototip funcțional, conceput și experimentat în cadrul programului doctoral, care validează direcțiile de dezvoltare ulterioară ale sistemului.

3.3. Promovarea REDI în cadrul unui proiect internațional de transfer tehnologic în învățământul profesional tehnic din Republica Moldova

În sprijinul obiectivelor tezei de doctorat, o parte dintre REDI proiectate ca instrumente de automatizare a evaluării în matematică, au fost promovate în cadrul unui proiect internațional desfășurat sub egida Ministerului Educației și Cercetării din Republica Moldova, conform Ordinului MEC nr. 364 din 18 martie 2025. Proiectul cu titlul „*Creșterea performanței academice la disciplina Informatică TIC, din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de e-learning Moodle*” s-a desfășurat în perioada martie – decembrie 2025 și este găzduit pe platforma digitală oficială a Centrului de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale (CEITI). Scopul strategic al acestei implementări este acela de a demonstra **transferabilitatea și sustenabilitatea** sistemului în medii educaționale cu profil diferit.

În cadrul echipei mixte de cercetare, alcătuită din specialiști în informatică, TIC și politici educaționale din Republica Moldova și România, autoarea a contribuit semnificativ la proiect în calitate de dezvoltator de itemi matematici parametrizați, cu responsabilitatea de corelare tematică a itemilor propuși cu documentele curriculare oficiale în vigoare în cele două țări partenere – România și Republica Moldova:

- Programa școlară pentru disciplina Matematică, ciclul gimnazial, clasele V–VIII, aprobată prin *Ordinul MEN 3393/2017 din România*;
- Curriculum pentru clasele a X-a – a XII-a, Matematică, profil real, aprobat de *MECC al Republicii Moldova, prin ordinul nr. 906 din 17.07.2019*.

În cadrul proiectului cu tematică TIC, autoarea a administrat componenta disciplinară de matematică, prin: proiectarea și verificarea itemilor matematici parametrizați, corelarea curriculară între programele matematice din învățământul profesional tehnic (RM) și matematica gimnazială (RO), instruirea profesorilor în utilizarea evaluării automatizate, monitorizarea testelor, realizarea ghidurilor de utilizare a cursului digital, conceperea conținutului chestionarelor de opinie și interpretarea datelor obținute. **Formarea inițială** privind utilizarea platformei Moodle și a pluginului STACK este realizată printr-un program de instruire desfășurat intern, axat pe competențe digitale educaționale și pe utilizarea ghidului pentru cadre didactice (*a se vedea Anexa 2*). Coordonarea tematică între cele două programe de studiu pune în lumină **relevanța didactică transnațională a itemilor creați**, permițând utilizarea lor atât în România cât și în Republica Moldova, prin promovarea competențelor matematice fundamentale, formulate și evaluate în mod comparabil și posibilitatea extinderii viitoare a REDI pentru liceu (*a se vedea Tabelul 3.17*).

Tabelul 3.17 Corelația Curriculumului gimnazial din România cu cel pentru ÎPT din Republica Moldova

Clasa (RM)	Teme abordate în Curriculum Republica Moldova (X–XII)	Corespondență tematică în programa României (V–VIII)
a X-a	I. Numere reale.	Clasele VII–VIII
	II. Mulțimi.	Clasa a VI-a
	III. Funcții, ecuații, inecuații, sisteme.	Clasele VII–VIII
	IV. Elemente de trigonometrie.	Clasa a VII-a
	V. Figuri geometrice în plan.	Clasele VI–VII
	VI. Combinatorică, Binomul lui Newton.	(nivel liceal; REDI pot fi extinse în viitor)
a XI-a	I. Șiruri de numere reale.	(nivel liceal; REDI pot fi extinse în viitor)
	II. Limite de funcții, funcții continue.	(nivel liceal; REDI pot fi extinse în viitor)
	III. Derivate și aplicații ale derivatelor.	(nivel liceal; REDI pot fi extinse în viitor)
	IV. Numere complexe.	(nivel liceal; REDI pot fi extinse în viitor)
	V. Matrice, determinanți, sisteme liniare.	(nivel liceal; REDI pot fi extinse în viitor)
	VI. Paralelism în spațiu.	Clasa a VIII-a
	VII. Perpendicularitate în spațiu.	Clasa a VIII-a
	VIII. Transformări geometrice în spațiu.	(nivel liceal; REDI pot fi extinse în viitor)
a XII-a	I. Primitiva, integrala nedefinită.	(nivel liceal; REDI pot fi extinse în viitor)
	II. Integrala definită, aplicații.	(nivel liceal; REDI pot fi extinse în viitor)
	III. Elemente de statistică și probabilități.	Clasa a VI-a
	IV. Poliedre.	Clasa a VIII-a
	V. Corpuri rotunde.	Clasa a VIII-a
	VI. Recapitulare.	–

Rezultatele acestei analize, sintetizate în Tabelul 3.17, arată că majoritatea temelor abordate în clasele X–XII în Republica Moldova sunt deja incluse în curriculumul gimnazial din România, ceea ce permite dezvoltarea unei bănci comune de itemi, riguroasă, echitabilă și adaptată vârstei elevilor.

Experimentul pedagogic a fost realizat pe un eșantion de 25 de elevi din clasa a X-a, din grupa 11, de la Colegiul de Medicină din Cahul, Republica Moldova (*a se vedea Anexele 2.3 și 6.6*). Unitățile de conținut au inclus: *Patrulaterul convex: suma măsurilor unghiurilor unui patrulater convex, Paralelogramul: proprietăți; aplicații în geometria triunghiului: linie mijlocie în triunghi, centrul de greutate al unui triunghi, Paralelograme particulare: dreptunghi, romb, pătrat; proprietăți; Trapezul: clasificare, proprietăți; linia mijlocie în trapez; trapezul isoscel, proprietăți; Perimetre și arii*. Activitățile experimentale sunt structurate în jurul ultimei unități de învățare din semestrul II, cuprinzând recapitulare, completări și aplicabilitate practică a conceptelor geometrice esențiale.

Testarea sumativă analizată a vizat tema „Figuri geometrice în plan”, inclusă în curriculumul național din Republica Moldova pentru clasa a X-a, respectiv în programa școlară românească pentru clasa a VII-a, reprezentând o zonă de convergență tematică ideală pentru implementarea transnațională a testelor digitale standardizate.

Elevii au fost supravegheați local de profesorul curent, în timp ce colectarea automată a răspunsurilor a fost realizată în contul de cercetător al autoarei, ceea ce a asigurat obiectivitatea evaluării și comparabilitatea directă a datelor. Pentru analiza comparativă a performanțelor elevilor la evaluarea digitală (Moodle–SSI) și evaluarea tradițională pe hârtie, au fost luate în considerare numai testele finalizate complet. Din totalul de 34 de încercări Moodle, doar 25 au fost încheiate integral, cu itemi parcurși și nota generată automat. Prin urmare, numai aceste 25 de teste validate au fost incluse în interpretarea statistică și pedagogică, întrucât reprezintă singurele situații în care elevii au parcurs integral bateria de itemi în condiții echitabile. Rezultatele arată o diferență pozitivă de +0,59 puncte în favoarea evaluării digitale, ceea ce indică o performanță ușor superioară în mediul digital cu itemi parametrizați. Pentru majoritatea elevilor, diferențele dintre cele două tipuri de teste se situează între $\pm 0,25$ și $\pm 0,50$ puncte, ceea ce sugerează consistență între evaluări și validitate ridicată a testului digital. În câteva cazuri, evaluarea tradițională a generat note mai mici (e.g. : Elev 3, Elev 11, Elev 16, Elev 23), sugerând că itemii parametrizați și feedbackul automat pot oferi un avantaj prin claritate și structurare suplimentară. În puține situații, evaluarea tradițională a condus la scoruri ușor mai mari (Elev 18, Elev 20, Elev 24), ceea ce se poate explica prin toleranța diferită la rotunjiri, mod de redactare a rezolvării sau nivelul de stres/emoție asociat contextului clasic.

Pe baza observațiilor metodice se poate concluziona că utilizarea REDI conduce la:

- Creșterea acurateței și echității evaluării, deoarece itemii parametrizați furnizează fiecărui elev un item unic, dar echivalent curricular. Astfel se elimină copierea, se reduce hazardul răspunsurilor întâmplătoare și se asigură standardizare în verificarea nivelului de competență.
- Reducerea anxietății de evaluare, prin interfața structurată, modul secvențial de rezolvare și posibilitatea de a naviga între itemi, care pare a reduce presiunea specifică evaluării tradiționale.
- Calibrarea corectă prin corector automat și criterii uniforme, care minimizează erorile umane, oferă punctaj parțial consistent și crește fiabilitatea procesului de notare.
- Învățarea bazată pe eroare. Chiar dacă testul analizat este sumativ, prezența familiarizării cu feedbackul digital în etapele formative anterioare poate explica o creștere a performanței în mediul digital.

Contribuția adusă demonstrează în mod direct:

- Valabilitatea, robustețea și funcționalitatea SSI într-un mediu educațional diferit, dar compatibil curricular și tehnologic, confirmă caracterul său scalabil și adaptabil.
- Transferabilitatea transfrontalieră a modelului pedagogic digital, care poate susține dezvoltarea de resurse evaluative standardizate în contexte educaționale diverse.
- Necesitatea expertizei matematice riguroase în echipele multidisciplinare de inovare educațională, pentru a asigura echilibrul între performanța tehnică a platformelor digitale și relevanța didactică a conținutului.
- Integrarea într-o echipă mixtă RO–MD a evidențiat sinergia curriculară și pedagogică posibilă între sisteme diferite, confirmând că instrumentele create sunt compatibile și funcționale în spații curriculare variate (*Brănoaea et al., 2025*).

Prin această implicare, sistemul implementat a beneficiat de o validare externă contextualizată, în afara mediului inițial de dezvoltare, consolidând argumentul științific privind fiabilitatea, relevanța și sustenabilitatea implementării SSI la scară largă.

3.4. Validarea SSI pe baza chestionarelor de opinie aplicate utilizatorilor

Scopul acestei secțiuni este de a valida, prin analiză cantitativă și calitativă, ipoteza centrală a cercetării. Pentru susținerea acestei ipoteze, au fost aplicate două instrumente de cercetare realizate conform Modelului Kano (*a se vedea Anexele 13 și 14*), succint prezentate mai jos:

- Un chestionar adresat cadrelor didactice de matematică și TIC participante la cercetare.
- Un chestionar adresat elevilor din grupul experimental.

3.4.1. Modelul Kano de analiză a satisfacției utilizatorilor în contextul SSI

Modelul Kano, propus de profesorul japonez Noriaki Kano (1984), este un instrument bine-cunoscut pentru analiza satisfacției utilizatorilor. Inițial dezvoltat în domeniul managementului calității, acesta a fost ulterior extins și aplicat în educație, iar în ultimii ani este utilizat tot mai frecvent în analiza experiențelor de învățare digitală. În cadrul acestei cercetări, modelul a fost utilizat ca grilă de interpretare pentru înțelegerea modului în care elevii și profesorii percep calitatea și utilitatea SSI. Acesta permite clasificarea atributelor unui sistem sau serviciu educațional în cinci categorii distincte, fiecare oferind o perspectivă diferită asupra componentelor SSI și a modului în care acestea influențează satisfacția utilizatorilor.

1. Inverse (Reverse). Atributele care, deși intenționate pozitiv, pot fi percepute negativ de o parte dintre utilizatori. În SSI acestea pot include numărul excesiv de notificări.
2. Caracteristici de bază (Must-be). Acestea reprezintă așteptările fundamentale ale utilizatorilor, a căror absență generează insatisfacție imediată.

În cadrul SSI, ele includ: funcționarea stabilă a platformei *Moodle*, accesul permanent REDI, vizibilitatea testelor, corectitudinea afișării itemilor, etc.

3. Caracteristici de performanță (One-dimensional). Satisfacția utilizatorilor crește proporțional cu nivelul de îndeplinire a acestor caracteristici. În cazul SSI, acestea sunt asociate cu: calitatea feedbackului automat, claritatea itemilor parametrizați, relevanța rapoartelor formative generate de sistem și ergonomia interfeței de testare.
4. Caracteristici atractive (Delighters). Nu sunt explicit așteptate, dar prezența lor generează un nivel ridicat de satisfacție. În cadrul SSI, aceste elemente corespund componentelor ludice și interactive – jocurilor *H5P*, activităților *Game* sau *Quizventure*, precum și vizualizărilor dinamice *GeoGebra* integrate direct în testele Moodle.
5. Caracteristici indiferente (Indifferent). Aspecte percepute ca neutre, fără impact direct asupra satisfacției – de exemplu, designul cromatic al interfeței sau fonturile utilizate în resurse, atâta timp cât nu afectează lizibilitatea și accesibilitatea conținutului.
6. Caracteristici automate, complexitatea prea mare a unor interfețe *STACK* sau densitatea ridicată de feedback textual, care poate descuraja elevii cu competențe digitale reduse.

Cele două chestionare au o structură paralelă și itemi comuni, pentru a asigura o analiză triangulată a percepțiilor asupra eficienței, aplicabilității și impactului REDI, atât din perspectivă didactică, cât și formativă, în cadrul învățământului matematic gimnazial (*a se vedea Tabelul 3.18*).

Tabelul 3.18 Structura paralelă a chestionarelor elevilor și profesorilor pentru validarea SSI

Secțiune tematică	Itemi comuni elevi/profesori	Contribuție la validarea SSI
I. Claritatea testării online	E1-E5 / P1-P5	Validează designul evaluării: structura, dificultate, stres.
II. Obiectivitate și echitate	E6-E9 / P6-P9	Validează echitatea: feedback, antifraudă, transparență.
III. Impact pedagogic	E10-E14 / P10-P14	Validează impactul pe învățare, motivație, autoevaluare.
IV. Tipuri de itemi preferați	E15-E.20 / P15-P19	Validează preferința tipurilor de exerciții.
V. Eficiența sistemului	E21-E24 / P20-P23	Validează eficiența în raport cu metodele tradiționale
VI. Acceptabilitate	E25-E28 / P24-P27	Validează scalabilitatea și gradul de integrare potențial.
VII. Preferințe concrete	E29-E30 / P28-P29	Susțin deciziile de extindere a SSI pe baza preferințelor.
VIII. Întrebări deschise	E31-E33 / P30-P32	Date calitative pentru feedback și îmbunătățire.
IX. (doar profesori)	– / P33-P39	Validează funcția managerială și auditabilă a SSI.

Prin aplicarea modelului Kano, analiza satisfacției utilizatorilor sistemului SSI / REDI a vizat distincția dintre elementele de bază (necesare), cele performante (optimizabile) și cele atractive (inovatoare), oferind astfel un cadru conceptual pentru interpretarea datelor obținute din chestionarele aplicate elevilor și cadrelor didactice. Acest model contribuie la *corelarea dimensiunii tehnice (funcționalitățile platformei)* cu *dimensiunea pedagogică (calitatea percepută a învățării și evaluării)*, permițând formularea unor direcții concrete de îmbunătățire a experienței educaționale în mediul digital.

3.4.2. Percepția elevilor privind e-evaluarea la matematică pe Moodle

Sondajele de opinie aplicate elevilor funcționează ca un instrument esențial de calibrare a REDI, oferind date concrete privind percepția asupra clarității testelor, obiectivitatea evaluării, utilitatea feedbackului și impactul asupra motivației și progresului școlar. Analiza răspunsurilor elevilor are nu doar o valoare statistică, ci oferă și perspective pedagogice profunde, care permit optimizarea modelelor de itemi generativi și calibrări semnificative ale REDI.

Chestionarul a fost aplicat unui eșantion de 129 de elevi din Școala Gimnazială Nr. 10 Bacău, România, din clasele: 5A (20 de elevi), 6B (25 de elevi), 6D (25 de elevi), 7C (26 de elevi), 8B (33 de elevi), după ce au participat la testările formative și sumative în Moodle, în iunie 2025.

Analiza cantitativă a răspunsurilor elevilor este condensată în diagrama din Figura 3.5, din care se poate concluziona atitudinea vădit pozitivă a elevilor față de e-testare per ansamblu (acord deplin și acord) cu un nivel minor al dezacordului (două cele mai mici arii apropiate de centru). Totodată, neutralitatea de la 20%, la unii indicatori până aproape de 50%, denotă nivelul culturii aplicării/integrării TIC în evaluarea performanțelor școlare.

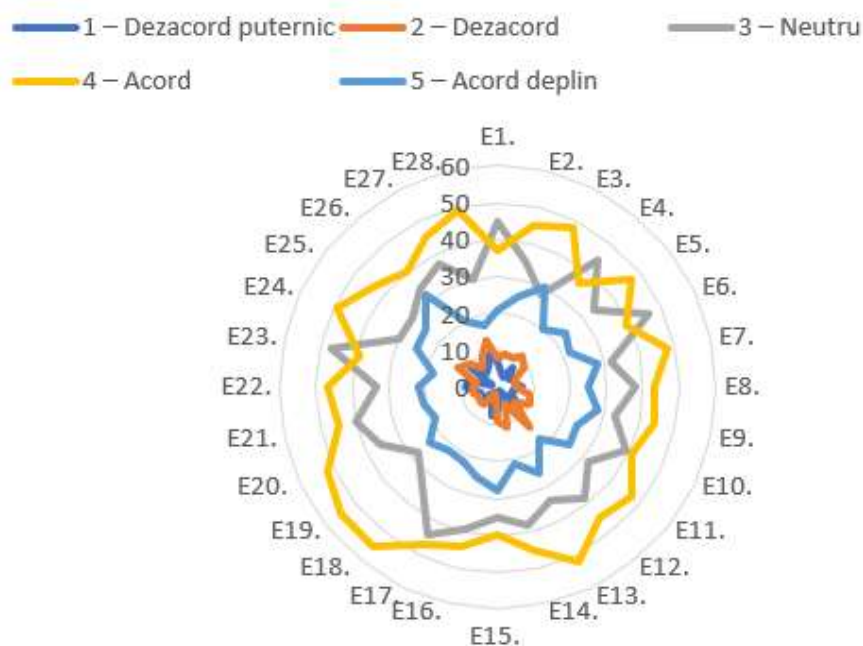


Figura 3.5 Diagrama sumară a răspunsurilor elevilor la chestionarul de opinie

În continuare este prezentată analiză cantitativă detaliată a răspunsurilor elevilor interpretate pe secțiuni separate ale sondajului (a se vedea Figura 3.6).

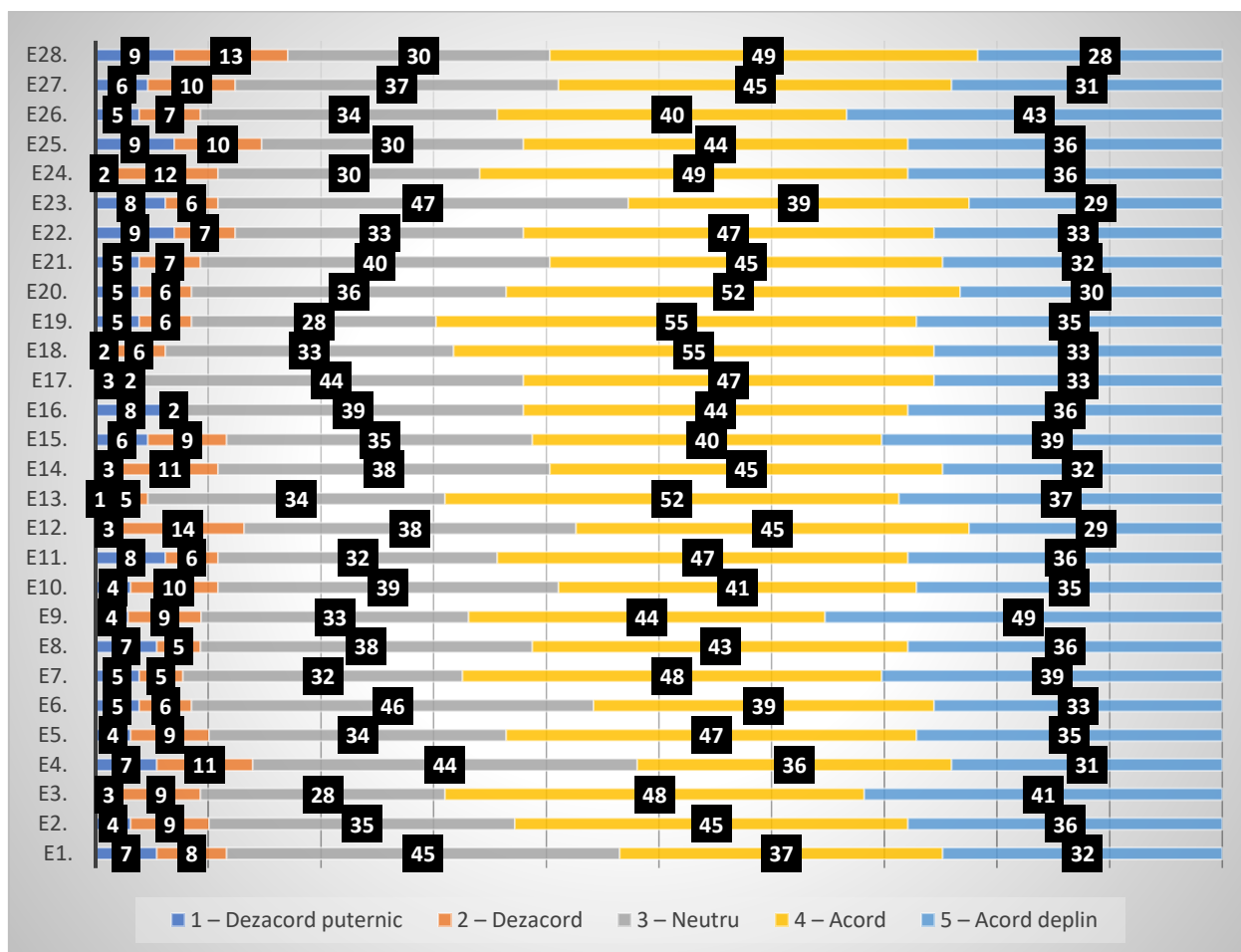


Figura 3.6. Diagrama detaliată a răspunsurilor elevilor la chestionarul de opinie

Secțiunea I: Structura și claritatea testării online față de cea tradițională (E1–E5). Această secțiune a investigat percepția elevului asupra ergonomiei și coerenței testului digital în raport cu testele clasice. Am evaluat *claritatea instrucțiunilor, percepția asupra controlului ritmului de lucru, gradul de stres și obiectivitatea percepută a corectării automate*.

Interpretare: *Sistemul automatizat este perceput ca logic, corect și adaptat capacităților elevilor, favorizând o stare emoțională optimă pentru performanța matematică.*

Secțiunea II: Obiectivitatea și echitatea testării online (E6–E9) a evaluat în ce măsură elevii consideră că evaluarea prin Moodle *reflectă corect cunoștințele individuale, reduce fraudele și copierea sau furnizează feedback util*.

Interpretare: *Itemii parametrizați sprijină o evaluare obiectivă, reproductibilă și etică, sporind încrederea în rezultatele obținute.*

Secțiunea III: Impact asupra învățării și motivației personale (E10–E14) a investigat în ce măsură sistemul contribuie la dezvoltarea capacității de autoînvățare, la stimularea motivației intrinseci sau la progresul individualizat și reflexiv.

Interpretare: *Evaluarea parametrizată în Moodle nu doar măsoară, ci și generează învățare autentică – consolidând mecanismele motivaționale și metacognitive.*

Secțiunea IV: Tipuri de itemi și preferințe în testare (E15–E20) a evaluat validitatea didactică a diverselor tipuri de itemi în verificarea corectă a cunoștințelor reale, în sprijinirea aplicabilității în contexte reale sau în susținerea personalizării evaluării.

Interpretare: *Itemii parametrizați sunt considerați relevanți didactic și cognitivi, consolidând ideea că aceștia au evaluat competențe reale, nu superficialități.*

Secțiunea V: Eficiența testării online (E21–E24) a vizat percepția elevilor asupra eficienței înțelegerii, aplicabilității noțiunilor, învățării în profunzime.

Interpretare: *SSI sprijină nu doar verificarea performanței, ci și construirea înțelegerii matematice prin rezolvare etapizată și feedback contextualizat.*

Secțiunea VI: Acceptabilitatea și recomandarea (E25–E28) a urmărit gradul de acceptare a sistemului și dorința elevilor de a-l extinde în alte discipline școlare.

Interpretare: *Elevii își asumă sistemul ca parte din ecosistemul educațional actual – un indicator al sustenabilității și relevanței pedagogice.*

Secțiunea VII: Tipuri de sarcini preferate (E29–E30, a se vedea Figura 3.7)

Interpretare: Preferințele elevilor corespund logicii didactice a resurselor educaționale digitale inteligente, confirmând alinierea funcțională dintre scop și implementare.

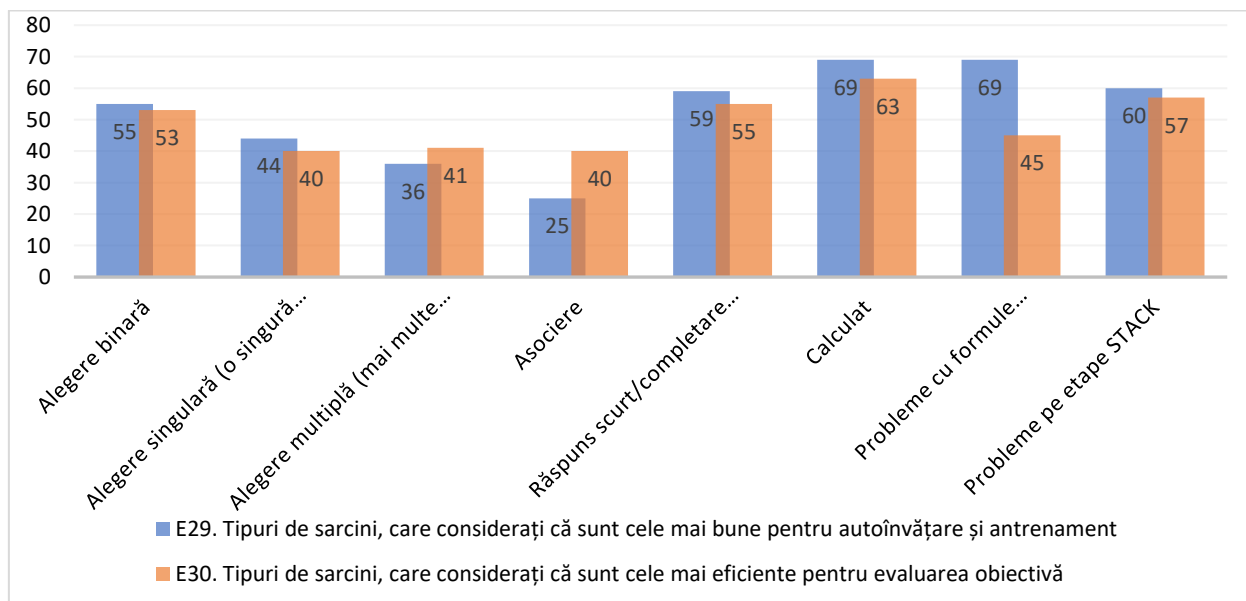


Figura 3.7 Tipuri de sarcini preferate de către elevi

Analiza calitativă a vizat secțiunea VIII, cu întrebările deschise E31–E33, care au urmărit identificarea beneficiilor percepute, dificultăților și sugestiilor pentru îmbunătățirea REDI.

Aprecieri pozitive:

- „*E fain că vezi imediat dacă ai greșit și ce ai greșit.*” (elev, clasa 6B);
- „*Mi-a plăcut că puteam încerca din nou și să obțin punctaj maxim.*” (elev, clasa 7C);
- „*Mi-este mai ușor să învăț, pentru că văd cum se face pas cu pas.*” (elev, clasa 8B).

Critici punctuale:

- „*Unele exerciții de tip STACK mi s-au părut cam complicate la început.*” (elev, clasa 6D);
- „*Aș vrea să fie mai multe exerciții de tip joc sau animație.*” (elev, clasa 5A).

Elevii au perceput REDI ca fiind interactive, utile și motivante, în special datorită caracterului automatizat, corectitudinii și vitezei de feedback.

Tendențe extrase (pe baza structurii analizate):

- Beneficii: claritate, feedback instant, motivație crescută, autonomie;
- Dificultăți: probleme tehnice, familiarizare, presiune de timp;
- Sugestii: exemple suplimentare, feedback mai detaliat, reluare a testelor formative.

Interpretare: *Răspunsurile calitative consolidează analiza cantitativă, oferind indicii directe pentru optimizarea sistemului – ceea ce susține un proces de îmbunătățire continuă.*

Analiza rezultatelor sondajului aplicat elevilor furnizează informații relevante pentru validarea SSI, optimizarea REDI și ajustarea mecanismelor de feedback. În completarea perspectivei oferite de elevi, analiza este extinsă asupra răspunsurilor cadrelor didactice, pentru a surprinde modul în care REDI este perceput și valorificat din perspectiva practicii pedagogice.

3.4.3. Percepția cadrelor didactice privind e-evaluarea la matematică pe Moodle

În procesul de validare științifică și pedagogică a SSI, percepția cadrelor didactice asupra funcționalității, obiectivității și eficienței REDI reprezintă un reper esențial. Acest aspect este deosebit de relevant mai ales în contextul integrării testării digitale în curriculumul STEM și al tranziției sistemelor educaționale spre evaluare standardizată automatizată. 16 cadre didactice de matematică și TIC din România și Republica Moldova au completat un chestionar riguros structurat pe 34 de itemi Likert evaluativi și 5 întrebări deschise. Dintre aceștia, 5 profesori de matematică implicați în proiectul experimental din cadrul tezei curente, din Școala Gimnazială Nr. 10 Bacău, România și 11 profesori de matematică și TIC din România și Republica Moldova, care au participat la proiectul internațional, desfășurat în perioada martie – decembrie 2025 și găzduit pe platforma digitală oficială a CEITI din Chișinău, Republica Moldova (a se vedea Anexa 5).

Această diversitate a profilurilor profesionale oferă o imagine echilibrată și realistă a percepției asupra sistemului, din multiple perspective didactice. Scopul principal al analizei chestionarului aplicat cadrelor didactice este de a valida funcționalitatea și valoarea pedagogică a testării automatizate cu itemi parametrizați în cadrul disciplinei Matematică. Astfel, analiza a urmărit:

- Validarea percepției cadrelor didactice asupra clarității, obiectivității și eficienței testării automate.
- Analiza impactului asupra autoînvățării, motivației și progresului cognitiv al elevilor care au beneficiat de testare în Moodle.
- Corelarea acestor percepții cu principiile de proiectare ale sistemului parametrizat dezvoltat în cadrul cercetării doctorale.
- Oferirea unui fundament empiric pentru recomandări pedagogice destinate scalării și integrării sistemului în instituțiile de învățământ.

Analiza cantitativă este condensată în Tabelul 3.19, care cuprinde cele mai semnificative rezultate la secțiunile I-VII (P1-P29) din chestionarul de opinie completat de către cadrele didactice, din care se poate concluziona atitudinea vădit pozitivă față de e-testare per ansamblu. Itemii sunt analizați în funcție de procentul de răspunsuri cu „5 – Acord deplin”, întrucât acest nivel de acord exprimă un consens pedagogic ferm și validează cu relevanță academică caracteristicile pozitive ale sistemului testat.

Tabelul 3.19 Itemii cu „Acord deplin” al cadrelor didactice la chestionarul de opinie

Item (formulare prescurtată)	% „Acord deplin”
P12. Dezvoltarea competențelor digitale ale elevilor	87,5%
P28. Modernizarea educației prin testare online	81,25%
P26. Preferința pentru extinderea evaluării online	75%
P7. Reducerea fraudei prin itemi parametrizați	75%
P8. Claritatea și utilitatea feedbackului	75%
P9. Echitate și transparență prin testare automată	75%
P4. Obiectivitate superioară testării tradiționale	68,75%
P25. Recomandarea extinderii la alte discipline	68,75%
P6. Evaluarea obiectivă a achizițiilor elevilor	68,75%
P11. Stimularea motivației elevilor	68,75%

Feedbackul cadrelor didactice a avut un rol esențial în calibrarea REDI, reflectând experiența lor directă cu platforma și testele parametrizate.

Analiza calitativă a vizat secțiunea VIII cu întrebările deschise P30–P32, care au urmărit identificarea beneficiilor percepute, dificultăților și sugestiilor pentru îmbunătățire.

Cadrele didactice au oferit următoarele declarații relevante:

- „Am economisit timp, deoarece itemii sunt deja parametrizați și evaluați automat.” (profesor titular, din grupul de control, >20 ani experiență);
- „Elevii mei au lucrat mai mult acasă, iar eu am avut timp să analizez progresul lor” (profesor care a aplicat REDI, 8 ani experiență);
- „STACK este complex, dar dacă este bine configurat, este extrem de puternic în evaluare.” (profesor suplinitor, din grupul de control, 15 ani experiență, definitivat).

Aceste beneficii susțin eficiența sistemului atât din perspectiva funcțională, cât și pedagogică, confirmând capacitatea REDI de a susține un învățământ digitalizat, personalizat și echitabil, în condițiile experimentului realizat.

Dificultăți identificate (P31). Deși percepția generală este una favorabilă, sunt evidențiate și o serie de provocări reale, grupate în următoarele categorii:

- Probleme tehnice sau de conectivitate la elevi (menționate în 50% dintre răspunsuri).
- Nivel scăzut de alfabetizare digitală al unor utilizatori (elevi sau colegi).
- Presiunea de timp în cazul testelor cronometrate.
- Emotivitatea și stresul în fața tehnologiei, mai ales în rândul elevilor din medii defavorizate.

Aceste dificultăți reflectă realitățile din teren și indică nevoia de sprijin instituțional sistematic pentru tranziția completă spre evaluarea digitală.

Sugestii pentru îmbunătățire (P32). Cadrele didactice au formulat propuneri constructive pentru optimizarea funcționalității platformei și a testelor:

- Adăugarea de funcționalități grafice, inclusiv suport pentru redactarea pașilor de calcul.
- Traininguri tematice practice pentru cadrele didactice mai puțin familiarizate cu platforma Moodle, mai ales pentru itemii STACK.

Recomandările cadrelor didactice oferă date calitative esențiale pentru îmbunătățirea continuă a REDI și indică un grad înalt de implicare în procesul de modernizare a evaluării.

Analiza dedicată managementului educațional vizează secțiunea IX (P33 – P39) și evaluează percepția cadrelor didactice asupra potențialului platformei Moodle de a sprijini acțiunile strategice, prin instrumente de analiză, monitorizare și documentare a progresului elevilor, precum și prin corelarea coerentă a curriculumului planificat, predat și evaluat.

P33 – Determinarea nivelului de experiență al cadrelor didactice cu platforma Moodle, ca factor care influențează percepția lor asupra funcționalității și aplicabilității REDI.

Din cei 16 respondenți, 4 cadre au peste 5 ani de experiență în Moodle (inclusiv 2 cu ≥ 9 ani), 12 cadre au între 1 și 5 ani de utilizare, iar 5 dintre aceștia au sub 2 ani de experiență (inclusiv debutanți cu < 1 an). Această distribuție arată că majoritatea respondenților au un nivel redus de experiență în Moodle, dar au reușit să implementeze testarea automatizată în mod eficient.

P34 – Evaluarea gradului în care rapoartele generate automat de Moodle sunt considerate utile pentru urmărirea evoluției reale a elevilor la matematică.

Toți profesorii au oferit „acord deplin”, confirmând că aceste rapoarte constituie un instrument esențial pentru analiza diagnostică și formativă deoarece pot vedea tiparele greșelilor, itemii problemă și progresul individual în timp.

P35 – Investigarea încrederii cadrelor în utilizarea datelor generate de Moodle pentru luarea deciziilor pedagogice informate.

Răspunsurile indică un nivel foarte ridicat de acord, arătând că profesorii folosesc rezultatele testelor automatizate pentru a adapta intervențiile didactice, a revizui planificări calendaristice și pentru a oferi sprijin elevilor aflați în dificultate.

P36 – Percepția privind fezabilitatea reală a personalizării învățării, bazată pe date concrete extrase din platformă.

Cadrele didactice chestionate validează obiectivul principal al REDI – personalizarea evaluării și învățării matematicii, afirmând că SSI permite alocarea diferențiată a sarcinilor pe baza dificultăților identificate, ceea ce conduce la o instruire adaptivă și centrată pe nevoile reale ale fiecărui elev.

P37 – Evaluarea funcției administrative a platformei – în ce măsură Moodle poate fi integrat la nivel instituțional pentru gestionarea eficientă a proceselor educaționale.

Respondenții au confirmat capacitatea de scalare a sistemului, menționând că Moodle permite o centralizare clară a datelor, generarea de statistici și exporturi utile pentru inspecții, autoevaluări instituționale și audit educațional.

P38 – SSI sprijină poziționarea profesorului ca manager al propriei practici, cu ajutorul unui instrument care îi oferă vizibilitate și control total asupra activității sale.

P39 – Această secțiune oferă una dintre cele mai consistente validări funcționale și manageriale ale sistemului, confirmând că curriculumul planificat, predat și evaluat corespund și testele acoperă integral materia din programa școlară oficială. Astfel, cadrele didactice validează SSI ca instrument strategic pentru digitalizarea educației matematice, cu impact direct asupra managementului educațional (*Brănoaea, 2025g*).

În concluzie, rezultatele obținute din analiza răspunsurilor la chestionarele aplicate elevilor (N = 129) și profesorilor (N = 16) confirmă, în mod convergent, valoarea pedagogică și tehnologică a SSI implementat prin REDI. Sondajele nu constituie nucleul tezei, dar oferă o validare externă a utilității și funcționalității SSI.

(1) Relevanța pedagogică. Atât elevii, cât și profesorii apreciază claritatea, obiectivitatea și relevanța cognitivă a itemilor parametrizați:

- 66% dintre elevi percep testarea online ca fiind *mai clară și mai puțin stresantă* decât cea tradițională.
- 93% dintre profesori confirmă *obiectivitatea și eficiența evaluării automatizate*.
- Peste 75% dintre profesori semnalează *reducerea fraudei* prin parametrizare;
- Peste 75% dintre profesori consideră că *feedbackul automatizat este clar și util*, ceea ce confirmă funcționalitatea formativă a testului – esențială pentru învățarea autoreglată.

Aceste convergențe confirmă că REDI nu este doar un instrument de măsurare, ci un mecanism activ de învățare prin feedback automatizat.

(2) Eficiența didactică. Analiza comparată a răspunsurilor arată că SSI susține atât procesul de instruire, cât și autoreglarea învățării.

- Peste 70% dintre elevi apreciază feedbackul automat ca resursă valoroasă pentru înțelegerea greșelilor;
- Aproximativ 60% raportează o creștere a motivației pentru matematică datorită clarității itemilor și logicii testelor;
- 65% consideră itemii parametrizați cei mai utili pentru antrenament și evaluare;
- 87% dintre profesori confirmă că testarea online contribuie la dezvoltarea competențelor digitale ale elevilor;
- 68% dintre profesori apreciază impactul pozitiv asupra motivației și autoreglării elevilor.

Profesorii subliniază suplimentar valoarea funcționalităților Moodle pentru monitorizarea progresului și pentru fundamentarea deciziilor educaționale.

(3) Validitatea multidimensională. Validarea SSI este realizată pe mai multe planuri:

- Validitate de conținut: itemii sunt conformi programelor naționale și compatibili transnațional (RO–MD).
- Validitate constructivă: corelațiile între feedback, autoevaluare și progres autoreglat confirmă coerența internă a sistemului.

- Validitate predictivă: SSI permite identificarea tiparelor de eroare ale elevilor pe baza rapoartelor Moodle și facilitează anticiparea dificultăților de învățare, oferind suport profesorilor pentru elaborarea planurilor remediale sau de progres și pentru adaptarea strategiilor didactice (*Brănoaea et al., 2026; Laurillard, 2012*).

(4) Sustenabilitate și scalabilitate. Datele arată un potențial real pentru extinderea SSI:

- 81,25% dintre profesori au exprimat acord total că implementarea extinsă a testării online modernizează procesul educațional;
- 75% doresc extinderea utilizării în propria instituție;
- 68,75% recomandă extinderea evaluării online și la alte discipline, confirmând relevanța strategică și potențialul de dezvoltare al sistemului.

(5) Contribuții la transformarea digitală a educației. Sistemul propus răspunde cerințelor actuale privind digitalizarea și modernizarea învățământului prin:

- Reducerea efortului administrativ al cadrelor didactice în procesul de realizare, aplicare, corectare și analiză a testelor.
- Creșterea obiectivității, echității și transparenței evaluării prin utilizarea itemilor parametrizați.
- Personalizarea instruirii pe baza identificării tiparelor de eroare.
- Alinierea dintre curriculumul planificat, predat și evaluat – aspect confirmat de 87,5% dintre profesori.

Astfel, sistemul suport inteligent implementat se conturează ca un instrument de sprijin pentru învățarea autoreglată și pentru optimizarea procesului didactic, având un mare potențial de extindere și integrare în politici educaționale orientate spre digitalizarea educației matematice.

3.5. Triangularea rezultatelor

Evaluarea eficacității Sistemului Suport Inteligent este realizată printr-un design metodologic complex în vederea creșterii validității interne și externe a cercetării, precum și a robusteții concluziilor formulate. Demersul investigativ include mai multe direcții complementare de analiză. Eșantionul a fost constituit din 129 de elevi în grupul experimental și 123 de elevi în grupul de control. Pentru determinarea *progresului*, a fost calculată media aritmetică ponderată a diferențelor dintre scorurile obținute la *pre-test* și *post-test*, iar *retenția* a fost măsurată prin diferența de la *pre-test* la *re-test*, utilizând ca ponderi dimensiunea fiecărei clase, astfel încât contribuția fiecărui subeșantion să fie proporțională.

Analiza cantitativă a performanțelor elevilor este realizată atât în plan *intra-grup* (compararea rezultatelor la *pre-test*, *post-test* și *re-test*, în cadrul grupului experimental), cât și *inter-grup* (compararea grupului experimental cu grupul de control la *pre-test* și *post-test*).

Rezultatele obținute evidențiază o creștere medie a performanței în cadrul grupului experimental de +1,02 puncte dintr-un total de 10, echivalentă cu o îmbunătățire de aproximativ 10%. Analiza pe niveluri de studiu indică următoarele creșteri medii: clasa a V-a (+1,16 puncte), clasa a VI-a (+0,51 puncte), clasa a VII-a (+0,81 puncte) și clasa a VIII-a (+1,87 puncte).

Comparativ cu grupul de control, grupul experimental a înregistrat un progres superior la toate nivelurile gimnaziale, diferența medie globală fiind de +0,47 puncte, ceea ce corespunde unui avantaj de aproximativ 5% în favoarea utilizării sistemului REDI.

Analiza distribuției rezultatelor pe intervale de notare evidențiază o creștere constantă a ponderii elevilor cu note peste 7 în toate clasele experimentale, precum și o migrare semnificativă a elevilor din intervalele de performanță scăzută și medie către niveluri superioare. Acest fenomen indică nu doar o îmbunătățire globală a performanței, ci și un potențial real al SSI de reducere a decalajelor de învățare.

Analiza indicatorilor psihometrici generați de rapoartele Moodle Analytics, utilizați pentru validarea calității bateriei de teste, evidențiază un nivel ridicat de fiabilitate și o eroare de măsurare redusă, majoritatea testelor încadrându-se în intervalul optim de dificultate (50–80%) și prezentând indici de discriminare pozitivi. Aceste date confirmă adecvarea didactică a itemilor și eficiența mecanismelor de generare automată, demonstrând că sistemul asigură un echilibru între dificultate, capacitate de discriminare și progres individual, specific evaluării formative autentice.

Componenta calitativă a cercetării, realizată prin chestionare de opinie adresate elevilor și cadrelor didactice, completează și susține rezultatele cantitative. Astfel, 87% dintre elevii din grupul experimental au evaluat pozitiv experiența testării pe platformă, iar 93% dintre profesorii participanți au evidențiat beneficii semnificative ale utilizării REDI, precum reducerea timpului alocat elaborării și corectării testelor, eficientizarea procesului de evaluare prin furnizarea rapidă a rezultatelor și creșterea implicării elevilor, în special în etapele de recapitulare.

Triangularea acestor trei categorii de date (performanțele elevilor, indicatorii psihometrici și percepțiile utilizatorilor) permite validarea convergentă a ipotezei de cercetare, cu rezultate suplimentare valoroase:

- Elevii care utilizează SSI manifestă un nivel ridicat de motivație și implicare datorită caracterului personalizat și dinamic al învățării, susținut de feedbackul în timp real.
- Itemii parametrizați standardizați asigură personalizare și învățare autoreglată.
- Utilizarea comună și nelimitată în timp a itemilor parametrizați și a celor generativi bazați pe itemi tradiționali fără diminuarea valorii lor pedagogice, conduce la economii esențiale de resurse, diminuarea decalajului dintre curriculumul planificat, predat și evaluat în diferite instituții, egalitate de șanse, echitate etc.

3.6. Limite metodologice și soluții oferite de SSI

Deși SSI a fost validat prin datele experimentale obținute în cadrul acestei cercetări și prin feedbackul pozitiv al participanților implicați, o analiză științifică riguroasă presupune și evidențierea limitărilor metodologice întâmpinate și soluțiile propuse pentru ameliorare. Aceste limite trebuie avute în vedere în interpretarea rezultatelor și în formularea unor concluzii generalizate cu prudență. Astfel de considerații nu diminuează valoarea prezentei cercetări, ci contribuie la consolidarea rigorii sale academice și oferă premise pentru investigații viitoare.

(1) **Limitări tehnice și de alfabetizare digitală.** În ciuda potențialului pedagogic și tehnologic substanțial, implementarea SSI la scară largă implică o serie de provocări:

- La importul cursului digital în alte platforme Moodle și/sau cu alte versiuni diferite de cele ale platformei și ale pluginurilor utilizate în SSI, unii itemi pot avea erori de afișare.
- Complexitatea instalării și configurării STACK necesită competențe de administrare server, rareori disponibile în școlile generale.
- Performanța serverului și probleme de scalabilitate – Evaluarea în SSI este intensivă computațional, iar rularea simultană a unor bănci mari de itemi poate duce la încetinirea platformei în școli cu resurse hardware limitate.
- Expertiză tehnico-pedagogică – Proiectarea de întrebări complexe presupune familiaritate cu sintaxa Maxima și logică algoritmică, impune competențe avansate.
- Alfabetizarea digitală inegală a elevilor influențează negativ calitatea răspunsurilor, în special în cazul introducerii sintaxei simbolice (fracții, puteri, radicali).
- Profesorii sceptici față de evaluarea automatizată pot manifesta rezistență față de adoptare, mai ales dacă beneficiile nu sunt imediate. Lipsa unor stimuli instituționali îngreunează extinderea utilizării acestui tip de instrumente în afara programelor pilot.

Aceste limite au fost parțial înlăturate prin dezvoltarea unui sistem preconfigurat, a unor ghiduri metodologice și a unor resurse gata de utilizare, demonstrând utilitatea practică a SSI prin faptul că a fost preluat și aplicat direct, fără efort suplimentar de configurare de către cadrele didactice din instituțiile partenere implicate în proiectul de transfer tehnologic RO–MD.

(2) **Constrângerile organizatorice specifice sistemului de învățământ de stat clasic.** Profesorii trebuie să se încadreze în orarul școlii și al elevilor și să respecte tipurile de activități de învățare prevăzute de programa școlară și planificarea calendaristică oficială. Libertatea cadrelor didactice de a realiza experimente pedagogice se reduce la orele prevăzute oficial „la dispoziția profesorului” sau prin „curriculum la decizia școlii”.

SSI contribuie la atenuarea acestor constrângeri prin integrarea facilă în curriculumul la decizia școlii, fiind utilizat eficient de cadrele didactice din instituțiile partenere în proiectul de transfer tehnologic RO–MD fără a necesita modificări structurale majore ale organizării didactice.

(3) **Dimensiunea eșantionului și contextul instituțional.** Pentru validarea modelului pedagogic la scară largă, este necesară extinderea cercetării în unități de învățământ cu profiluri socio-demografice și infrastructuri variate, inclusiv în medii defavorizate sau rural-urban contrastante, inclusiv cu infrastructuri programo-tehnice colective, centralizate. Această limită a fost parțial depășită prin implementarea SSI în cadrul proiectului internațional România–Republica Moldova, fiind aplicat direct de către cadrele didactice din instituțiile partenere. Transferul REDI pe platforma CEITI confirmă funcționalitatea sistemului în contexte educaționale diferite, dar compatibile socioeconomic, tehnologic și curricular.

(4) **Durata intervenției pe parcursul unui an școlar.** Experimentul a inclus patru etape principale: pre-testul, intervenția didactică, post-testul (pentru măsurarea impactului imediat) și re-testul (pentru evaluarea retenției după o perioadă de pauză). Cu toate acestea, rezultatele obținute indică faptul că, chiar și într-un interval limitat, SSI produce efecte semnificative, iar utilizarea sa continuă de către cadrele didactice din instituțiile partenere confirmă sustenabilitatea și aplicabilitatea sa practică. Datele experimentale oferă informații valoroase despre progresul elevilor pe termen scurt și mediu, dar pentru viitor se propune o urmărire longitudinală, care să surprindă impactul durabil al intervenției asupra învățării și transferului de competențe pe parcursul întregului ciclu gimnazial.

(5) **Biasuri generate de comportamentul elevilor:** efectul de noutate, anxietatea tehnologică, motivația diferită, comportamente strategice la e-testare (graba de a finaliza, repetarea testelor pentru a obține note mai mari etc.) sunt specifice mediilor digitale de evaluare. Aceste efecte au fost diminuate prin utilizarea repetată a sistemului și prin familiarizarea elevilor cu mediul digital, aspect confirmat de aplicarea continuă a SSI în instituțiile partenere, unde sistemul este utilizat în mod stabil și eficient.

Un alt aspect care necesită recunoaștere metodologică explicită îl constituie dubla calitate a autoarei în cadrul prezentei cercetări: aceea de cadru didactic responsabil pentru grupul experimental și, simultan, de proiectant și administrator al SSI. Această situație introduce un risc de bias de implementare, parțial atenuat prin utilizarea unor instrumente standardizate de evaluare, prin implicarea unor profesori independenți pentru grupul de control și prin aplicarea unor proceduri statistice obiective de analiză a datelor.

(6) Dimensiunea non-cognitivă – rol secundar. Observația sistematică și chestionarele de opinie au relevat percepții pozitive ale elevilor și profesorilor privind *motivația* și *implicarea crescută*, generate de SSI, dar aceste aspecte au rol secundar și complementar cercetării.

3.7. Concluzii ale capitolului 3

Capitolul 3 vizează validarea experimentală a sistemului suport inteligent, orientat spre evaluarea formativă și valorificarea erorii ca resursă pedagogică în procesul de învățare a matematicii. Evaluarea eficacității sistemului este realizată printr-un design de cercetare etapizat, care a integrat metode cantitative și calitative complementare.

Analiza cantitativă dublă a performanțelor elevilor la teste – internă (grup experimental: pre-test vs. post-test) **și externă** (grup experimental vs. grup control), aplicată grupului experimental ($N = 129$) și grupului de control ($N = 123$), evidențiază o creștere medie a performanței de +1,02 puncte ($\approx 10\%$) în grupul experimental și un avantaj comparativ de +0,47 puncte ($\approx 5\%$) față de grupul de control, cu progres consistent la toate nivelurile gimnaziale și reducerea diferențelor între elevii cu niveluri diferite de performanță. Analiza statistică inferențială confirmă validitatea acestor tendințe descriptive. La nivel de pretest, testul t pentru eșantioane independente indică absența diferențelor semnificative statistic între grupuri ($p > 0.05$ pentru toate clasele), iar testul Levene confirmă omogenitatea varianțelor, ceea ce validează echivalența inițială a grupurilor și asigură comparabilitatea acestora înainte de intervenție. La nivel de post-test, se observă în mod constant un avantaj al grupului experimental, susținut de valori pozitive ale mărimii efectului (Cohen's d între 0.19 și 0.54), cu efecte mici spre moderate, mai accentuate la clasa a VIII-a (semnificație statistică $p > 0.05$). Creșterea performanței nu se reflectă doar în nivelul notelor obținute, ci indică dezvoltarea integrată a capacităților de aplicare și transfer, precum și a atitudinilor față de învățare, sugerând formarea unor competențe funcționale și durabile.

Validarea funcțională a bateriei de teste, realizată pe baza rapoartelor Moodle Analytics, confirmă calitatea instrumentelor de evaluare utilizate în cadrul SSI. Valorile coeficientului de fiabilitate ($\alpha = 0,69\text{--}0,88$) indică un nivel bun de consistență internă, iar eroarea de măsurare, situată în intervalul 5%–10%, se încadrează în limite considerate optime pentru evaluarea educațională. Analiza indicatorilor psihometrici evidențiază încadrarea majorității itemilor în zona optimă de dificultate, precum și existența unor indici de discriminare pozitivi, ceea ce confirmă capacitatea testelor de a diferenția eficient nivelurile de performanță ale elevilor. Din perspectivă didactică, utilizarea itemilor parametrizați și a feedbackului simbolic contribuie la obținerea unor rezultate superioare în comparație cu itemii statici, care generează un progres mai redus.

În ansamblu, acești indicatori confirmă validitatea și robustețea instrumentelor utilizate, precum și adecvarea acestora pentru evaluarea formativă în context digital.

Analiza calitativă realizată în urma aplicării chestionarelor de opinie a cuantificat percepțiile elevilor și profesorilor asupra clarității testelor, relevanței feedbackului și eficienței sistemului în sprijinirea procesului de învățare. Componenta calitativă evidențiază o percepție favorabilă a utilizatorilor, cu 87% dintre elevi și 93% dintre cadrele didactice raportând experiențe pozitive și beneficii semnificative în termeni de implicare, eficiență a procesului de evaluare.

Triangularea rezultatelor a urmărit verificarea și validarea ipotezei de cercetare printr-o analiză comparativă a datelor provenite din 3 surse independente: performanța elevilor la teste, rapoartele Moodle privind bateria de teste și răspunsurile la chestionarele de opinie. Convergența dintre datele cantitative și cele calitative susține scopul cercetării, demonstrând ca funcționalitățile SSI oferă suport diferiților actori educaționali:

- **Pentru elevi:** feedbackul generat automat oferă explicații clare, contribuind la identificarea și înțelegerea erorilor. Prin expunerea repetată la variații ale aceluiași tip de sarcină, elevii au posibilitatea de a-și ajusta strategiile de rezolvare, ceea ce a favorizat dezvoltarea învățării autoreglate. Astfel, eroarea nu mai este percepută ca un eșec, ci ca un punct de plecare pentru învățare și progres;
- **Pentru profesori:** rapoartele automate și granulare, pe item, temă, competență sau elev permit o intervenție pedagogică individualizată. Profesorii pot identifica cu precizie conceptele insuficient înțelese, greșelile recurente (e.g. operații greșite, pași omiși), dar și nivelul de progres al fiecărui elev sau al întregii clase. În acest fel, activitatea remedială devine mai eficientă și bazată pe date concrete, nu pe observații generale;
- **Pentru părinți:** SSI oferă o imagine transparentă asupra parcursului educațional al copilului, prin acces la rapoarte de progres și la feedbackul primit de elev. Acest lucru facilitează o comunicare școală-familie mai informată și permite părinților să susțină învățarea acasă, pe baza recomandărilor sistemului;
- **Pentru managementul școlii:** rapoartele permit factorilor decizionali să identifice punctele critice și să orienteze resursele în mod strategic spre remediare/progres. SSI contribuie astfel la un management educațional bazat pe evidențe, în care analiza datelor reprezintă un instrument pentru optimizarea continuă a procesului educativ.

Astfel, SSI validat prin triangularea rezultatelor reprezintă o schimbare de paradigmă în evaluarea școlară: de la testarea tradițională, centrată pe rezultat, la o evaluare automatizată și adaptivă, orientată spre proces, care valorifică eroarea ca resursă de învățare și susține dezvoltarea învățării autoreglate.

CONCLUZII FINALE ȘI RECOMANDĂRI

În contextul transformărilor accelerate ale societății digitale și al redefinirii rolului evaluării în educație, de la o funcție preponderent sumativă la una formativ-reglatoare, prezenta teză de doctorat are ca obiect procesul de evaluare formativă a elevilor în învățarea matematicii, iar ca subiect modelul didactic bazat pe un sistem suport inteligent și mecanismele pedagogice asociate acestuia. Demersul investigativ a fost fundamentat pe analiza critică a literaturii de specialitate și pe soluționarea unei probleme științifice formulate în Introducere, care vizează *existența unei discrepante între potențialul didactic al sistemelor de suport educațional bazate pe evaluare digitală inteligentă și nivelul redus de valorificare a acestora în practica evaluării matematice la nivel gimnazial, în condițiile lipsei unor modele validate de adaptare și implementare în context preuniversitar din România și Republica Moldova.*

Rezultatele cercetării demonstrează că problema științifică a fost soluționată prin *elaborarea, fundamentarea teoretico-metodologică și validarea experimentală a unui model didactic de evaluare formativă bazat pe un sistem suport inteligent, implementat prin integrarea platformei Moodle cu resurse educaționale digitale inteligente și mecanisme de feedback adaptiv.* SSI validat metodologic și experimental contribuie la reducerea decalajului identificat inițial, demonstrând că integrarea coerentă a evaluării formative automatizate în practica didactică reprezintă o direcție viabilă și eficientă de modernizare a evaluării matematice la nivel gimnazial.

Semnificația teoretică a prezentei cercetări este demonstrată prin articularea coerentă și unitară a unor direcții fundamentale din domeniul științelor educației – evaluarea formativă, teoria feedbackului educațional, a principiului individualizării și diferențierii intervențiilor și a sistemelor educaționale digitale – într-un model integrator operaționalizat printr-un sistem suport inteligent, orientat spre reglarea continuă a învățării, îmbunătățirea performanțelor și dezvoltarea competențelor matematice ale elevilor, extinzând astfel perspectivele tradiționale prin integrarea funcțională a evaluării automatizate în cadrul unui model didactic coerent.

Valoarea aplicativă a cercetării este demonstrată prin dezvoltarea și implementarea unor produse educaționale funcționale, utilizate în contexte reale de învățare, prin implementarea pe trei platforme Moodle (USM, CEITI, mathmentor.ro), care integrează evaluarea automatizată și feedbackul adaptiv în activitatea didactică curentă. Aceste cursuri sunt susținute de o infrastructură tehnică robustă, prin dezvoltarea unui sistem preconfigurat și a unor resurse gata de utilizare, precum și pe o arhitectura pedagogică organizată sistematic cu ghiduri metodologice, care permit aplicarea imediată a modelului propus în contexte reale. Caracterul transferabil este demonstrat prin faptul că REDI au fost preluate și aplicate direct, fără efort suplimentar de configurare de către cadrele didactice din instituțiile partenere implicate în proiectul de transfer tehnologic RO–MD.

Noutatea și originalitatea științifică ale prezentei cercetări sunt demonstrate prin actualizarea și operaționalizarea conceptului de evaluare formativă prin integrarea itemilor parametrizați și a feedbackului adaptiv într-un model didactic bazat pe un sistem suport inteligent, fapt care a condus la progresul diferențiat al elevilor și la creșterea eficienței actului didactic în contextul educației matematice digitale la nivelul gimnazial din România.

Scopul tezei, privind fundamentarea teoretico-metodologică și validarea experimentală a unui model didactic de evaluare formativă bazat pe un sistem suport inteligent, **este realizat**, fapt demonstrat prin atingerea tuturor obiectivelor de cercetare.

Obiectivul 1 a fost realizat prin analiza critică și sistematizarea cadrului teoretic și metodologic al evaluării formative și al sistemelor inteligente de suport educațional în didactica matematicii (*capitolul 1, secțiunile 1.1 și 1.3*), ceea ce a permis fundamentarea conceptuală a modelului didactic propus într-un cadru unitar.

Obiectivul 2 a fost realizat prin compararea platformelor digitale existente (*capitolul 1, secțiunile 1.2 și 1.4*), ceea ce a permis identificarea oportunităților concrete de integrare a evaluării digitale în învățământul gimnazial și evidențierea limitelor practicilor existente, justificând necesitatea dezvoltării unui model adaptat contextului preuniversitar.

Obiectivul 3 a fost realizat prin proiectarea modelului didactic de evaluare formativă, fundamentat pe principii pedagogice validate în literatura de specialitate, model care promovează evaluarea formativă prin mecanisme de feedback adaptiv și reglare continuă a învățării. Structura metodologică a acestuia asigură conexiunea dintre obiectivele de învățare, conținuturile curriculare și tehnologia SSI, orientate spre eficientizarea procesului didactic și dezvoltarea competențelor matematice ale elevilor de gimnaziu (*capitolul 2, secțiunile 2.1 și 2.2*).

Obiectivul 4 a fost realizat prin dezvoltarea sistemului suport inteligent (*capitolul 2, secțiunile 2.3 și 2.4*), ceea ce a condus la operaționalizarea modelului didactic prin integrarea platformei Moodle, a pluginurilor FOSS și conceperea resurselor educaționale digitale inteligente (REDI) într-un curs digital complet, gata de utilizat în contexte reale de învățare.

Obiectivele 5 și 6 au fost realizate prin implementarea experimentală și validarea SSI (*capitolul 3*), utilizând un design metodologic complex, bazat pe triangularea datelor cantitative și calitative, în scopul creșterii validității interne și externe a cercetării. Analiza intra-grup și inter-grup, realizată pe un eșantion de 129 de elevi în grupul experimental și 123 în grupul de control, evidențiază o creștere medie a performanței de +1,02 puncte ($\approx 10\%$) în grupul experimental și un avantaj comparativ de +0,47 puncte ($\approx 5\%$) față de grupul de control, cu progres consistent la toate clasele gimnaziale și reducerea diferențelor între elevii cu niveluri diferite de performanță (*secțiunile 3.1 și 3.2*).

Validarea psihometrică a bateriei de teste, realizată pe baza indicatorilor furnizați de Moodle Analytics, confirmă calitatea instrumentelor de evaluare utilizate în cadrul SSI. Valorile coeficientului de fiabilitate ($\alpha = 0,69\text{--}0,88$) indică un nivel bun de consistență internă, eroarea de măsurare, situată în intervalul 5%–10%, se încadrează în limite considerate optime pentru evaluarea educațională, iar indicii de discriminare pozitivi demonstrează adecvarea didactică a itemilor și eficiența generării automate a evaluărilor (*secțiunea 3.3*). Componenta calitativă evidențiază o percepție favorabilă a utilizatorilor, cu 87% dintre elevi și 93% dintre cadrele didactice raportând experiențe pozitive și beneficii semnificative în termeni de implicare, eficiență și optimizare a procesului de evaluare (*secțiunea 3.4*).

În secțiunea 3.6 au fost analizate limitele cercetării, împreună cu soluțiile de ameliorare implementate: (1) limitări tehnice și de alfabetizare digitală, ameliorate prin sistem preconfigurat, ghiduri metodologice și resurse REDI gata de utilizare; (2) constrângeri organizaționale instituționale, reduse prin integrarea SSI în discipline opționale și ore la dispoziția profesorului; (3) durata limitată a intervenției, compensată prin implementarea în proiectul RO–MD și extinderea utilizării în contexte variate; (4) biasuri comportamentale ale elevilor, diminuate prin utilizare repetată și familiarizarea progresivă cu sistemul. Aceste limite constituie factori explicativi relevanți pentru mărimea efectelor statistice obținute (Cohen's $d = 0.19\text{--}0.54$), ale căror valori mici spre moderate reflectă complexitatea contextului educațional real, în care variabilele necontrolate atenuează în mod firesc amplitudinea efectelor măsurabile.

În pofida acestor limite identificate, prin măsurile de ameliorare implementate, **rezultatele cercetării** sunt în concordanță cu scopul și obiectivele formulate și se aliniază literaturii de specialitate privind eficiența sistemelor inteligente în evaluarea matematică (*secțiunea 3.5*).

Rezultatul 1 (teoretic–conceptual). A fost *fundamentat teoretic și elaborat un model didactic bazat* pe evaluare formativă automatizată și feedback adaptiv, implementat printr-un sistem suport inteligent, care a condus la progresul diferențiat al elevilor și la creșterea eficienței actului didactic, în contextul educației matematice digitale de nivel gimnazial.

Rezultatul 2 (tehnologic–sistem). A fost *proiectat, realizat și implementat SSI* bazat pe platforma Moodle cu pluginuri FOSS avansate, având ca rezultat un sistem de evaluare standardizat, automatizat și adaptiv, prin REDI, care a eficientizat procesul de învățare-evaluare.

Rezultatul 3 (didactic–metodologic). A fost *elaborată, structurată și validată o bancă de resurse educaționale digitale inteligente (REDI)* organizată ierarhic după an de studiu, unitate tematică, tip de evaluare, tip de item și nivel de dificultate, fapt care a condus la standardizarea evaluării curriculare și la personalizarea parcursului de învățare al elevilor, pentru utilizarea repetată și coerentă în evaluarea matematicii gimnaziale.

Rezultatul 4 (experimental–statistic). A fost *realizat un design pedagogic cvasi-experimental*, cu grupuri experimental și de control, în contexte educaționale reale, ale cărui rezultate statistice au demonstrat că utilizarea SSI determină progres (pre-test → post-test) și retenție (pre-test → re-test) la matematică, fapt confirmat prin creșterea performanței grupului experimental atât raportat la sine însuși, cât și comparativ cu grupul de control, cu efecte educaționale semnificative mai ales la clasele de gimnaziu terminale.

Rezultatul 5 (aplicativ–transferabil). A fost *demonstrată aplicabilitatea directă și transferabilitatea SSI* prin implementări naționale și transnaționale, în cadrul unor discipline opționale, curriculum la decizia școlii și parteneriate educaționale, fapt care permite extinderea utilizării sistemului dincolo de matematica gimnazială, în vederea aplicării sale în alte discipline STEM și în contexte educaționale diverse.

Rezultatele obținute confirmă ipoteza cercetării, potrivit căreia *utilizarea de către elevii de gimnaziu a unui sistem suport inteligent (SSI) implementat pe platforma Moodle, care integrează resurse educaționale digitale inteligente (REDI) pentru evaluare formativă cu feedback automatizat, conduce la îmbunătățiri semnificative ale achizițiilor matematice, comparativ cu strategia didactică tradițională*, evidențiate prin diferențe pre→ post-test cu mărimi ale efectului mici spre moderate, dar relevante practic și conforme cu reperele din literatura de specialitate privind intervențiile e-learning.

Contribuția personală constă în proiectarea modelului didactic pe baza principiului *individualizării și diferențierii instruirii*; dezvoltarea SSI prin integrarea tehnologiilor FOSS; protejarea prin drepturi de autor a cursului digital Moodle, în format .mbz; dezvoltarea tehnică completă a platformei educaționale pe un site de autor *mathmentor.ro*; elaborarea și aplicarea instrumentelor de evaluare a performanței matematice și chestionarelor de opinie; crearea ghidurilor de îndrumare pentru cadre didactice și elevi; implementarea REDI în proiecte de inovare și transfer tehnologic RO-MD; colectarea, analiza statistică a datelor și validarea rezultatelor.

Rezultatele cercetării au fost diseminate prin trei articole în reviste internaționale indexate în baze de date: un articol Web of Science (ESCI, IF 0.5, Q4), un articol indexat BDI (EBSCO) și un articol publicat în volume ale conferințelor internaționale indexate Web of Science (ISI Proceedings) și trei articole în reviste naționale, inclusiv două de categoria B și una de categoria C, precum și prin participarea la 24 de conferințe științifice, inclusiv 19 internaționale, patru naționale cu participare internațională și una națională. Caracterul inovator al cercetării a fost recunoscut prin obținerea a două medalii de aur, două medalii de argint și o medalie de bronz la saloane de invenție și prin înregistrarea dreptului de proprietate intelectuală la AGEPI Moldova (*a se vedea Anexa 6.4*).

Prin alinierea la tendințele internaționale privind digitalizarea educației și utilizarea sistemelor inteligente, cercetarea se înscrie în direcțiile actuale de dezvoltare ale evaluării educaționale la nivel global.

Recomandări de utilizare directă a sistemului suport inteligent

Pe baza rezultatelor cercetării și al confirmării eficienței sistemului suport inteligent prin validarea sa multilaterală, sunt sintetizate unele **recomandări de utilizare directă**, adresate factorilor de decizie educaționali, dezvoltatorilor de resurse digitale și cadrelor didactice, fiind concepute pentru a facilita o implementare sustenabilă în procesul instructiv-educativ.

(1) **Integrarea REDI în practica didactică curentă**, atât în activitățile de recapitulare și consolidare, cât și în evaluarea formativă și sumativă, pe întregul parcurs al procesului educațional. Utilizarea itemilor parametrizați și a feedbackului automat adaptiv permite monitorizarea progresului elevilor și susține o învățare asistată tehnologic, centrată pe nevoile individuale.

(2) **Extinderea utilizării SSI în contexte educaționale alternative și complementare**, precum centrele de excelență, programele remediale pentru elevii cu cerințe educaționale speciale, cluburile STEM sau învățarea hibridă și la distanță. În aceste contexte, SSI poate funcționa ca instrument de diferențiere pedagogică, sprijinind simultan elevii aflați în risc educațional și pe cei cu potențial înalt de performanță.

(3) **Implementarea SSI la nivel sistemic**, într-o platformă națională de pregătire și evaluare pentru examenele naționale. O astfel de abordare ar contribui la standardizarea evaluării, la creșterea echității și la reducerea discrepanțelor generate de practici evaluative neunitare.

Direcții viitoare de extindere a cercetării

Rezultatele obținute în urma demersului experimental permit depășirea nivelului direct aplicativ punctual și susțin conturarea unui cadru conceptual extensibil al evaluării digitale inteligente, fundamentat pe principiile autoreglării și personalizării învățării. Aceste idei de acțiune pot constitui un cadru strategic de dezvoltare a educației digitale, deschizând totodată multiple **direcții viitoare de cercetare**:

(1) **Extinderea experimentului în contexte educaționale diverse**, urbane și rurale, din regiuni diferite ale României și Republicii Moldova, în vederea evaluării robusteții și scalabilității modelului propus. Această extindere ar permite analiza comparativă a impactului SSI în funcție de infrastructura digitală, resursele umane și profilul elevilor.

(2) **Transferul metodologiei de evaluare parametrizată către alte discipline STEM**, unde analiza simbolică, validarea etapizată și simulările numerice pot susține învățarea autoreglată și dezvoltarea gândirii științifice.

(3) **Dezvoltarea unei platforme naționale colaborative de evaluare digitală**, de tip open-source, care să găzduiască o bază națională de REDI, organizată modular și actualizată constant. O astfel de infrastructură ar susține standardizarea evaluării, schimbul de bune practici și formarea continuă a cadrelor didactice în domeniul evaluării digitale.

(4) **Realizarea unor studii longitudinale privind impactul SSI asupra proceselor metacognitive**, precum autonomia în învățare, autoreglarea cognitivă, motivația intrinsecă și performanța, în vederea aprofundării dimensiunii formative a evaluării digitale.

(5) **Integrarea agenților conversaționali educaționali bazați pe inteligență artificială**, pentru creșterea interactivității sistemului. Aceștia ar putea oferi explicații pas cu pas, suport adaptiv și ajustarea automată a dificultății itemilor în funcție de profilul elevului.

(6) **Extinderea sistemului de evaluare prin mecanisme de monitorizare antifraudă digitală**, în vederea utilizării SSI în contexte de evaluare la scară largă (pentru examene naționale), asigurând integritatea procesului evaluativ și validitatea rezultatelor obținute.

(7) **Valorificarea analiticii educaționale predictive**, pentru identificarea patternurilor de eroare și dezvoltarea unor modele de recomandare automată a activităților remediale, contribuind la evoluția SSI către un sistem adaptiv inteligent complet.

În final, prezenta teză fundamentează teoretic, validează metodologic și demonstrează experimental faptul că sistemul suport inteligent propus reprezintă o soluție didactică și tehnologică viabilă, direct aplicabilă și transferabilă, care contribuie semnificativ la optimizarea evaluării și accelerarea formării achizițiilor matematice la elevii din învățământul gimnazial, oferind totodată un reper metodologic pentru transformarea sustenabilă a paradigmei de predare–învățare–evaluare în educația actuală.

BIBLIOGRAFIE

1. A Brief Guide to GDPR for Schools and Teachers. (2018). European Union Agency for Fundamental Rights. Disponibil: <https://fra.europa.eu/en/publication/2018/brief-guide-gdpr-schools-and-teachers> [Accesat: 01.05.2026].
2. ALBULESCU, I., CATALANO, RED. (2020) *Sinteze de pedagogie generală. Ghid pentru pregătirea examenelor de titularizare, definitivat și gradul didactic II*. București: Didactica Publishing House. ISBN: 978-606-048-145-4
3. ANDERSON, L. RED., KRATHWOHL, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York, NY: Longman.
4. AMOUR, I. S. (2023). *STACK for interactive online numerical analysis tutorials*. *Journal of ICT in Education and Research (JICTS)*, 1(2), 17–25. University of Dar es Salaam. Disponibil: <https://jicts.udsm.ac.tz/index.php/udsm/article/download/17/3/117> [Accesat: 01.05.2026].
5. ASTAFIEVA, M. M., HLUSHAK, O. M., LYTVYN, O. S. (2024). *Using STACK to support adaptive mathematics learning in LMS Moodle*. In *Proceedings of the 4th Workshop on Digital Education and Learning Technologies (DELT-2024)* (Vol. 3781, pp. 12–19). CEUR Workshop Proceedings. Disponibil: <https://ceur-ws.org/Vol-3781/paper02.pdf> [Accesat: 01.05.2026].
6. BARANA, A., MARCHISIO, M., SACCHET, M. (2021). *Interactive Feedback for Learning Mathematics in a Digital Learning Environment*. *Educ. Sci.*, 11(6), 279. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/educsci11060279> [Accesat: 24.04<https://doi.org/10.3390/educsci11060279>] [Accessed: 31.03.2026].
7. BLACK, P., WILIAM, D., (1998). *Assessment and classroom learning*. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), pp.7–73. Disponibil: https://assess.ucr.edu/sites/default/files/2019-02/blackwiliam_1998.pdf?utm_source=chatgpt.com [Accesat: 01.05.2026].
8. BLACK, P., WILIAM, D. (2009). *Developing the theory of formative assessment*. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5–31. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5> [Accesat: 01.05.2026].
9. BELDIGA, M., BRAGARU, T. (2025). *Studiu de caz: aplicarea inteligenței artificiale (IA) în educație*. In *Studia Universitatis Moldaviae. Seria „Științe ale educației”*. nr. 5(185), pp. 215–219. ISSN 1857-2103. Disponibil: [https://doi.org/10.59295/sum5\(185\)2025_26](https://doi.org/10.59295/sum5(185)2025_26) [Accesat: 01.05.2026].
10. BOCOȘ, M-D. (2013) *Înstruirea interactivă*. Iași: Polirom. ISBN: 978-973-46-3248-0
11. BRAGARU, T. (2010). *Aspecte metodico-didactice și bune practici de evaluare în Moodle*. În: *Materialele Conferinței științifice internaționale „Modelare matematică, optimizare și tehnologii informaționale”, ATIC, ed. a II-a. - Chișinău: Evrica, 2010, p.328-346*.
12. BRAGARU, T., ARNĂUT, V. (2017). *Dezvoltarea resurselor educaționale digitale: Cadru metodologic*. Chișinău: CEP USM. ISBN 978-9975-71-932-2.
13. BRAGARU T., BRĂNOAEA, G.C., IESEANU D., & BELDIGA M. (2026). *Bune practici de (auto) evaluare pe Moodle*, In: *Akademios, Categorie B*, p.33-41. Disponibil: <https://doi.org/10.52673/18570461.26.1-80.03> [Accesat: 01.05.2026].
14. BRAGARU, T., DARII, O. (2025) *Ensuring Web security with OWASP methodology*. In: *Creating the Society of Consciousness*, Ed. 14, 14-15 martie 2025, Chișinău. Departamentul Editorial-Poligrafic al ASEM, Ediția 14, pp. 72-76. ISBN (pdf) 978-9975-168-23-6. DOI: <https://doi.org/10.53486/csc2025>.
15. BRAICOV, A. (2022). *Comunitatea digitală – mediu de formare profesională continuă a profesorilor de matematică*. În *Proceedings of the 29th Conference on Applied and Industrial Mathematics, CAIM 2022*, Chișinău, pp. 78–86. ISBN: 978-9975-76-401-8.
16. BRAICOV, A. (2024). *Managementul riscurilor transformatoriale ale educației matematice și informatice din Republica Moldova*. În *Acta et Commentationes*, 3(37), pp. 29–37. Disponibil: <https://doi.org/10.36120/2587-3636.v37i3.29-37> Disponibil: <https://doi.org/10.36120/2587-3636.v37i3.29-37> [Accesat: 01.05.2026].
17. BRAICOV, A., BIBIC, A. (2023). *Simbioza competența matematică–competența digitală*. În *Proceedings of the 30th Conference on Applied and Industrial Mathematics, CAIM 2023*, Iași, pp. 34–40. ISBN: 978-606-13-7848-7.
18. BRAICOV, A., CORLAT, S., GLOBALA, A. (2017). *ICT in enhanced learning: how to use ICT*. În RUTKAUSKIENE, D., SUK, O., GUDONIENE, D. (eds.), *ICT in enhanced learning*. Kharkiv: Planeta Print, pp. 151–192. ISBN: 9786177229734.

19. BRAICOV, A., CORLAT, S. (2018). *Instruirea colaborativă STEM: mediu de aplicare a echipamentelor digitale inteligente*. În ZUBIKOVA, O., BRAICOV, A., POJAR, D. (eds.), *E-Teaching: Studii de caz*. Chișinău: MS Logo, pp. 39–49. ISBN: 978-9975-63-438-0.
20. BRAICOV, A., GORAȘ-POSTICĂ, V., VEVERIȚA, T. (2021). *Ghidul formatorului: pentru realizarea cursului online „Implementarea Standardelor de competență profesională a cadrelor didactice din învățământul general”*. Chișinău: Tipografia UST. ISBN: 978-9975-76-376-9.
21. BRAICOV, A., GORAȘ-POSTICĂ, V., VEVERIȚA, T. (2024). *Reflecții asupra documentelor și inițiativelor naționale de promovare a educației STEAM în învățământul general*. În *Acta et Commentationes*, 1(35), pp. 21–34. Disponibil: <https://doi.org/10.36120/2587-3636.v35i1.21-34> [Accesat: 01.05.2026].
22. BRAICOV, A., VEVERIȚA, T. (2022). *Metode de instruire activă la Informatică*. Chișinău: Tipografia UST. ISBN: 978-9975-76-378-3.
23. BRAICOV, A., VEVERIȚA, T. (2024). *The streamline of the continuing professional development training of teachers*. În *Studia ad Didacticam Scientiarum Socialium Pertinentia*, 14, pp. 105–118. Disponibil: <https://doi.org/10.24917/20837276.14.7> [Accesat: 01.05.2026].
24. BRĂNOAEA, G. C. (2023) *Intelligent Support System Applied to School Mathematics Lessons*. The Scientific Bulletin Addendum The Official Catalogue of the “Cadet INOVA” The International Student Innovation And Scientific Research Exhibition, nr. 8, pp. 219–227. Sibiu. ISSN 2501-3157. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/23p-219-227.pdf [Accesat: 01.05.2026]
25. BRĂNOAEA, G. C., BRAGARU, T. (2024) *Curs digital Matematica Gimnazială Bacău*. Moodle USM. Disponibil: <https://Moodle.usm.md/course/view.php?id=7134> [Accesat: 01.05.2026].
26. BRĂNOAEA, G. C. (2025a). *Creșterea achizițiilor matematice la elevii de gimnaziu prin itemi personalizați*. Conferința Științifico-Practică Internațională „Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă”, ediția a XII-a Disponibil: <http://dir.upsc.md:8080/xmlui/123456789/7665> [Accesat: 01.05.2026].
27. BRĂNOAEA, G. C. (2025b) *Curs de testare standardizată matematică*. Moodle CEITI. Disponibil de la: <https://Moodle1.ceiti.md/course/view.php?id=3474> [Accesat: 01.05.2026].
28. BRĂNOAEA, G. C. (2025c) *Platforma educațională mathmentor.ro – instrument digital de sprijin pentru învățarea matematicii gimnaziale*. [online]. Disponibil: <https://mathmentor.ro> [Accesat: 01.05.2026].
29. BRĂNOAEA, G. C. (2025d). *Neuroadaptive Digital Assessment în Mathematics: A Parametric Approach with STACK and AI-Powered Feedback*. În: BRAIN. Broad Research în Artificial Intelligence and Neuroscience, 2025, vol. 16, nr. 3, pp. 489–504. e-ISSN: 2067-3957 | p-ISSN: 2068-0473. [Web of Science (ESCI, IF 0.5)] Disponibil: <https://doi.org/10.70594/brain/16.3/11> [Accesat: 01.05.2026].
30. BRĂNOAEA, G. C. (2025e). *H5P-based digital tools în Moodle for adaptive mathematics education*, Conferința științifică națională cu participare internațională „Științele naturii în dialogul generațiilor”, USM, Chișinău, septembrie 2025. p.213.
31. BRĂNOAEA, G. C. (2025f). *Parametric assessment în Moodle for improving mathematical performance în middle school*. *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe ale Educației)*, 185(5), pp. 113-123. Disponibil: [https://doi.org/10.59295/sum5\(185\)2025_13](https://doi.org/10.59295/sum5(185)2025_13) [Accesat: 01.05.2026]
32. BRĂNOAEA, G. C. (2025g). *Digitalizarea educației matematice: între inovație pedagogică și respectarea drepturilor omului*. In: *Statul, securitatea și drepturile omului în era digitală = State, security and human rights in digital age: conferință științifico-practică internațională*, Chișinău, 12-13 decembrie 2024. Chișinău: Lexon Prim, 2025. pp. 602-609. ISBN 978-9975-3418-7-5. Disponibil: <https://doi.org/10.59295/ssdoed2025.55>. [Accesat: 01.05.2026].
33. BRĂNOAEA, G. C. (2026a). *Parametric Generation of Advanced Mathematics Assessment Items Using ChatGPT for Moodle Integration*. *Didactica Danubiensis*, 2026, 6.1: pp. 274-288. Disponibil: <https://dj.univ-danubius.ro/inde.g.php/DD/article/view/3633> [Accesat: 01.05.2026]
34. BRĂNOAEA, G. C. (2026b). *Optimization of Symbolic Digital Assessment: A Parametric Approach Using STACK in Mathematics Education*. In: Moldovan, L., Gligor, A. (eds) *Proceedings of the 19th International Conference Inter-Eng 2025 Interdisciplinarity in Engineering Held During 3–4 October 2025*. Inter-ENG 2025. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 1812. Springer, Cham. Disponibil: https://doi.org/10.1007/978-3-032-17033-0_11 [Accesat: 01.05.2026]

35. **BRĂNOAEA, G. C., BRAGARU, T. (2025a).** *Best Practices for Parametric Testing în Mathematics*. În International teleconference of young researchers Creating The Society Of Consciousness, 14th Edition, March 14-15, 2025, Disponibil: <https://irek.ase.md:443/xmlui/handle/123456789/4087> [Accesat: 01.05.2026]
36. **BRĂNOAEA, G.C., BRAGARU, T. (2025b).** *Validarea unui sistem suport inteligent pentru evaluarea automatizată la matematică prin analiza feedback-ului elevilor*, În Integrare prin cercetare și inovare: conferința științifică națională cu participare internațională, 6-7 noiembrie 2025. Științe Sociale. Chișinău: CEP USM, 2025. ISBN 978-9975-62-990-4 (PDF). Disponibil: <https://doi.org/10.59295/spd2025s.76> <https://msuir.usm.md/handle/123456789/19719> [Accesat: 01.05.2026]
37. **BRĂNOAEA, G. C., BRAGARU, T. (2025c).** *Drept de autor asupra produsului program direct utilizabil și extensibil-adaptabil „Sistem Suport Inteligent Pentru Matematica Gimnazială”*. AGEPI, Certificat seria PC nr. 8336 din 18.12.2025, Disponibil: <https://RED.db.agepi.md/opere/Details.aspx?RealID=7764&lang=ro> [Accesat: 01.05.2026].
38. **BRĂNOAEA, G. C., BRAGARU, T., & IEȘEANU, D. (2025)** *Potențialul jocurilor tematice pe Moodle pentru consolidarea cunoștințelor*. În: MITRE-2025: În The 10th International Conference „Mathematics & IT: Research and Education”, Chișinău, Republica Moldova, 26–29 iunie 2025. Rezumat publicat, pp. 112–113. Disponibil: https://mitre.usm.md/sites/default/files/Abstracts_MITRE_2025.pdf [Accesat: 01.05.2026].
39. **BRĂNOAEA, G.C., BRAICOV A., BRAGARU T. (2026).** *Pattern-uri de eroare în evaluarea digitală parametrizată la matematică*, In: Acta et Commentationes, Sciences of Education, categoria C, pp. 7-19. Disponibil: https://revistaust.upsc.md/index.php/acta_educatie/article/view/1203/1174 [Accesat: 01.05.2026].
40. CAO, RED. (2022). *Using technology to personalize middle school math instruction*. Frontiers in Education, 7, 646471. Disponibil: <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.646471> [Accesat: 01.05.2026].
41. CĂPĂȚÂNĂ, G. (2012). *Sistem suport inteligent orientat pe familii de probleme decizionale*. Studia Universitatis Moldaviae. Disponibil: <https://studia.moldova.md/capatana-2012> [Accesat: 01.05.2026].
42. CĂPĂȚÂNĂ, G., BRAGARU, T., BELDIGA, M. (2015). *An Intelligent Support System for Evaluation Items Development*, În 2015 20th International Conference on Control Systems and Computer Science, Bucharest, Romania, pp. 424-427, doi: 10.1109/CSCS.2015.151, Disponibil: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7168464> [Accesat: 01.05.2026].
43. CAPRIOARĂ, D., NEACȘU, I. (2016). *Repere în metodologia cercetării educaționale: Teorie, modele, aplicații*. Craiova: Editura Sitech. ISBN 978-606-11-5285-8.
44. CASTRO, M. Á., GONZÁLEZ, D., PÉREZ, J., MARTÍNEZ, F. (2024). *Integration of self-learning and assessment activities using STACK în a course of mathematics în engineering*. Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, 19(3), 145–154. Disponibil: https://rua.ua.es/bitstream/10045/148612/3/Castro_etal_2024_IEEERevIberoamTecnolAprendiz.pdf [Accesat: 01.05.2026].
45. CIOLAN, L. et al. (2025). *Studiul internațional privind competențele digitale și alfabetizarea informațională – ICILS Romania 2023. Raport de țară*. București: Universitatea din București. Disponibil: [https://lst.fpse.unibuc.ro/rapoarte/Raport%20ICILS2023%20Romania%20\(2025-10-08\).pdf](https://lst.fpse.unibuc.ro/rapoarte/Raport%20ICILS2023%20Romania%20(2025-10-08).pdf) [Accesat: 01.05.2026].
46. COJOCARIU, V-M. (2012). *Educational Strategies Centered on the Beneficiary of Learning: Constructivism and Efficient Practices*. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing.
47. COJOCARIU, V-M; MAREȘ, G. (2021). *Academic integrity in the technology-driven education era*. În: Ethical Use of Information Technology in Higher Education. Singapore: Springer.
48. Comisia Europeană. (2020). *Planul de acțiune pentru educația digitală 2021–2027. Reconfigurarea educației și formării pentru era digitală (COM/2020/624 final)*. Bruxelles: Comisia Europeană. Disponibil: <https://eur-le.g.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0624> <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions/plan> [Accesat: 01.05.2026].
49. COZMA, D. (2024). *Metodologia cercetării funcțiilor definite parametric*. În: Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (concept STEAM). Chișinău: CEP UPSC, pp. 104–109.
50. CUCOȘ, C. (2008) *Teoria și metodologia evaluării*. Iași: Polirom. ISBN: 978-973-46-0936-9.
51. DAVIES, B., CRISAN, C., GERANIOU, E. SMART., T. *A Department-Wide Transition to a New Mode of Computer-Aided Assessment Using STACK*. Int. J. Res. Undergrad. Math. Ed., 10, pp. 850–870. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/s40753-024-00251-5> [Accesat: 01.05.2026].

52. DAVIES, A., SANGWIN, C. (2024). *Symbolic assessment systems in mathematics education*. Oxford: Oxford University Press.
53. Design-Based Research Collective. (2003). *Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry*. Educational Researcher, 32(1), pp. 5–8. Disponibil: <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005> [Accesat: 01.05.2026].
54. DHAWAN, S. (2020). *Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis*. Journal of Educational Technology Systems, 49(1), pp. 5–22. Disponibil: <https://doi.org/10.1177/0047239520934018> [Accesat: 01.05.2026].
55. DigCompEdu. (2025). *Flash Report: Competențele digitale ale profesorilor din România*. Institutul pentru Educație și Social IT. Disponibil: <https://digcompedu.net/articole/flash-report-competentele-digitale-ale-profesorilor-din-romania-mai-2025.php> [Accesat: 01.05.2026].
56. DOUGIAMAS, M., TAYLOR, P. C. (2003). *Moodle : Using learning communities to create an open source course management system*. In D. Lassner & C. McNaught (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003* (pp. 171–178). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Disponibil: [https://RED.researchgate.net/publication/200022405 Moodle Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System](https://RED.researchgate.net/publication/200022405_Moodle_Using_Learning_Communities_to_Create_an_Open_Source_Course_Management_System) [Accesat: 01.05.2026].
57. DULAMĂ, M.E. (2020) *De la teorie spre practică în evaluarea online*. Cluj-Napoca: Presa Universitară Clujeană. Acta Didactica Vol 20 ISBN978-606-37-0958-6. Disponibil: <https://editura.ubbcluj.ro/index.php/puc/catalog/view/2477/22993/5463> [Accesat: 01.05.2026].
58. EduCred. (2021). *Ghiduri metodologice – Matematică* [Ghid pentru învățământ gimnazial]. Ministerul Educației din România. Disponibil: <https://ghiduri.educred.ro/gimnaziu/matematic%C4%83> [Accesat: 01.05.2026].
59. Frontiers în Education (2024). *Comparative analysis of frequently used e-learning platforms*. *Frontiers în Education*. Disponibil: <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1431531> [Accesat: 01.05.2026].
60. GAȘIȚOI, N., ZASTÎNCEANU, L. (2019) Tehnologii educaționale inovatoare la Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți: instruirea adaptivă. In: *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”*, nr. 2(53), pp. 99-105. ISSN 1857-0461. Disponibil: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3364349> [Accesat: 01.05.2026].
61. GeoGebra. *Dynamic Mathematics for Everyone*. Disponibil: <https://RED.geogebra.org> [Accesat: 01.05.2026].
62. Google for Education. (2024). *Google Classroom*. Disponibil: <https://edu.google.com/intl/ro/products/classroom> [Accesat: 01.05.2026].
63. GRELLER, RED., DRACHSLER, RED. (2012). *Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics*. Educational Technology & Society, 15(3), pp. 42–57. Disponibil: <https://RED.jstor.org/stable/jeductechsoci.15.3.42> [Accesat: 01.05.2026].
64. GROVER, P. (2016). *Data protection in schools: A practical guide*. London: Bloomsbury Academic.
65. GUȚU, V. (2022). *Summit-ul ONU pentru transformarea educației din aprilie 2022. Viitorul educației: tendințe și orientări strategice*. În: *Integrare prin cercetare și inovare: Științe ale educației*. Chișinău: USM, pp. 82–84.
66. GUȚU, V.; VELIȘCO, N. (2024). *Curriculumul educațional integrat: concept și perspectivele integralității*. În: *Integrare prin cercetare și inovare: Științe sociale*. Chișinău: USM, pp. 475–484.
67. GUȚU, V., VICOL, M. (2014). *Tratat de pedagogie: între modernism și postmodernism*. Iași: Performantica. ISBN 978-606-685-170-1.
68. GUȚU, V.; ȚURCANU, C. (2025). *Integrare curriculară: concept și semnificații valorice*. În: *Dezvoltarea continuă și ciclică a curriculumului educațional*. Chișinău: USM, pp. 184–194.
69. Guvernul României. (2024). *Strategia Națională pentru dezvoltarea și susținerea Centrelor de Inovare Digitală din România 2024–2027*. Hotărârea Guvernului nr. 1166/2024. București. Disponibil: <https://RED.mcid.gov.ro/wp-content/uploads/2024/04/STRATEGIE-.pdf> [Accesat: 01.05.2026].
70. Guvernul Republicii Moldova. (2023). *Hotărârea nr. 114 din 7 martie 2023 cu privire la aprobarea Strategiei de dezvoltare „Educația 2030” și a Programului de implementare pentru anii 2023–2025*. Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 134–137, art. 289. Disponibil: <https://RED.legis.md/cautare/downloadpdf/136600> [Accesat: 01.05.2026].

71. HATTIE, J. (2007) *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London; New York: Routledge. ISBN 978-0-415-47618-8. Disponibil: <https://www.routledge.com/Visible-Learning-A-Synthesis-of-Over-800-Meta-Analyses-Relating-to-Achievement/Hattie/p/book/9780415476188> [Accesat 01.05.2026].
72. HATTIE, J., TIMPERLEY, H. (2007). *The Power of Feedback*. Review of Educational Research, 77(1), pp. 81–112. Disponibil: <https://doi.org/10.3102/003465430298487> [Accesat: 01.05.2026].
73. HODGES, C. B., MOORE, S., LOCKEE, B. B., TRUST, T., BOND, M. A. (2020). *The difference between emergency remote teaching and online learning*. EDUCAUSE Review. Disponibil: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning> [Accesat: 01.05.2026].
74. HOLMES, RED., BIALIK, M., FADEL, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Boston: Center for Curriculum Redesign. ISBN 978-1794293700. Disponibil: https://RED.researchgate.net/publication/332180327_Artificial_Intelligence_in_Education_Promise_and_Implications_for_Teaching_and_Learning [Accesat: 01.05.2026].
75. Institutul Național de Statistică. (2025). *Sistemul educațional în România – date sintetice 2024-2025* [PDF]. Disponibil: https://insse.ro/cms/sites/default/files/com_presa/com_pdf/sistemul_educational_2025_r.pdf [Accesat: 01.05.2026]
76. JUNGIC, V., KENT, D., MENZ, P. (2012). *STACK: System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel*. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 43(4), pp. 501–512. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2011.618559> [Accesat: 01.05.2026].
77. LAURILLARD, D. (2012). *Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology* (1st ed.). London: Routledge. ISBN 978-0415803878. Disponibil: <https://doi.org/10.4324/9780203125083> [Accesat: 01.05.2026].
78. Liveworksheets. (n.d.). *Interactive worksheets for distance learning and classroom use*. Disponibil: <https://RED.liveworksheets.com> [Accesat: 01.05.2026].
79. Lowe, T. RED. (2020). *Using STACK to support student learning at master's level* [Technical report]. The Open University. Disponibil: <https://oro.open.ac.uk/59062/1/STACKMSc.pdf> [Accesat: 01.05.2026].
80. KANO, N., SERAKU, N., TAKAHASHI, F., TSUJI, S. (1984) *Attractive quality and must-be quality*. In: *Journal of the Japanese Society for Quality Control*, vol. 14, nr. 2, p. 39–48.
81. Maplesoft. (n.d.). *Maple – The Essential Tool for Mathematics*. Disponibil: <https://RED.maplesoft.com> [Accesat: 01.05.2026].
82. MARIN, M. (2017). *Mijloace didactice digitale de concepție proprie – sursă importantă în dinamica progresului academic al studenților*. Acta et Commentationes, nr. 1(10), pp. 114–124.
83. MARIN, M. (2025). *Aplicarea inteligenței artificiale în monitorizarea curriculumului școlar*. În: *Mathematics and Information Technologies: Research and Education*. Chișinău: USM, pp. 114–115.
84. Ministerul Educației Naționale. (2017). *Ordin nr. 3393 din 28 februarie 2017 privind aprobarea programelor școlare pentru învățământul gimnazial. Matematică și Științe Umaniste și ale Educației*. București: MEN. https://rocnee.eu/images/rocnee/fisiere/planuri-cadru/gimnazial/21102024/OMEN%203393_MATEMATICA%20SI%20STIINTE%20ALE%20NATURII.pdf [Accesat: 01.05.2026].
85. Ministerul Educației României. (2021). *SMART EDU: Strategia privind digitalizarea educației din România 2021–2027*. București. Disponibil de la: <https://RED.edu.ro/sites/default/files/SMART.Edu%20-%20document%20consultare.pdf> [Accesat: 01.05.2026].
86. Ministerul Educației României. (2024). *Raport privind starea învățământului preuniversitar din România 2023–2024*. https://RED.edu.ro/sites/default/files/fi%C8%99iere/Minister/2024/div/Rapoarte_sistem/Raport_Stare_invatamant_preuniv-2023-2024.pdf [Accesat: 01.05.2026].
87. Ministerul Educației și Cercetării, Moldova. (2023). *Raport anual privind activitatea Ministerului Educației și Cercetării al Republicii Moldova în domeniul educației pentru anul 2023*. https://RED.mecc.gov.md/sites/default/files/raport_anual_mec_2023_semnat.pdf [Accesat: 01.05.2026].

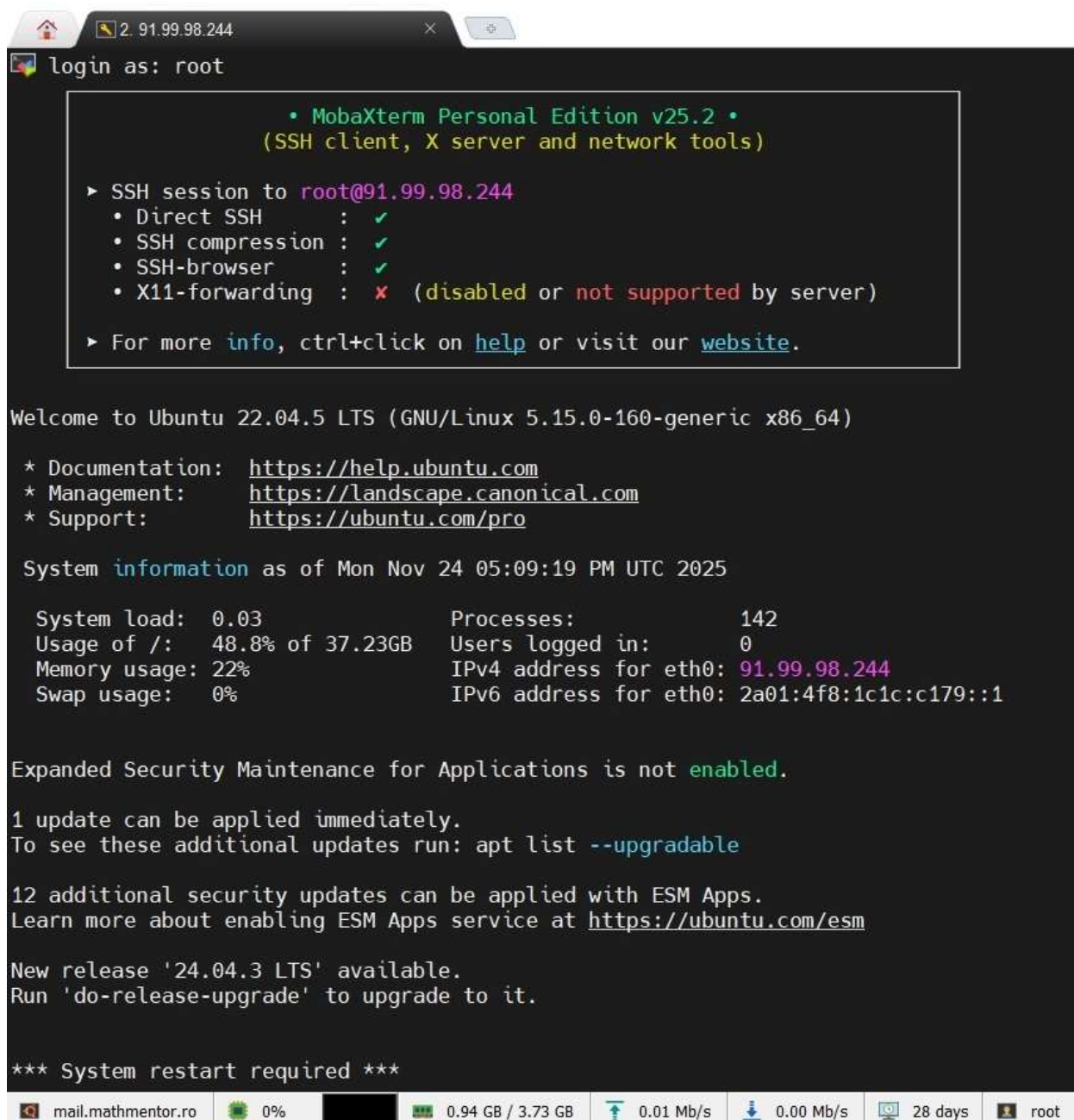
88. Ministerul Educației, Culturii și Cercetării Al Republicii Moldova, (2020). *Curriculum Național Matematică Clasele V-IX. Curriculum disciplinar. Ghid de implementare Chișinău, 2020*. Disponibil: https://mecc.gov.md/sites/default/files/matematica_gimnaziu_ro.pdf. [Accesat: 01.05.2026].
89. Moodle Documentation. (2023a). *GIFT format: Importing quiz questions using text formats*. Disponibil: https://docs.Moodle.org/402/en/GIFT_format [Accesat: 01.05.2026].
90. Moodle Documentation. (2023b). *Question XML format*. Disponibil: https://docs.Moodle.org/402/en/Moodle_XML_format [Accesat: 01.05.2026].
91. Moodle Stats. (2025). *Statistics about the Moodle project*. Disponibil: <https://stats.Moodle.org> Available at: <https://stats.Moodle.org> [Accessed at: 01.05.2026].
92. NEACȘU, I. (2015). *Învățarea eficientă: fundamente și practici de succes*. Iași: Polirom.
93. NKAMBOU, R., BOURDEAU, J., MIZOGUCHI, R. (Eds.) (2010). *Advances in Intelligent Tutoring Systems*. Springer. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-14363-2> [Accesat: 01.05.2026].
94. NOORBEHBAHANI, F., MOHAMMADI, A. AMINAZADEH, M. (2022). *A systematic review of research on cheating in online exams from 2010 to 2021*. Education and Information Technologies, 27, pp. 8413–8460. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10927-7> [Accesat: 01.05.2026].
95. OECD. (2021). *TALIS 2018 results (Volume I): Teachers and school leaders as lifelong learners*. OECD Publishing. Disponibil: <https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-en> [Accesat: 01.05.2026].
96. OECD. (2022). *PISA 2022 Country Note: Romania*. Paris: OECD Publishing. Disponibil: <https://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=ROU&topic=PI> [Accesat: 01.05.2026].
97. OECD. (2025). *Education and skills in Romania: Reviews of national policies for education*. OECD Publishing. Disponibil: <https://doi.org/10.1787/594cbb5d-en> [Accesat: 01.05.2026].
98. Oulu Moodle guide. (2019). *Getting started with STACK (Guide)*. PDF. Available at: <https://moodle.oulu.fi/question/type/STACK/doc/content/2019-STACK-Guide.pdf> [Accesat: 01.05.2026].
99. PAPERT, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books. Disponibil: https://worrydream.com/refs/Papert_1980_-_Mindstorms,_1st_ed.pdf [Accesat: 01.05.2026].
100. Parlamentul României (2025). *Legea nr. 141 din 25 iulie 2025 privind unele măsuri fiscal-bugetare*. Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 699 din 25 iulie 2025.
101. PIAGET, J. (1972). *The Psychology of the Child*. Basic Books. Disponibil: <https://RED.alohabdonline.com/wp-content/uploads/2020/05/The-Psychology-Of-The-Child.pdf> [Accesat: 01.05.2026].
102. POTOLEA, D., MANOLESCU, M. (2005). *Teoria și practica evaluării educaționale*. București: Ministerul Educației.
103. REDECKER, C., JOHANNESSEN, Ø. (2013) *Changing assessment — Towards a new assessment paradigm using ICT*. European Journal of Education. vol. 48, nr. 1, p. 79–96. ISSN 0141-8211. Disponibil: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC80558> [Accesat: 01.05.2026].
104. ROCHE, A., GERVASONI, A., KALOGEROPOULOS, P. (2021). *Factors that promote interest and engagement in learning mathematics for low-achieving primary students across three learning settings*. Australian Educational Researcher, 48, pp. 145–169. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/s13384-020-00379-6> [Accesat: 01.05.2026].
105. ROLL, I., WYLIE, R. (2016). *Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education*. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(2), pp. 582–599. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3> [Accesat: 01.05.2026].
106. SALI, L.; COZMA, D.; IONEL, M. (2025). *Analiza logico-didactică a conținuturilor orientate spre formarea competenței de modelare matematică*. În: Abordări inter/transdisciplinare în predarea științelor reale (concept STEAM). Chișinău: CEP UPSC, pp. 201–206.
107. SANGWIN, C.J. (2013). *Computer Aided Assessment of Mathematics: Technologies and Research*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0-19-966035-3.
108. SARKER, S., VALACICH, J., SARKER, S. (2019). *Understanding learning modalities in technology-enhanced environments*. Journal of Information Technology Education: Research, 18, 1–20. Disponibil: <https://doi.org/10.28945/4192> [Accesat: 01.05.2026].
109. Schoology Learning. (2024). Disponibil: <https://RED.powerschool.com/classroom/schoology-learning> [Accesat: 01.05.2026].

110. SINGER, F.M. (2007). Beyond conceptual change: Using representations to integrate domain-specific structural models in learning mathematics. *Mind, Brain, and Education*, 1(2), pp. 84–97. Disponibil: DOI:10.1111/j.1751-228X.2007.00009.x [Accesat: 01.05.2026].
111. SINGER, F. M., ELLERTON, N. F., CAI, J. (2015). *Mathematical problem posing: From research to effective practice*. New York, NY: Springer. ISBN: 978-1-4614-6257-6
112. SINGER, F. M., VOICA, C. (2013). *A problem-solving conceptual framework and its implications in designing problem-posing tasks*. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 9–26. Disponibil: <https://doi.org/10.1007/S10649-012-9422-X> [Accesat: 01.05.2026].
113. SON, T. (2024). *Intelligent tutoring systems in mathematics education: A systematic review*. *Computers*, 13(10), Article 270. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/computers13100270> [Accesat: 01.05.2026].
114. SPORRING, M., SANGWIN, C. J. (Eds.). (2019). *A collection of case studies: STACK online assessment system* [PDF]. University of Edinburgh. Disponibil: <https://webhomes.maths.ed.ac.uk/~csangwin/STACK/2019-cate-case-studies.pdf> [Accesat: 01.05.2026].
115. STACK Assessment (2024). *STACK: the world-leading open-source automatic assessment system for mathematics and STEM* [online]. Disponibil: <https://RED.STACK-assessment.org> [Accesat: 01.05.2026].
116. STACK (2025). *Case Studies*. Disponibil: <https://STACK-assessment.org/CaseStudies/> [Accesat: 01.05.2026].
117. TAKADA, T. (2025). *Visualization of solution processes to reach the correct answer using PRT and tree edit distance* [Poster presentation]. In *Proceedings of the 18th International Conference on Educational Data Mining (EDM 2025)* (pp. 270–275). International Educational Data Mining Society. Disponibil: <https://educationaldatamining.org/EDM2025/proceedings/2025.EDM.poster-demo-papers.270/2025.EDM.poster-demo-papers.270.pdf> [Accesat: 01.05.2026].
118. ULLMAN, L. (2018). *PHP and MySQL for Dynamic Web Sites: Visual QuickPro Guide* (5th ed.). Peachpit Press. Disponibil: https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780134301846/samplepages/9780134301846_CH04.pdf [Accesat: 01.05.2026].
119. Universitatea de Stat Din Moldova. (2023). *Școala Doctorală Științe Umaniste Și Ale Educației. Ghid de redactare a tezei de doctorat și a rezumatului*. Disponibil: <https://doctorat.usm.md/umanistice/wp-content/uploads/2023/12/Ghidul-Scolii-Doctorale-Stiinte-Umaniste-si-ale-Educatiei-de-redactare-a-tezei-de-doctorat-si-a-rezumatului.pdf> [Accesat: 01.05.2026].
120. VANLEHN, K. (2011). *The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems*. *Educational Psychologist*, 46(4), pp. 197–221. Disponibil: <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369> [Accesat: 01.05.2026].
121. VEVERIȚA, T., BRAICOV, A. (2025). A comparative analysis of primary Digital Education design and its implementation. *International Conference on Virtual Learning*, 20, pp. 447–459. Disponibil: <https://doi.org/10.58503/icvl-v20y202537> [Accesat: 01.05.2026].
122. VYGOTSKY, L. S. (1978). *Mind în Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. Disponibil: <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4> [Accesat: 01.05.2026].
123. WILEY, D., HILTON III, J. L. (2018). *Defining OER-Enabled Pedagogy*, *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 19(4). Disponibil: https://RED.researchgate.net/publication/327907596_Defining_OER-enabled_pedagogy [Accesat: 01.05.2026].
124. Wolfram Research. (n.d.). *Wolfram Mathematica – Technical Computing Software System*. Disponibil: <https://RED.wolfram.com/mathematica> [Accesat: 01.05.2026].
125. Wordwall. (n.d.). *Interactive learning games and activities*. Disponibil: <https://wordwall.net> [Accesat: 01.05.2026].
126. ZASTÎNCEANU, L. (2021). *Evaluarea la matematică prin intermediul soft-urilor. Reflecții metodice* În: *Acta et Commentationes, Sciences of Education*, nr. 4(26), 2021, pp.86-94 ISSN 1857-0623.

ANEXE

Anexa 1. Fragmente reprezentative din dezvoltarea Mathmentor.ro

A1.1. Captură de ecran pentru accesul administrativ prin SSH la serverul *mathmentor.ro*



```
login as: root

• MobaXterm Personal Edition v25.2 •
(SSH client, X server and network tools)

► SSH session to root@91.99.98.244
  • Direct SSH      : ✓
  • SSH compression : ✓
  • SSH-browser     : ✓
  • X11-forwarding  : ✗ (disabled or not supported by server)

► For more info, ctrl+click on help or visit our website.

Welcome to Ubuntu 22.04.5 LTS (GNU/Linux 5.15.0-160-generic x86_64)

* Documentation:  https://help.ubuntu.com
* Management:    https://landscape.canonical.com
* Support:        https://ubuntu.com/pro

System information as of Mon Nov 24 05:09:19 PM UTC 2025

System load:  0.03          Processes:           142
Usage of /:   48.8% of 37.23GB Users logged in:       0
Memory usage: 22%          IPv4 address for eth0: 91.99.98.244
Swap usage:   0%           IPv6 address for eth0: 2a01:4f8:1c1c:c179::1

Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.

1 update can be applied immediately.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

12 additional security updates can be applied with ESM Apps.
Learn more about enabling ESM Apps service at https://ubuntu.com/esm

New release '24.04.3 LTS' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

*** System restart required ***

mail.mathmentor.ro  0%  0.94 GB / 3.73 GB  0.01 Mb/s  0.00 Mb/s  28 days  root
```

Captura surprinde sesiunea SSH realizată prin clientul MobaXterm, în care este afișată autentificarea cu utilizatorul «root» pe serverul platformei *mathmentor.ro*, incluzând mențiunile «SSH session to root@IP» și mesajul standard «Welcome to Ubuntu...», alături de numele gazdei și adresa IP publică. Această evidență confirmă fără echivoc faptul că autoarea deține acces administrativ complet (privilegii root) asupra infrastructurii serverului, având capacitatea de a gestiona fișierele aplicației, serviciile instalate, actualizările de sistem și setările de securitate.

A1.2. Captură de ecran director „moodledata” + Certbot/HTTPS + acces bază de date

```
drwxr-xr-x 7 www-data www-data 4096 Oct 29 07:15 sms
drwxr-xr-x 5 www-data www-data 4096 Oct 29 07:15 tag
drwxr-xr-x 5 www-data www-data 4096 Oct 30 20:33 theme
-rwxr-xr-x 1 www-data www-data 1770 Oct 29 07:15 tokenpluginfile.php
-rwxr-xr-x 1 www-data www-data 3367 Oct 29 07:15 TRADEMARK.txt
-rwxr-xr-x 1 www-data www-data 80445 Oct 29 07:15 UPGRADING.md
drwxr-xr-x 9 www-data www-data 4096 Oct 29 07:15 user
drwxr-xr-x 2 www-data www-data 4096 Oct 29 07:15 userpix
-rwxr-xr-x 1 www-data www-data 1640 Oct 29 07:15 version.php
drwxr-xr-x 7 www-data www-data 4096 Oct 29 07:15 webservice
root@mail:~# apache2 -v
Server version: Apache/2.4.52 (Ubuntu)
Server built: 2025-08-11T12:10:10
root@mail:~# php -v
PHP 8.1.2-1ubuntu2.22 (cli) (built: Jul 15 2025 12:11:22) (NTS)
Copyright (c) The PHP Group
Zend Engine v4.1.2, Copyright (c) Zend Technologies
with Zend OPcache v8.1.2-1ubuntu2.22, Copyright (c), by Zend Technologies
root@mail:~# certbot certificates
Saving debug log to /var/log/letsencrypt/letsencrypt.log

-----
Found the following certs:
Certificate Name: mathmentor.ro
Serial Number: 6d647812edcd7e64dac7c492dc3176b545b
Key Type: RSA
Domains: mathmentor.ro www.mathmentor.ro
Expiry Date: 2025-12-24 16:18:27+00:00 (VALID: 29 days)
Certificate Path: /etc/letsencrypt/live/mathmentor.ro/fullchain.pem
Private Key Path: /etc/letsencrypt/live/mathmentor.ro/privkey.pem
-----
root@mail:~# mysql -u root -p
SHOW DATABASES;
Enter password:
Welcome to the MariaDB monitor. Commands end with ; or \g.
Your MariaDB connection id is 32141
Server version: 10.6.22-MariaDB-0ubuntu0.22.04.1 Ubuntu 22.04

Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.
```

mail.mathmentor.ro 0% 0.97 GB / 3.73 GB 0.01 Mb/s 0.00 Mb/s 28 days root

Captura prezintă accesul la instanța bazei de date MariaDB/MySQL și arată că autoarea deține control total asupra structurii directorului «moodledata» găzduit pe serverul *mathmentor.ro*, responsabil pentru stocarea resurselor generate de utilizatori, a fișierelor asociate cursurilor, a jurnalelor de activitate și a datelor operaționale ale platformei.

În aceeași suită de evidențe tehnice este documentată configurarea Certbot și activarea protocolului HTTPS/SSL, aspect care certifică implementarea măsurilor de securizare web standardizate.

A1.3. Captură de ecran a interfeței *mathmentor.ro*—Administrare site- Plugins

Denumire plugin	Version	Disponibilitate	Acțiuni	Notițe
Module de activitate				
Sarcină de lucru mod_assign	2024100700	Activat	Setări Dezinstalare	
BigBlueButton mod_bigbluebutton	2024100700	Dezactivat	Setări Dezinstalare	
Carte mod_book	2024100700	Activat	Setări Dezinstalare	
Cămară de discuții mod_chat	2024100700	Dezactivat	Setări Dezinstalare	
Alegere mod_choice	2024100700	Activat	Dezinstalare	
Bază de date mod_data	2024100700	Activat	Setări	Conținut de filtrare, data
Feedback mod_feedback	2024100701	Activat	Setări	Conținut de bloc, feedback
Dossier mod_folder	2024100700	Activat	Setări Dezinstalare	
Forum mod_forum	2024100700	Activat	Setări	Conținut de bloc, news_items, block_search_forums
Joc	2025-07-05	Activat	Setări Dezinstalare	Adăugare

Captura realizată în panoul de administrare Moodle (Administrare site → Plugins overview) servește drept dovadă vizuală a controlului administrativ deplin asupra ecosistemului FOSS. În configurația actuală a platformei *mathmentor.ro*, sistemul Moodle integrează un total de 477 de pluginuri funcționale, dintre care 30 sunt pluginuri suplimentare (adiționale) instalate și configurate de autoare, cu rol în extinderea funcționalităților de evaluare matematică, gamificare, randare simbolică și interoperabilitate educațională (e.g. STACK, WIRIS, Formulas, GeoGebra, H5P, Game etc.).

Anexa 2. Arhitectura cursului digital

A2.1. Arhitectura băncii de întrebări structurată pe teme și tipuri itemi

Categoriile BDI și colecțiile de itemi pentru evaluare digitală la Matematică		(755)
5_A Clasa a V-a Algebră și aritmetică		(177)
5_A_1 Numere naturale, fără puteri		(22)
5_A_1_Alegere_multiplă	(6)	
5_A_1_Eseu_știință	(2)	
5_A_1_Numeric	(3)	
5_A_1_Răspuns_scurt	(6)	
5_A_1_Calculat	(5)	
5_A_2 Puteri ale unui număr natural cu exponent număr natural		(42)
5_A_2_Alegere_multiplă	(3)	
5_A_2_Numeric	(1)	
5_A_2_Răspuns_scurt	(23)	
5_A_2_WIRIS	(5)	
5_A_2_Calculat	(10)	
5_A_3 Metode aritmetice de rezolvare a problemelor		(13)
5_A_3_A/F	(2)	
5_A_3_Alegere_multiplă	(2)	
5_A_3_Răspuns_scurt	(3)	
5_A_3_Calculat	(6)	
5_A_4 Divizibilitatea numerelor naturale		(9)
5_A_4_Răspuns_scurt	(2)	
5_A_4_Calculat	(2)	
5_A_4_Numeric	(5)	
5_A_5 Frații ordinare		(40)
5_A_5_A/F	(5)	
5_A_5_Alegere_multiplă	(14)	
5_A_5_Asociere	(6)	
5_A_5_Răspuns_scurt	(9)	
5_A_5_STACK	(6)	
5_A_6 Frații zecimale		(51)
5_A_6_Alegere_multiplă	(15)	
5_A_6_Răspuns_scurt	(17)	
5_A_6_Calculat	(19)	
5_G Clasa a V-a Geometrie		(44)
5_G_1 Elemente de geometrie Euclidiană		(4)
5_G_1_A/F	(1)	
5_G_1_Alegere_multiplă	(3)	
5_G_2 Unghiuri		(12)
5_G_2_Alegere_multiplă	(2)	
5_G_2_Răspuns_scurt	(1)	
5_G_2_Calculat	(9)	
5_G_3 Unități de măsură și calcule de perimetre, arii, volume		(28)
5_G_3_A/F	(2)	
5_G_3_Alegere_multiplă	(9)	
5_G_3_Numeric	(3)	
5_G_3_Răspuns_scurt	(5)	
5_G_3_Calculat	(9)	

6_A Clasa a VI-a Algebră	(154)
6_A_1 Mulțimi	(21)
6_A_1_A/F	(1)
6_A_1_Alegere_multiplă	(9)
6_A_1_Asociere	(1)
6_A_1_Numeric	(1)
6_A_1_Răspuns_scurt	(4)
6_A_1_Calculat	(5)
6_A_2 Divizibilitatea nr. naturale	(27)
6_A_2_Alegere_multiplă	(8)
6_A_2_Cloze	(1)
6_A_2_Eseu	(2)
6_A_2_Răspuns_scurt	(9)
6_A_2_Calculat	(2)
6_A_2_Numeric	(5)
6_A_3 Rapoarte și proporții	(38)
6_A_3_A/F	(6)
6_A_3_Alegere_multiplă	(5)
6_A_3_Numeric	(2)
6_A_3_Răspuns_scurt	(17)
6_A_3_Calculat	(8)
6_A_4 Mulțimea numerelor întregi	(27)
6_A_4_A/F	(1)
6_A_4_Alegere_multiplă	(14)
6_A_4_Asociere	(2)
6_A_4_Răspuns_scurt	(2)
6_A_4_Calculat	(8)
6_A_5 Mulțimea numerelor raționale	(41)
6_A_5_A/F	(1)
6_A_5_Alegere_multiplă	(13)
6_A_5_Răspuns_scurt	(1)
6_A_5_Calculat	(20)
6_A_5_STACK	(6)
6_G Clasa a VI-a Geometrie	(107)
6_G_1 Unghiuri, paralelism și perpendicularitate în plan	(36)
6_G_1_A/F	(7)
6_G_1_Alegere_multiplă	(22)
6_G_1_Calculat	(7)
6_G_2 Cercul-descriere și elemente	(14)
6_G_2_A/F	(1)
6_G_2_Alegere_multiplă	(7)
6_G_2_Calculat	(6)
6_G_3 Triunghiul-definiție, descriere, linii importante	(30)
6_G_3_A/F	(4)
6_G_3_Alegere_multiplă	(11)
6_G_3_Cloze	(4)
6_G_3_Calculat	(11)
6_G_4 Proprietățile triunghiurilor isoscel, echilateral, dreptunghic	(27)
6_G_4_A/F	(5)
6_G_4_Alegere_multiplă	(9)
6_G_4_Răspuns_scurt	(13)

7_A Clasa a VII-a Algebră	(35)
7_A_1 Mulțimea numerelor reale (Radicali)	(13)
7_A_1_STACK	(8)
7_A_1_WIRIS	(5)
7_A_2 Sisteme de 2 ecuații cu 2 necunoscute	(14)
7_A_2_Calculat	(5)
7_A_2_Numeric	(4)
7_A_2_Alegere_multiplă	(5)
7_A_3 Sistem ortogonal de axe xOy	(8)
7_A_3_Calculat	(6)
7_A_3_Cloze	(2)
7_G Clasa a VII-a Geometrie	(76)
7_G_1 Perimetre și arii: triunghi, paralelograme particulare, trapez	(32)
7_G_1_Calculat	(32)
7_G_2 Teoreme cu arce și coarde, poligoane regulate, lungimea cercului, aria discului	(28)
7_G_2_Calculat	(28)
7_G_3 Valori trigonometrice și rezolvarea triunghiului dreptunghic	(16)
7_G_3_Calculat	(16)
8_A Clasa a VIII-a Algebră	(92)
8_A_1 Intervale de nr. reale	(11)
8_A_1_Calculat	(11)
8_A_2 Formule de calcul prescurtat și operații cu expresii algebrice	(39)
8_A_2_STACK	(28)
8_A_2_Calculat	(6)
8_A_2_WIRIS_știință	(5)
8_A_3 Ecuația de grad II	(28)
8_A_3_Calculat	(18)
8_A_3_STACK	(10)
8_A_4 Funcția de grad I	(14)
8_A_4_Calculat	(12)
8_A_4_STACK	(2)
8_G Clasa a VIII-a Geometrie	(70)
8_G_1 Elemente ale geometriei în spațiu și descrierea corpurilor geometrice	(12)
8_G_1_Alegere_multiplă	(2)
8_G_1_Cloze	(8)
8_G_1_Eseu	(2)
8_G_2 Paralelism și perpendicularitate în spațiu	(29)
8_G_2_A/F	(5)
8_G_2_Alegere_multiplă	(15)
8_G_2_Asociere	(2)
8_G_2_Răspuns_scurt	(7)
8_G_3 Arii și volume ale poliedrelor	(23)
8_G_3_Calculat	(21)
8_G_3_STACK	(2)
8_G_4 Arii și volume ale corpurilor rotunde	(6)
8_G_4_Calculat	(6)

A2.2. Module și activități de învățare/evaluare

Glosare generale

Glosar Algebră

Glosar Geometrie plană

Glosar Geometrie în spațiu

Dosare teoretice

Clasa a V-a

Teorie Operații cu numere naturale

Teorie Divizibilitatea numerelor naturale

Teorie Frații ordinare

Teorie Frații zecimale și nr. raționale pozitive

Teorie Unități de măsură

Teorie Elemente de geometrie

Teorie Unghiuri

Clasa a VI-a

Teorie Mulțimi

Teorie. Divizibilitatea nr. naturale

Teorie. Rapoarte și proporții

Teorie Mulțimea nr. întregi

Teorie Mulțimea nr. raționale

Teorie Unghiuri, Paralelism, Perpendicularitate

Teorie Cerc

Teorie Triunghiul+Linii importante

Clasa a VII-a

Teorie Mulțimea numerelor reale

Teorie Ecuații și sisteme de ecuații

Teorie Organizarea datelor într-un sistem ortogonal de axe

Teorie Patrulatere + Perimetre și arii

Teorie Cerc + Teoreme în cerc

Teorie Asemănarea triunghiurilor

Teorie Relații metrice în triunghiul dreptunghic

Clasa a VIII-a

Teorie Intervale de nr. reale și inecuații

Teorie Calcul algebric în $\mathbb{R}$

Teorie Funcții

Teorie Elemente ale geometriei în spațiu

Teorie Paralelism și perpendicularitate în spațiu

Teorie Arii și volume

Instrumente externe cu link

Clasa a V-a

Rebus Punct, dreaptă, unghi - Worldwall

Calcul cu măsuri de unghiuri - Worldwall

Transformă măsurile unghiurilor în grade și minute! - Worldwall

Clasa a VII-a

Joc de antrenament - Deschide caseta cu modulul unui număr real - Worldwall

Joc de antrenament - Cursa în labirint - Calcul cu radicali - Worldwall

Joc de antrenament - Potrivește cartonașele - Operații simple cu radicali - Worldwall

Quiz de antrenament - Operații cu numere reale - Worldwall

Joc de antrenament - Potrivește teoremele în triunghiul dreptunghic - Worldwall

Clasa a VIII-a

Fișă interactivă de antrenament - Funcția de grad I - LiveWorksheets

Unghiul dintre o dreaptă și un plan - Definiție + vizualizare 3D - Geogebra

Unghiul dintre o diagonală și planul bazei unei prisme regulate - Geogebra

Proiecții ortogonale pe un plan - Geogebra

Jocuri Moodle**Clasa a V-a**

Millionaire - Clasa a V a Algebra și Aritmetică

Millionaire Clasa a V-a Geometrie

Clasa a VI-a

Millionaire Geometrie clasa a VI-a

Millionaire Algebră clasa a VI-a

Clasa a VII-a

Sudoku Geometrie plană

Snakes and Ladders Algebră Clasa a VII-a

Clasa a VIII-a

Cryptex Algebră

Crossword Algebra

Hangman Algebră

Cryptex Geometrie plană

Hangman Geometrie plană

Crossword Geometrie plană - ușor

Crossword Geometrie plană - avansat

Crossword Geometrie în spațiu - ușor

Crossword Geometrie în spațiu - avansat

Crossword Geometrie în spațiu - intermediar

Cryptex Geometrie în spațiu

Hangman Geometrie în spațiu

Millionaire Geometrie în spațiu

Snakes and Ladders Geometrie în spațiu

Sudoku Geometrie în spațiu

Activități H5P (quiz-uri interactive parametrizate)**Clasa a V-a**

Quiz de antrenament - Adunarea nr naturale, nivel de bază CES

Quiz de antrenament - Scăderea nr naturale, nivel de bază CES

Quiz de antrenament - Înmulțirea nr naturale, nivel de bază CES

Quiz de antrenament - Împărțirea nr naturale, nivel de bază CES

Clasa a VI-a

Quiz de antrenament - Ecuații de tipul $ax+b=c$, cu numere raționale, nivel intermediar

Quiz de antrenament - Ecuații de tipul $ax+b=c$, cu numere raționale, nivel de începător

Quiz de antrenament - Ecuații de tipul $ax+b=cx+d$ cu numere raționale, nivel avansat

Lista testelor planificate pe unități de învățare

Clasa a V-a – 11 e-teste:

Test de evaluare – Operații cu numere naturale, fără puteri;
Test de fixare și consolidare – Puteri cu exponent natural ale unui număr natural.;
Test de antrenament – Metode aritmetice de rezolvare a problemelor ;
Test de fixare și consolidare – Divizibilitatea numerelor naturale;
Test de fixare și consolidare – Frații ordinare;
Test de antrenament – Frații zecimale;
Test de evaluare – Operații cu fracții zecimale parametrizat 100% ;
Test de antrenament – Unități de măsură pentru lungime, arie și volum;
Test de antrenament – Relații între puncte și drepte; calcule cu lungimi de segmente;
Test de evaluare – Unghiuri. Clasa a V-a ;
Test de evaluare – Lungime. Aria. Volum. Capacitate. 100% parametrizat.

Clasa a VI-a – 10 e-teste:

Test de evaluare – Mulțimi;
Test de evaluare – Divizibilitate în Mulțimea nr. Naturale. clasa a VI-a;
Test de fixare și consolidare – Rapoarte și proporții ;
Test de antrenament – Mulțimea numerelor întregi;
Test de antrenament – Mulțimea numerelor raționale;
Test de evaluare – Operații cu nr raționale parametrizat 100%;
Test de evaluare – Unghiuri și Paralelism;
Test de evaluare – Cercul;
Test de antrenament – Triunghiul. Linii importante în triunghi;
Test de evaluare – Proprietățile triunghiurilor isoscel, echilateral, dreptunghic.

Clasa a VII-a – 6 e-teste;

Test de evaluare – Mulțimea numerelor reale 100% parametrizat;
Test de fixare și consolidare – Ecuații și sisteme de ecuații;
Test de fixare și consolidare – Organizarea datelor într-un sistem ortogonal de axe;
Test de evaluare – Perimetre și arii: paralelogram, paralelograme particulare, triunghi, trapez 100% parametrizat;
Test de evaluare – Elementele poligoanelor regulate înscrise într-un cerc; Lungimea cercului și aria discului 100% parametrizat;
Test de evaluare – Teoreme în triunghiul dreptunghic și valori trigonometrice.

Clasa a VIII-a – 8 e-teste;

Test de evaluare – Intervale de nr. reale și inecuații în $\mathbb{R}$ 100%parametrizat;
Test de evaluare – Calcul algebric 100% parametrizat;
Test de evaluare – Ecuația de grad II 100% parametrizat;
Test Funcția de grad I, 100% parametrizat;
Test teoretic de antrenament – Punct, dreaptă, plan și descrierea corpurilor geometrice;
Test teoretic de antrenament – Paralelism și perpendicularitate în spațiu;
Test de evaluare – Arii și volume poliedre 100% parametrizat;
Test de evaluare – Arii și volume Corpuri rotunde 100% parametrizat.

A2.3. Captură de ecran privind categoriilor de itemi în BDI (fragment)



BANCĂ DE ÎNTREBĂRI

Matematica Gimnazială Bacău bancă de întrebări partajată

Cursuri Deschise la Distanță > Matematica Gimnazială Bacău

> General

> Matematica Gimnazială Bacău bancă de întrebări partajată

== Clasa a VII-a Algebră 7.A (0)

== Multimea numerelor reale (Radicali) 7.A.1 (0)

== STACK 7.A.1.STACK (8)

== Wiris Stiinta 7.A.1.wiris (5)

== Sisteme de 2 ecuații cu 2 necunoscute 7.A.2 (0)

== Calculat 7.A.2.calculat (3)

== Numeric 7.A.2.numeric (4)

== Sistem ortogonal de axe xOy 7.A.3 (0)

== Calculat 7.A.3.calculat (3)

== Completare Cloze 7.A.3.cloze (2)

== Clasa a VII-a Geometrie 7.B (0)

== Perimetre și arii: triunghi, paralelograme particulare, trapez 7.B.1 (0)

== Calculat 7.B.1.calculat (34)

== Cerc: Teoreme referitoare la coarde și arce, poligoane regulate, lungimea cercului, aria discului 7.B.2 (0)

== Calculat 7.B.2.calculat (28)

== Valori trigonometrice și rezolvarea triunghiului dreptunghic 7.B.3 (0)

== Calculat 7.B.3.calculat (16)

A2.4. Cursul digital implementat pe Moodle CEITI

Logo Moodle CEITI

Acasă Tablou de bord Cursurile mele Course Preferences

Cursuri

/ Proiectului: Creșterea performanței academice la disciplina Informatica TIC, din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle ÎPT

Proiectului: Creșterea performanței academice la disciplina Informatica TIC, din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle ÎPT

Categorie Setări Cos de reciclare Încărcați cursuri Mai mult

Proiectului: Creșterea performanței academice la disciplina Informatica TIC, din c... Caut

Extinde toate secțiunile

Informatica

Matematică Brănoaea Cristina - România

Informatica IP Colegiul Tehnic Agricol din Soroca

Informatica Andrian Crismaru

Matematică Brănoaea Gabriela Cristina - România

Detalii a fost red.

geometria clasică

Acest curs experimental reprezintă un sistem suport inteligent care facilitează o învățare personalizată prin oferirea de sarcini individuale și feedback instant adaptativ, contribuind la dezvoltarea competențelor matematice ale fiecărui elev.

Obiective:

Motivația elevilor: Elevii care folosesc SSI vor prezenta o motivație crescută pentru studiul matematicii datorită experienței de învățare personalizate și interactive, completeate de feedback adaptativ în timp real și jocuri educaționale.

Reducerea volumului de lucru administrativ pentru profesori prin automatizarea evaluărilor și ajustarea sarcinilor de învățare, permițându-le acestora să dedice mai mult timp activităților didactice și de planificare.

Sprijin pentru managementul educațional prin generarea de rapoarte detaliate și monitorizarea progresului fiecărui elev, oferind o soluție scalabilă și eficientă pentru personalizarea instruirii la nivel gimnazial.

Prima etapă de experimentare practică vizează tema „Figuri geometrice în plan”, inclusă în curriculumul național din Republica Moldova pentru clasa a X-a, respectiv în programa școlară românească pentru clasa a VII-a, și tema „Poliedre” inclusă în curriculumul național din Republica Moldova pentru clasa a XII-a, respectiv în programa școlară românească pentru clasa a VIII-a, reprezentând o zonă de convergență tematică ideală pentru implementarea transnațională a testelor digitale standardizate. Aceste teme au fost selectate strategic datorită caracterului lor fundamental în formarea competențelor geometrice de bază și a potențialului lor didactic ridicat pentru parametrizarea itemilor.

Activitățile experimentale sunt structurate în jurul ultimei unități de învățare din semestrul II al anului școlar 2024-2025, cuprinzând recapitulare, completări și aplicabilitate practică a conceptelor geometrice esențiale.

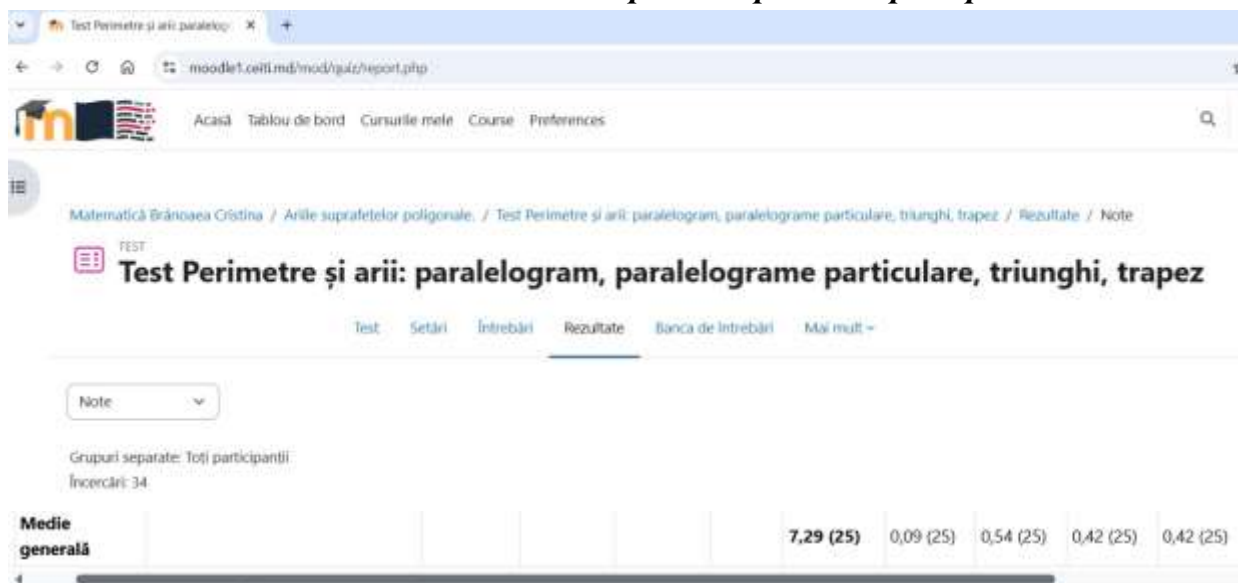
Formatul de numire a itemilor: Clasa_Tema_Unitate_TipItem_Nivel_NumarItem

Exemple introdu: 7_G_1_calculat_Nivel1_01 (Clasa a VII-a, Geometrie, Unitatea 1, item de tip calculat, Nivel 1 de dificultate, Itemul 01)

Autor: BRĂNOAEA Gabriela-Cristina

Formator: Ecaterina Ieseanu

A2.4.1. Analiza rezultatelor testului aplicat în prima etapă experimentală

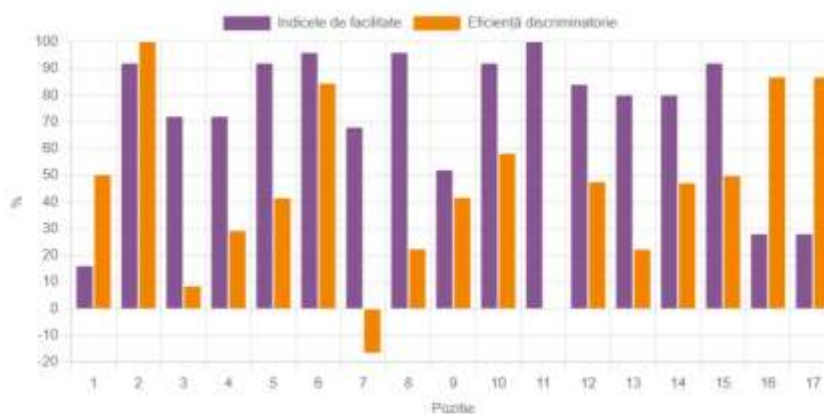


Șterge încercările selectate Renotare încercări...

Diagramă cu bare ilustrând numărul de studenți și intervalul de note pe care le obțin



Statistici pentru pozițiile întrebărilor



A2.4.2. Interpretarea rezultatelor pentru testul „Perimetre și arii”

Denumire chestionar	Test Perimetre și arii: paralelogram, paralelograme particulare, triunghi, trapez	
Nume curs	Matematică Brănoaea Gabriela Cristina - România	
Numărul de încercări inițiale notate complet	25	
Numărul total de încercări complete notate	25	
Nota medie a primelor încercări	72,94%	
Nota medie a tuturor încercărilor	72,94%	
Nota medie a ultimelor încercări	72,94%	
Nota medie a încercărilor cu cea mai mare notă	72,94%	
Nota medie (for toate încercările)	70,59%	
Deviație standard (a toate încercările)	15,00%	
Asigurarea distribuției scorului (pentru toate încercările)	-1,0134	
Scorul de distribuție Kurtosis (pentru toate încercările)	1,6358	
Coeficientul de consistență internă (for toate încercările)	68,22%	
Raport de eroare (pentru toate încercările)	56,38%	
Eroare standard (a toate încercările)	8,45%	
Teste finalizate pe platforma CEITI	TEST Moodle Notă/10,00	TEST tradițional Notă/10,00
Elev1	9,41	9,5
Elev 2	7,65	7,5
Elev 3	6,47	6,25
Elev 4	8,24	8
Elev 5	9,41	9,25
Elev 6	6,47	6,5
Elev 7	7,06	7
Elev 8	8,82	8,75
Elev 9	8,24	8,25
Elev 10	7,06	7
Elev 11	6,47	6,25
Elev 12	7,06	7
Elev 13	7,06	6,75
Elev 14	8,24	8
Elev 15	8,24	8,25
Elev 16	3,53	4
Elev 17	5,88	5,5
Elev 18	7,65	7,75
Elev 19	7,06	7
Elev 20	9,41	9,75
Elev 21	7,06	7
Elev 22	6,47	6,5
Elev 23	3,53	4
Elev 24	7,65	7,75
Elev 25	8,24	8
Media clasei	7,29	6.7

A2.4.2. Continuare

Testul digital a fost finalizat complet de **25 de elevi**, iar analiza statistică a performanțelor oferă o imagine clară asupra comportamentului evaluării digitale în contextul SSI.

1. Consistența performanțelor. Toate valorile medii raportate pentru: **prima încercare, ultimele încercări, cea mai bună încercare, toate încercările** sunt identice (**72,94%**), ceea ce indică: **stabilitate în performanța elevilor**, fără variații semnificative între repetări; **absența fenomenului de „învățare prin repetiție imediată”**, ceea ce arată că testul este robust și nu permite creșteri artificiale ale scorului prin memorarea răspunsurilor; itemii parametrizați își păstrează **valoarea discriminativă**, oferind fiecărei încercări un set unic, echivalent curricular.

2. Nota medie generală

- **72,94%** pentru primele încercări – valoare care reflectă performanța reală, fără efectul familiarizării.
- **70,59%** media tuturor încercărilor (inclusiv cele incomplete sau secundare).

Diferența foarte mică ($\approx 2\%$) arată **consecvență în performanțele elevilor**, test bine calibrat, nivel uniform de dificultate.

3. Deviația standard: 15,00% indică: o **variabilitate moderată** a scorurilor, diferențiere sănătoasă între elevii cu niveluri distincte de competență, absența suprapunerii excesive a scorurilor (nu toți au aceeași notă), ceea ce validează puterea discriminativă a testului.

4. Indicatori de distribuție: Skewness = -1,0134 și Kurtosis = 1,6358

- **Skewness negativ (asimetric la stânga):** majoritatea notelor sunt situate spre zona superioară (performanțe bune și foarte bune); un număr redus de elevi au obținut scoruri modeste.
- **Kurtosis > 1** indică: distribuție **mai ascuțită, concentrare a scorurilor în jurul mediei**, dar și o coadă ușor prelungită spre scoruri mici (câțiva elevi cu dificultăți semnificative).

Concluzie: Testul a discriminat eficient fără a genera extreme artificiale.

5. Coeficientul de consistență internă: 68,22% reprezintă o estimare a fiabilității interne (similară Cronbach α) și indică: **fiabilitate acceptabilă**, adecvată testelor formative digitale, coerență între itemi, structură unitară a competențelor evaluate (perimetre–arii–relații).

6. Raportul de eroare: 56,38% și eroarea standard: 8,45% arată: o **margine rezonabilă de eroare**, specifică testelor cu itemi parametrizați; testul este suficient de stabil pentru a genera **note valide**, dar nu este excesiv de rigid; eroarea standard (8,45%) indică faptul că scorurile raportate sunt apropiate de performanța reală a elevilor.

În ansamblu, testul are caracteristici psihometrice corecte și este potrivit pentru evaluare sumativă și analiză pedagogică în cadrul SSI.

Anexa 3. Ghid pentru profesori de utilizare a cursului electronic în Moodle

Această secțiune descrie pașii necesari pentru crearea unui test de evaluare în platforma Moodle, de la autentificarea utilizatorului până la finalizarea și publicarea testului.

Autentificarea în platforma Moodle. Se accesează pagina principală a platformei Moodle, iar în secțiunea de autentificare se introduc datele de utilizator (*nume de utilizator și parolă*) asociate contului cu drepturi de administrare și creare de cursuri.

După autentificare, se navighează în meniul principal și se selectează cursul.

Crearea și administrarea utilizatorilor cursului se face în unul dintre modurile: Import de fișiere CSV cu datele utilizatorilor; Activare prin email și atribuirea rolurilor (elev/editor); Înscrierea automată (conform metodelor definite, inclusiv grupe globale) sau manuală în cursuri, în funcție de clasă și nivel etc.

A. Utilizarea directă a colecțiilor de itemi din BDI și a bateriei de teste

Pasul 1: Accesarea băncii de itemi

- 1.1. În interfața de administrare Moodle, se selectează meniul **Banca de întrebări (Question bank)**, disponibil în secțiunea de administrare a cursului.
- 1.2. Se identifică categoria corespunzătoare disciplinei, clasei și unității de învățare;
- 1.3. Se utilizează opțiunile de filtrare după competență, nivel de dificultate, autor sau tip de item, pentru selectarea rapidă a resurselor relevante.

Pasul 2: Vizualizarea și selectarea itemilor

- 2.1. Se accesează fiecare întrebare pentru verificarea structurii, a corectitudinii matematice și a feedbackului asociat.
- 2.2. Itemii verificați se pot adăuga direct într-un test existent sau se pot exporta pentru utilizare ulterioară.

Pasul 3: Adăugarea itemilor în teste existente

- 3.1. Într-un test activ, se selectează opțiunea **Adaugă o întrebare din banca de itemi (Add from question bank)**.
- 3.2. Se selectează categoria corespunzătoare și se inserează întrebările dorite, menținând ordinea tematică.
- 3.3. Se recomandă utilizarea opțiunii **Întrebări aleatorii (Random question)** pentru testele de antrenament, pentru a genera automat variante distincte pentru fiecare elev.

Pasul 4: Exportul și importul întrebărilor

- 4.1. Itemii pot fi exportati în format **GIFT** sau **Moodle XML**, pentru a fi reutilizați în alte cursuri.
- 4.2. Pentru import, se selectează opțiunea **Import** → **Format GIFT/XML**, iar întrebările sunt plasate în categoria corespunzătoare.

Pasul 5: Utilizarea bateriei de teste

5.1. Bateriile de teste sunt preconfigurate pe domenii tematice și tipuri de evaluare (diagnostică, formativă, sumativă).

5.2. Profesorul poate copia o baterie existentă în propriul curs și o poate personaliza prin adăugarea, eliminarea sau modificarea unor itemi.

5.3. Fiecare baterie conține între 20–40 itemi de diferite tipuri (MCQ, numeric, STACK, Cloze), organizați după principiul progresivității competențelor.

Pasul 6: Validarea calității itemilor

6.1. Înaintea publicării, se recomandă testarea fiecărui item în modul **Previzualizare (Preview)** pentru verificarea randării MathJax și a interpretării corecte a expresiilor Maxima.

6.2. Itemii problematici se marchează pentru revizuire.

6.3. După validare, itemii sunt integrați în testele finale.

B. Dezvoltarea noilor itemi (în GIFT sau prin copiere/editare) și jocuri educaționale

Pasul 1: Crearea unui nou item în format GIFT

1.1. Formatul GIFT (*General Import Format Technology*) este utilizat pentru dezvoltarea masivă și rapidă a itemilor cu răspuns scurt, răspuns multiplu, numeric sau de tip Cloze (completare) etc. (*Moodle Documentation, 2023a*). Acest format permite crearea itemilor offline, într-un editor simplu de text, care ulterior pot fi importați automat în Banca de întrebări Moodle.

1.2. Fiecare întrebare este introdusă în editoare precum Notepad, WordPad sau MS Word, cu condiția ca fișierul să fie salvat în format text simplu UTF-8. Structura unui item GIFT respectă sintaxa standard:

```
// question: <număr> name:<cod item>
::<cod item>:: <enunțul întrebării> {
= răspuns corect # feedback pentru răspuns corect
~ răspuns greșit # feedback pentru răspuns greșit
}
```

1.3. Fișierul este importat în *Banca de întrebări* → *Import* → *Format GIFT* și organizat fie într-o categorie nouă, fie în cele existente, corespunzătoare temei și nivelului.

Pasul 2: Editarea itemilor existenți

2.1. În *Question bank*, se selectează un item existent → **Duplicate** → **Edit**.

2.2. Se modifică enunțul, valorile parametrilor, feedbackul și metadatele.

2.3. Se salvează în categoria corespunzătoare, păstrând codul unic și versiunea.

Pasul 3: Dezvoltarea itemilor STACK

3.1. Pentru întrebările cu validare simbolică și evaluare pe etape, se utilizează tipul de activitate STACK.

3.2. Se configurează următoarele componente:

- *Question variables*: se declară variabilele;
- *Question text*: enunțul problemei, scris în format MathJax.
- *Model answer*: expresia matematică așteptată, formulată în sintaxă Maxima.
- *Potential response tree*: definirea etapelor de evaluare, punctajelor parțiale și a feedbackului adaptiv.

Principii generale de redactare în sintaxa Maxima:

- Răspunsurile trebuie introduse sub formă *strict matematică*, fără text explicativ.
- Se recomandă *scrierea expresiilor cu paranteze* acolo unde este necesară clarificarea ordinii operațiilor.
- Utilizarea *formulelor standardizate Maxima*, fără diacritice și fără caractere neacceptate (e.g. simboluri neștiințifice).

Tabelul următor sintetizează cele mai frecvente simboluri și expresii utilizate în formularea și rezolvarea itemilor matematici digitali.

Simboluri și expresii uzuale în Maxima (suportate de STACK)

Noțiune matematică	Sintaxă Maxima	Exemplu în caseta de răspuns
Putere	$\wedge$	$x^2, a^3 + b^2$
Rădăcină pătrată	$\text{sqrt}(\dots)$	$\text{sqrt}(16)$
Fracție	$/$	$3/4, (x+1)/(x-2)$
Paranteze	$(\dots)$	$(2*x + 1)/x$
Produs	$*$ (opțional)	$2x$ sau $2*x$
Egalitate	$=$	$x = 2$
Inegalități	$<, >, <=, >=$	$x <= 5$
Funcții trigonometrice	$\sin(x), \cos(x), \tan(x)$	$\sin(\pi/4)$
Numere π și e	$\%pi, \%e$	$\sin(\%pi/2), \%e^x$
Logaritm natural	$\log(x)$	$\log(x^2)$
Exponențial	$\exp(x)$	$\exp(2)$
Derivata simplă	$\text{diff}(f(x), x)$	$\text{diff}(x^2 + 3*x, x)$
Soluția ecuației	$\text{solve}(\text{expr}, \text{var})$	$\text{solve}(x^2 = 9, x)$

3.3. Sistemul verifică echivalența simbolică între răspunsul elevului și modelul corect, utilizând funcțiile `is(equal())` și `simplify()`.

3.4. Fiecare item STACK este însoțit de mesaje de feedback diferențiate, în funcție de tipul de eroare detectat (e.g. aplicarea incorectă a unei formule sau omisiunea unui pas intermediar).

A3.1. Exemplu de configurare a unui item STACK (screenshot)



TEST

Test Aree și volume poliedre, parametrizat

[Cursuri Deschise la Distanță](#) > [Matematica Gimnazială Bacău](#) > [Clasa a VIII-a](#) > [Test Aree și volume poliedre, parametrizat](#) > [Banca de întrebări](#) > [Întrebări](#)
> Se editează o întrebare STACK

Se editează o întrebare STACK?

Restrânge toate secțiunile

General

Categoria curentă

Implicit pentru Test Aree și volume (2)

Versiune

[Versiune 5](#)
Creat de la BRĂNOAEA GABRIELA CRISTINA la ora joi, 3 aprilie 2025, 12:26

Denumirea întrebării

8_G_3_STACK_nivel3_01

[STACK question dashboard](#)

Question variables

```
L:ev(rand(20)+3,simp);
l:ev(rand(8)+2,simp);
m:ev(rand(10)+3,simp);
h_tr:sqrt(m^2-((L-l)/2)^2);
ap_tr:sqrt(((L-l)/2)^2+h_tr^2);
A_l_tr:4*((L+l)*ap_tr)/2;
A_t:A_l_tr+L^2+l^2;
V_tr:(h_tr/3)*(L^2+l^2+L*l);
H:h_tr*L/(L-l);
Ap:ap_tr*L/(L-l);
A_L:4*(L*Ap)/2;
V_P:(L^2*H)/3;
```

Random group

8 B

Textul întrebării	? ? Într-un trunchi de piramidă patrulateră regulată, latura bazei mari este de $\sqrt{L}$ cm, latura bazei mici este de $\sqrt{l}$ cm, iar muchia laterală este de $\sqrt{m}$ cm.
 Să se determine:
 a) Înălțimea trunchiului. b) Apotema trunchiului c) Aria laterală a trunchiului. d) Aria totală a trunchiului. e) Volumul trunchiului. f) Aria laterală a piramidei din care provine trunchiul. g) Volumul piramidei din care provine trunchiul. Format HTML
Status-ul întrebării	Pregătit
Punctaj implicit	1
Feedback specific	Format HTML
Penalty	0.1
Feedback general	Felicitări pentru încercare! În funcție de punctajul obținut, îți recomandăm să revizuiești pașii de calcul și să reanalizezi relațiile geometrice implicate în problema trunchiului de Format automat Moodle
Număr identificator	8_G_3
Question description	Acest item evaluează capacitatea elevilor de a aplica formulele pentru calculul ariilor și volumelor trunchiului de piramidă patrulateră regulată și elementelor acestuia. Format HTML
Question note	Acest item evaluează capacitatea elevilor de a aplica formulele pentru calculul ariilor și volumelor trunchiului de piramidă patrulateră regulată și elementelor acestuia. Fiecare elev primește alte dimensiuni ale trunchiului pentru a evita tentativele de fraudă. Format HTML

Verify the question text and update the form

✓ Potential response tree: prt1

Question value

1

Auto-simplify

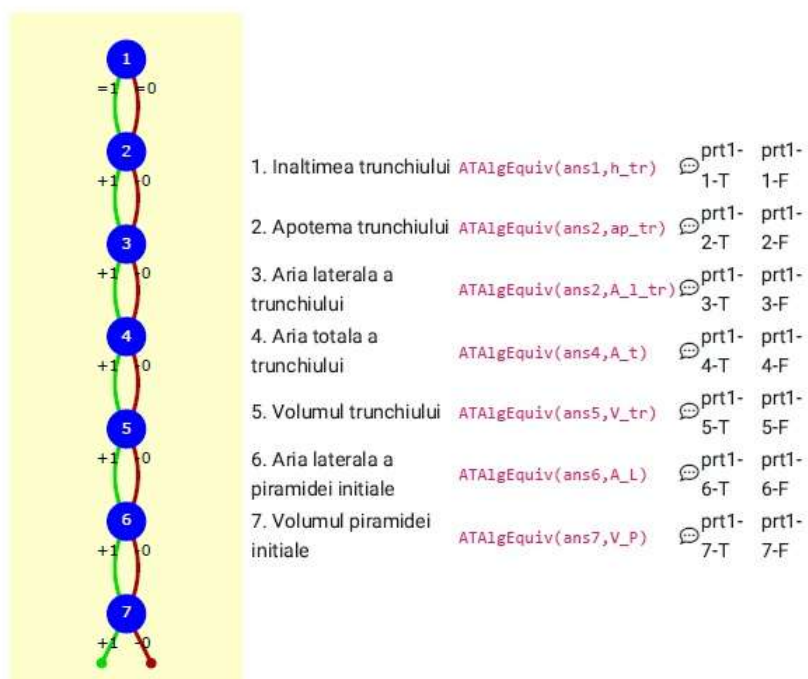
Da

PRT feedback style

Standard

Feedback variables

This potential response tree will become active when the student has answered: **ans1, ans2, ans4, ans5, ans6, ans7**



Node 1 ? Description Answer test

SAns TAns Quiet

Node 1 when true ? Mod Score Penalty Următorul Answer note

Node 1 true feedback ?

Node 1 when false ? Mod Score Penalty Următorul Answer note

Node 1 false feedback ?

Delete node 1

Node 2 ? Description Answer test

SAns TAns Quiet

Node 2 when true ? Mod Score Penalty Următorul Answer note

Node 2 true feedback ?

Node 2 when false ? Mod Score Penalty Următorul Answer note

Node 2 false feedback ?

Delete node 2

Node 3 ? Description
 Aria laterală a trunchiului Answer test AlgEquiv

SAAns TAns
 ans2 A_Ltr Quiet Nu

Node 3 when true ? Mod + Score 1 Penalty Următorul Node 4 Answer note prt1-3-T

Node 3 true feedback ? Excelent! Ai folosit corect formula pentru aria laterală a unui trunchi de piramidă
 Format HTML

Node 3 when false ? Mod - Score 0 Penalty Următorul Node 4 Answer note prt1-3-F

Node 3 false feedback ? Revezi formula ariei laterale a unui trunchi de piramidă patrulateră regulată.
 Format HTML

Delete node 3

Node 4 ? Description
 Aria totală a trunchiului Answer test AlgEquiv

SAAns TAns
 ans4 A_t Quiet Nu

Node 4 when true ? Mod + Score 1 Penalty Următorul Node 5 Answer note prt1-4-T

Node 4 true feedback ? Perfect! Ai adunat corect aria laterală cu ariile celor două baze.
 Format HTML

Node 4 when false ? Mod - Score 0 Penalty Următorul Node 5 Answer note prt1-4-F

Node 4 false feedback ? Nu uita să aduni și aria celor două baze la aria laterală.
 Format HTML

Delete node 4

Node 5  Description
 Volumul trunchiului Answer test AlgEquiv 
 SAns TAns
 ans5 V_tr Quiet Nu 

Node 5 when true  Mod +  Score 1 Penalty Următorul Node 6  Answer note prt1-5-T

Node 5 true feedback  Corect! Ai aplicat bine formula pentru volumul trunchiului de piramidă.
 Format HTML 

Node 5 when false  Mod -  Score 0 Penalty Următorul Node 6  Answer note prt1-5-F

Node 5 false feedback  Revezi formula pentru volumul trunchiului de piramidă.
 Format HTML 

Delete node 5

Node 6  Description
 Aria laterala a piramidei initiale Answer test AlgEquiv 
 SAns TAns
 ans6 A_L Quiet Nu 

Node 6 when true  Mod +  Score 1 Penalty Următorul Node 7  Answer note prt1-6-T

Node 6 true feedback  Foarte bine! Ai găsit corect aria laterală a piramidei originale..
 Format HTML 

Node 6 when false  Mod -  Score 0 Penalty Următorul Node 7  Answer note prt1-6-F

Node 6 false feedback  Revezi formula pentru aria laterală a piramidei regulate.
 Format HTML 

Delete node 6

Node 7	Description Volumul piramidei initiale SAns ans7 TAns V_P Answer test AlgEquiv Quiet Nu
Node 7 when true	Mod + Score 1 Penalty Următorul [stop] Answer note prt1-7-T
Node 7 true feedback	Excelent! Ai aplicat corect formula volumului unei piramide regulate. Format HTML
Node 7 when false	Mod - Score 0 Penalty Următorul [stop] Answer note prt1-7-F
Node 7 false feedback	Aplică formula clasică pentru calculul volumului unei piramide regulate. Format HTML

Delete node 7

Opțiuni

Question-level simplify

Da

Assume positive

Da

Assume real

Nu

Standard feedback for correct

Răspuns corect, bravo!
 Format HTML

Standard feedback for partially correct

Răspunsul tău e doar parțial corect.
 Format HTML

Standard feedback for incorrect

Din păcate ai răspuns greșit.
 Format HTML

Pasul 4: Crearea unui glosar în cadrul cursului. Pentru a crea un glosar principal sau un glosar tematic (secundar) în cadrul unui curs, **tutorele** urmează următorii pași:

4.1. Accesează: Pagina principală Moodle ► Alegerea cursului dorit ► Adaugă activități sau resurse ► Glosar.

4.2. Completează **titlul**, **descrierea** și **setările de acces**.

4.3. Alege tipul de glosar (principal sau secundar).

4.4. Configurează opțiunile de: adăugare de termeni de către cursanți, aprobare a noilor termeni, comentarii și evaluare, dacă se dorește integrarea lor în activitatea de învățare.

Pasul 5: Crearea jocurilor educaționale în Moodle

5.1. Jocurile se bazează pe întrebările existente din BDI sau pe glosarele teoretice.

5.2. Se adaugă o activitate de tip **Game** (Millionaire, Crossword, Hangman, etc)

5.3. Se selectează glosarul sau categoria de întrebări din care jocul va extrage itemii.

5.4. Parametrii jocului se configurează în funcție de nivelul de dificultate (număr de întrebări, timp per întrebare, niveluri de progres).

5.5. Jocurile de tip *Millionaire* și *Snakes and Ladders* utilizează itemi din BDI (calcul, raționament, aplicații directe), iar jocurile *Crossword*, *Hangman* și *Sudoku* se bazează pe termenii din glosarele de Algebră, Geometrie plană și Geometrie în spațiu.

5.6. Fiecare joc este însoțit de feedback automat, permițând elevului să identifice răspunsurile corecte și să exerseze repetitiv conceptele studiate.

C. Construirea noilor teste de evaluare

Pasul 1: Definirea structurii testului

1.1. Se stabilește scopul evaluării (diagnostic, formativ, sumativ).

1.2. Se elaborează planul de test (blueprint) care include: unitățile de învățare și competențele vizate;

tipurile de itemi (MCQ, numeric, STACK, eseu); distribuția pe niveluri de dificultate (ușor, mediu, avansat); durata totală și punctajul maxim; instrucțiuni pentru elevi și feedback general.

Pasul 2: Crearea testului în platforma Moodle

2.1. În cadrul unității de învățare, se selectează opțiunea „Adaugă activitate sau resursă” și se alege activitatea „Quiz” (Test).

2.2. În fereastra de configurare a testului, se completează următoarele câmpuri:

Titlu: Se denumește testul, de exemplu, „Evaluare sumativă – Teorema lui Pitagora”.

Descriere: Se adaugă o descriere a obiectivului evaluării, de exemplu, „Testul are scopul de a evalua înțelegerea și aplicarea Teoremei lui Pitagora în probleme complexe cu triunghiuri”.

2.3. Se configurează parametrii suplimentari (număr încercări, ordonare aleatorie, penalizări, vizibilitate notă).

2.4. Se ajustează setările de acces și cronometrare:

Perioada de deschidere și închidere: Se definește intervalul de timp în care testul va fi disponibil.

Timpul limită pentru completare: Se setează un timp de 45 de minute.

Opțiuni de feedback: Se activează feedbackul imediat, astfel încât elevii să primească răspunsuri automatizate după fiecare întrebare.

Pasul 3: Adăugarea întrebărilor

3.1. Se adaugă întrebările din BDI sau dintr-un fișier importat (GIFT/XML).

3.2. Se selectează itemii conform blueprint-ului testului și se ordonează tematic.

3.3. Pentru testele de antrenament, se pot folosi întrebări aleatorii, generate automat dintr-o subcategorie de itemi.

Pasul 4: Configurarea rubricilor de evaluare

4.1. Pentru itemii subiectivi de tip „Essay”, se definește o rubrică cu criterii clare: identificarea corectă a datelor; aplicarea formulei adecvate; calculul corect al pașilor intermediari; justificarea logică a rezultatului final. Rubrica este salvată și aplicată automat pentru itemii de același tip.

4.2. În cadrul pluginului STACK, această rubrică poate fi integrată prin analiza pașilor de răspuns folosind funcția *PRT*, care permite alocarea de punctaj diferențiat pe secvențe logice.

Pasul 5: Configurarea feedbackului pentru întrebările deschise

5.1. În fereastra de configurare a testului, se activează feedbackul adaptiv, astfel încât elevii să primească îndrumări pentru răspunsurile incomplete sau incorecte.

5.2. Exemple de feedback adaptiv includ:

Dacă elevul aplică greșit formula, feedbackul poate fi: „Verificați formula Teoremei lui Pitagora. Latura ipotenuzei este întotdeauna cea mai lungă și opusă unghiului drept.”

Dacă elevul a realizat calcule incorecte, feedbackul poate include sugestii precum „Revizuiți calculele efectuate la pasul 3. Eroarea poate fi cauzată de o calculare incorectă a pătratului laturilor.” Feedbackul este configurat folosind ramuri condiționale în *PRT* (specific pluginului STACK), ceea ce permite detectarea erorilor frecvente și declanșarea de mesaje diferențiate în funcție de traseul de rezolvare ales de elev.

5.3. Feedbackul poate include resurse suplimentare (e.g. videoclipuri explicative, fișe teoretice) în cazul în care elevul repetă aceleași greșeli.

Pasul 6: Verificarea și publicarea testului

6.1. Se utilizează opțiunea Previzualizare (Preview) pentru verificarea funcționalității itemilor, a feedbackului și a temporizării.

6.2. Testul se activează în perioada planificată și se publică în secțiunea corespunzătoare a cursului.

6.3. Se activează urmărirea progresului (*completion tracking*), pentru a asigura parcurgerea secvențială a materialelor teoretice înaintea testării.

Pasul 7: Colectarea și analiza rezultatelor evaluării

- 7.1. După finalizarea testului, se accesează rapoartele disponibile în secțiunea **Rezultate** → **Analiză test** pentru a vizualiza și analiza datele obținute.
- 7.2. Se analizează indicatorii de dificultate, discriminare și tipurile de erori frecvente. Pe baza acestor date, itemii pot fi ajustați (modificarea formulărilor, extinderea toleranțelor numerice, corectarea feedbackului).
- 7.3. Se analizează rezultatele întrebărilor de tip „Essay” pentru a identifica erorile comune și tendințele de rezolvare.
- 7.4. Se generează rapoarte individuale care includ scorurile obținute și feedbackul adaptiv pentru fiecare răspuns, oferind elevilor informații detaliate despre aspectele ce necesită îmbunătățire. Aceste rapoarte pot fi exportate în format CSV pentru analiza longitudinală a performanței, iar profesorii pot seta notificări automate pentru elevi prin funcția *Messaging* → *Notification Events*.
- 7.5. Rapoartele se arhivează pentru a permite analiza evoluției performanțelor elevilor în timp.

Pasul 8: Optimizarea și ajustarea testului pe baza rezultatelor

- 8.1. Pe baza rezultatelor și feedbackului colectat, rubricile de evaluare pot fi ajustate pentru a clarifica pașii logici esențiali și pentru a încuraja soluții mai detaliate.
- 8.2. Algoritmul de evaluare poate fi recalibrat pentru a recunoaște variațiile de exprimare matematică echivalente din punct de vedere simbolic, utilizând funcțiile `equal()` sau `is()` din Maxima, asigurând echitate și acuratețe în scorarea automată.
- 8.3. Mesajele de feedback pot fi ajustate pentru a oferi explicații mai clare acolo unde elevii au întâmpinat dificultăți.

Pasul 9: Concluzii și recomandări pentru extinderea cursului digital

- 9.1. Fiecare item nou trebuie să conțină metadate complete: cod unic, clasă, unitatea de învățare, competență vizată, nivel de dificultate, tip item.
- 9.2. Testele noi se vor construi pe baza unui blueprint standard, pentru a asigura coerența curriculară.
- 9.3. Jocurile educaționale se vor asocia cu unitățile tematice corespunzătoare, utilizând întrebări din glosare, banca de întrebări sau bateria de teste.
- 9.4. Înainte de publicare, toate activitățile trebuie testate în mod *Preview*, pentru verificarea afișării corecte.
- 9.5. După implementare, se recomandă analizarea rapoartelor de performanță și ajustarea periodică a testelor, în funcție de progresul elevilor.
- 9.6. Se documentează eficiența sistemului de evaluare, subliniind impactul feedbackului personalizat asupra performanței elevilor.
- 9.7. Pe baza rezultatelor analizei, se emit recomandări pentru utilizarea continuă a platformei Moodle în evaluarea sumativă, evidențiind valoarea adăugată de sistemul de feedback automatizat.

Anexa 4. Ghid pentru elevi de utilizare a cursului electronic în Moodle

Prezentul ghid are rolul de a sprijini elevii în utilizarea platformei Moodle pentru învățarea și evaluarea digitală la matematică, în cadrul cursului *Matematică Gimnazială*. Ghidul descrie succesiunea de pași necesari de la autentificare până la analiza rezultatelor, oferind instrucțiuni clare pentru navigare, completarea corectă a testelor, utilizarea jocurilor educaționale și interpretarea feedbackului automat generat de sistem.

A. Ghid pentru elevi de utilizare a cursului electronic în Moodle

Pasul 1: Autentificarea în platforma Moodle

- 1.1. Elevul accesează adresa platformei Moodle indicată de profesor;
- 1.2. În fereastra principală de autentificare, se introduc numele de utilizator și parola;
- 1.3. După autentificare, sistemul afișează tabloul de bord (*Dashboard*), care conține toate cursurile la care elevul este înscris.
- 1.4. Se selectează cursul „Matematică gimnazială – clasa ...” corespunzător nivelului de studiu.

Pasul 2: Familiarizarea cu structura cursului

- 2.1. Cursul este organizat pe module tematice corespunzătoare unităților de învățare din programă: *Aritmetică, Algebră, Geometrie plană, Geometrie în spațiu, Organizarea datelor*.
- 2.2. Fiecare modul include următoarele tipuri de resurse:
 - **Fișiere teoretice** – conțin definiții, reguli și exemple;
 - **Glosare** – termeni explicați din algebră și geometrie;
 - **Jocuri educaționale** – pentru consolidarea interactivă a noțiunilor;
 - **Teste formative și sumative** – pentru verificarea nivelului de învățare.
- 2.3. Ordinea parcurgerii modulelor este secvențială. Sistemul activează următorul modul numai după finalizarea celui anterior, pentru a asigura progresul logic în învățare.
- 2.4. Elevul este încurajat să consulte ghidurile de teorie înainte de fiecare activitate practică, pentru a înțelege regulile și formulele necesare.

Pasul 3: Accesarea și utilizarea resurselor de învățare

- 3.1. Fiecare modul conține resurse de tip PDF, pagini Moodle sau fișiere interactive (de exemplu, GeoGebra, Wordwall, Liveworksheets).
- 3.2. Elevul poate vizualiza conținutul direct în browser, fără descărcare.
- 3.3. Resursele pot include animații, grafice interactive și exemple vizuale, pentru o mai bună înțelegere a noțiunilor.
- 3.4. După parcurgerea teoriei, elevul este direcționat către activități de tip joc sau test.

Pasul 4: Participarea la jocurile educaționale

4.1. Jocurile educaționale (Millionaire, Hangman, Crossword, Cryptex, Sudoku, Snakes and Ladders) au rol formativ și se bazează pe întrebările din glosare sau din Banca de Itemi (BDI).

4.2. Fiecare joc are reguli proprii:

- **Millionaire** – se selectează răspunsul corect pentru a avansa la niveluri superioare;
- **Hangman** – se ghicesc termenii matematici corecți, literă cu literă;
- **Crossword** – se completează definițiile din glosar într-un careu de cuvinte;
- **Snakes and Ladders** – fiecare răspuns corect permite avansarea pe tabla jocului;
- **Sudoku matematic** – se completează corect toate câmpurile conform regulilor de logică;
- **Cryptex** – se descifrează termenii matematici prin rezolvarea succesivă a indiciilor.

4.3. Scopul acestor activități este de a transforma consolidarea cunoștințelor într-o experiență ludică și motivantă.

4.4. Elevul primește punctaj imediat și feedback automat, cu explicații suplimentare pentru răspunsurile greșite.

4.5. Jocurile pot fi reluate de mai multe ori, sistemul reținând cel mai bun scor.

Pasul 5: Rezolvarea testelor formative și sumative

5.1. Testele formative pot fi accesate după finalizarea resurselor teoretice dintr-un modul. Acestea permit mai multe încercări, oferind feedback imediat.

5.2. Testele sumative sunt de regulă programate de profesor la finalul unei unități de învățare. Ele pot fi accesate doar într-un interval de timp stabilit.

5.3. Fiecare test conține întrebări de diferite tipuri:

- Întrebări cu alegere multiplă (MCQ);
- Întrebări cu răspuns numeric;
- Întrebări de completare (Cloze);
- Întrebări simbolice (STACK) – pentru exerciții algebrice și geometrice cu validare automată;
- Întrebări de tip eseu – pentru explicații și justificări logice.

5.4. În cazul itemilor STACK, elevul trebuie să introducă expresiile matematice în **sintaxa Maxima**, respectând regulile din Ghidul pentru elevi (secțiunea B).

B. Familiarizarea cu sintaxa Maxima și Mathjax

Acest ghid are scopul de a sprijini elevii în *introducerea corectă și coerentă a răspunsurilor matematice simbolice*, evitând astfel erori de interpretare de către sistemul automat. Respectarea sintaxei Maxima este o condiție necesară pentru evaluarea corectă a răspunsurilor în cadrul testelor digitale bazate pe STACK.

În cadrul evaluărilor matematice realizate prin pluginul *STACK* integrat în platforma *Moodle*, este esențial ca elevii să înțeleagă cum să introducă răspunsuri corect formate în câmpurile dedicate expresiilor matematice. Deoarece *STACK* utilizează *Maxima* ca sistem de calcul simbolic și *MathJax* pentru redarea vizuală, acest ghid oferă o sinteză clară a celor mai utilizate simboluri, reguli de sintaxă și exemple de bune practici. Înțelegerea sintaxei *Maxima* este esențială pentru ca evaluarea să fie corect interpretată de algoritmi de validare simbolică, iar *MathJax* permite o verificare vizuală imediată a răspunsurilor scrise, reducând riscul de erori de formatare.

Principii generale de utilizare:

- Răspunsurile trebuie introduse sub formă ***strict matematică***, fără text explicativ.
- Se recomandă ***scrierea expresiilor cu paranteze*** acolo unde este necesară clarificarea ordinii operațiilor.
- Utilizarea ***formulelor standardizate Maxima***, fără diacritice și fără caractere neacceptate (e.g. simboluri neștiințifice).

Tabelul următor sintetizează cele mai frecvente simboluri și expresii utilizate în formularea și rezolvarea itemilor matematici digitali.

Simboluri și expresii uzuale în Maxima (suportate de STACK)

Noțiune matematică	Sintaxă Maxima	Exemplu în caseta de răspuns
Putere	$\wedge$	$x^2, a^3 + b^2$
Rădăcină pătrată	$\text{sqrt}(\dots)$	$\text{sqrt}(16)$
Fracție	$/$	$3/4, (x+1)/(x-2)$
Paranteze	$(\dots)$	$(2*x + 1)/x$
Produs	$*$ (opțional)	$2x$ sau $2*x$
Egalitate	$=$	$x = 2$
Inegalități	$<, >, <=, >=$	$x <= 5$
Funcții trigonometrice	$\sin(x), \cos(x), \tan(x)$	$\sin(\pi/4)$
Numere π și e	$\%pi, \%e$	$\sin(\%pi/2), \%e^x$
Logaritm natural	$\log(x)$	$\log(x^2)$
Exponențial	$\exp(x)$	$\exp(2)$
Derivata simplă	$\text{diff}(f(x), x)$	$\text{diff}(x^2 + 3*x, x)$
Soluția ecuației	$\text{solve}(\text{expr}, \text{var})$	$\text{solve}(x^2 = 9, x)$

Recomandări pentru elevi. Pentru ca răspunsurile tale să fie recunoscute corect de sistem:

- Scrieți întotdeauna expresiile matematice corect, folosind doar simbolurile din tabel.
- Nu adăugați explicații în text (e.g. „deoarece x este...”), ci scrieți doar răspunsul final.
- Folosiți paranteze atunci când sunt mai mulți termeni sau fracții, ca să evitați confuziile (e.g. scrie $(x+1)/(x-2)$, nu $x+1/x-2$).

- Încercați să folosiți forma simplificată a răspunsurilor, dacă se cere acest lucru.
- Evitați folosirea caracterelor speciale care nu sunt matematice (e.g. #, @, &).

Dacă aveți dubii legate de cum să scrieți o formulă, bifați semnul „?” sau „Ajutor” din platformă – acolo găsiți exemple sau explicații pentru fiecare simbol.

Exemplu de răspuns corect: $\sqrt{x^2 + \text{RED}^2}$

Exemplu de răspuns greșit: „Răspunsul este radical din x pătrat plus RED pătrat”.

Important: Pentru simboluri precum π sau e , scrieți **%pi** sau **%e**, altfel sistemul nu le va recunoaște corect.

Afișarea expresiilor matematice cu MathJax pentru verificarea vizuală. În timpul introducerii răspunsului, STACK afișează expresia folosind **MathJax**, ceea ce permite elevului să verifice dacă expresia introdusă este interpretată corect. Astfel:

- Dacă introduci $x^2 + 2*x + 1$, sistemul va afișa automat x^2+2x+1 .
- Dacă apar erori de afișare, este posibil ca sintaxa să fie incorectă.
- În plus, dacă definești o funcție nouă (e.g. $f(x) = x^2 + 1$), trebuie să folosești forma: $f(x):=x^2+1$ și apoi să o folosești astfel: $f(3)$.

Recomandare: Exersați în spațiul de testare (e.g. test demonstrativ sau exerciții de tip „sandbox”) înainte de evaluare.

În așa mod puteți învăța din greșelile mici și deveni mai sigur de sine!

Pasul 6: Interpretarea feedbackului automat

6.1. După finalizarea testului, platforma afișează rezultatele obținute pentru fiecare întrebare.

6.2. Feedbackul automat oferă:

- explicații scurte privind răspunsul corect;
- pașii logici de rezolvare (în cazul itemilor STACK);
- sugestii de învățare suplimentară;
- linkuri către materiale teoretice asociate.

6.3. Feedbackul diferențiat permite elevului să identifice greșelile conceptuale (e.g. aplicarea greșită a unei reguli, confuzia între operații, eroare de semn).

6.4. În cazul răspunsurilor simbolice, sistemul poate recunoaște mai multe forme echivalente din punct de vedere matematic.

Pasul 7: Accesarea rapoartelor de rezultate

7.1. După publicarea rezultatelor de către profesor, elevul poate accesa secțiunea **Note (Grades)** din meniul cursului.

7.2. Pentru fiecare activitate (test, joc, fișă interactivă), sunt afișate următoarele informații:

- punctajul obținut și punctajul maxim posibil;

- timpul petrecut în activitate;
- data ultimei încercări;
- feedbackul automat detaliat.

7.3. Sistemul oferă și o **diagnoză vizuală a progresului**: graficul de performanță arată evoluția scorurilor în timp, comparativ cu media clasei.

7.4. Elevul poate descărca rezultatele proprii în format PDF sau CSV, pentru analiză individuală.

Pasul 8: Învățarea autoreglată și utilizarea feedbackului

8.1. După analiza rezultatelor, elevul este încurajat să revizuiască materialele unde sunt identificate dificultăți.

8.2. În cadrul fiecărei unități de învățare, sunt disponibile resurse remediale (fișe teoretice, jocuri, exerciții de autoevaluare).

8.3. Elevul poate utiliza butonul **Reia activitatea (Retake)** pentru a relua testele formative până la atingerea nivelului dorit de performanță.

8.4. Prin integrarea feedbackului în propria strategie de învățare, elevul își dezvoltă competențele metacognitive – autoevaluarea, autoreglarea și motivația intrinsecă pentru progres.

Pasul 9: Recomandări pentru utilizarea eficientă a platformei

9.1. Se recomandă autentificarea frecventă în platformă pentru a urmări noutățile și sarcinile publicate de profesor.

9.2. Toate testele de antrenament și jocurile pot fi reluate pentru consolidarea cunoștințelor.

9.3. Înainte de fiecare test, se recomandă exersarea în secțiunile demonstrative (*sandbox*).

9.4. În timpul evaluărilor, este necesară respectarea timpului-limită și verificarea conexiunii la internet.

9.5. Pentru întrebările simbolice, se verifică corectitudinea afișării MathJax înainte de trimiterea răspunsului.

9.6. În cazul nelămuririlor, se utilizează butonul **Mesaje → Trimite întrebare profesorului**, disponibil în bara de navigare.

Ghidul pentru elevi facilitează participarea activă și responsabilă la procesul de învățare digitală, prin clarificarea etapelor de lucru în platforma Moodle, a modului de completare a răspunsurilor și a interpretării feedbackului. Prin utilizarea constantă a acestor resurse, elevii își pot dezvolta competențele matematice, autonomia cognitivă și capacitatea de autoreglare a învățării, într-un mediu interactiv, sigur și echitabil.

Anexa 5. Pachet etic pentru experimentul pedagogic în învățământul gimnazial

A5.1. Cerere către conducerea unității de învățământ gimnazial de aprobare a derulării unei cercetări educative cu elevii clasei (-lor)

Școala Gimnazială Nr. 10 Bacău, Județul Bacău, România

Anul școlar: 2024-2025

Nr. înreg. 2265 / 06.09.2024

Cerere către conducerea unității de învățământ de aprobare a derulării unei cercetări educative cu elevii clasei

Subsemnata, **Brănoaea Gabriela Cristina**, profesor de matematică titular la Școala Gimnazială Nr. 10 Bacău, solicit aprobarea desfășurării unui experiment pedagogic în Școala Gimnazială nr. 10 Bacău, în anul școlar 2024-2025, la clasele la care predau (a V-a A, a VI-a B și D, a VII-a C, a VIII-a B), în orele prevăzute în planificarea calendaristică de „consolidare”, „recapitulare” și „la dispoziția profesorului”, ca parte integrantă a tezei mele de doctorat intitulată: „Sistem Suport Inteligent pentru accelerarea achizițiilor matematice la elevii de gimnaziu”.

Cercetarea presupune implementarea unui sistem suport inteligent inovator bazat pe Resurse Educaționale Digitale Inteligente (REDI), integrate în platforma Moodle, destinat exersării și evaluării matematice asistate de tehnologie, cu respectarea strictă a normelor etice și a legislației privind protecția datelor cu caracter personal a participanților.

În acest scop, atașez:

- Declarația privind respectarea GDPR și a codului de etică în cercetare;
- Modelul de consimțământ pentru părinți/tutori legali;
- Modelul de consimțământ pentru elevi;
- Modelul de consimțământ pentru cadrele didactice din catedra de matematică.

Brănoaea Gabriela Cristina



Avizul conducerii școlii

Director,

Prof. Jicudulja



A5.2. Declarație de respectare a normelor etice și GDPR

Declarație de respectare a normelor etice și GDPR

Subsemnata, **Brănoaea Gabriela Cristina**, profesor de matematică titular la Școala Gimnazială Nr. 10 Bacău, județul Bacău, România și cercetător doctoral cu tema „*Sistem Suport Inteligent pentru accelerarea achizițiilor matematice la elevii de gimnaziu*”, în cadrul Școlii Doctorale „Științe ale Naturii” de la Universitatea de Stat din Moldova, specializarea „Programarea Calculatoarelor”, declar pe proprie răspundere că:

- Respect principiile și normele stabilite de **Codul de etică și deontologie profesională în cercetarea științifică** aprobat de Consiliul Național al Cercetării Științifice și legislația națională a României și Republicii Moldova, aplicabilă în domeniul educației;
- Cercetarea implică **minori**, iar toate procedurile vor fi desfășurate **sub supravegherea cadrelor didactice** și cu acordul părinților;
- Vor fi colectate doar **date educaționale neintruzive** (*note, activitate pe platformă, feedback educațional*), fără date personale sensibile, precum nume, prenume, gen etc;
- **Toate datele personale sensibile** vor fi depersonalizate, prelucrate conform principiilor GDPR (UE 2016/679), stocate securizat și utilizate doar în scopuri științifice;
- Nu vor fi realizate filmări, înregistrări audio sau video și nici publicate date care permit identificarea directă sau indirectă a participanților;
- Participarea este voluntară, iar fiecare participant are dreptul de a se retrage în orice moment, fără consecințe negative.

Confirm integritatea și transparența tuturor procedurilor implicate.

Brănoaea Gabriela Cristina

Semnătura: _____

Data: 06.09.2024

A5.3. Model de declarație de consimțământ informat – părinte

Numele și prenumele părintelui/tutorei legal: _____

Numele și prenumele elevului: _____

Clasa: _____ Școala: _____

Subsemnatul/a, în calitate de **părinte/tutore legal** al elevului menționat mai sus, declar prin prezenta că:

1. Am fost informat (ă) cu privire la **desfășurarea unui studiu pedagogic** în cadrul tezei de doctorat intitulată „*Sistem Suport Inteligent pentru Accelerarea Achizițiilor Matematice la Elevii de Gimnaziu*”, realizată de doamna **Brănoaea Gabriela – Cristina**, sub îndrumarea Universității de Stat din Moldova.
2. Am înțeles că scopul cercetării este de a analiza eficiența unui sistem digital inovator, bazat pe REDI integrate pe platforma Moodle și pluginul STACK, în sprijinul învățării și evaluării matematice personalizate.
3. Sunt de acord ca elevul/eleva **[numele]** să participe la activitățile didactice experimentale, care pot include: rezolvarea de teste digitale, completarea de chestionare de opinie, participarea la lecții asistate tehnologic, toate desfășurate în mediul școlar, sub supravegherea profesorilor.
4. Sunt conștient (ă) că **participarea este voluntară**, că putem renunța oricând fără nicio consecință negativă, iar participarea sau retragerea nu afectează în niciun fel evaluarea școlară sau statutul elevului.
5. Sunt informat (ă) că **datele colectate** (notele obținute, timpul de rezolvare, tiparele de răspuns, opinii exprimate în chestionare) **vor fi utilizate doar în scop științific**, în mod **anonim**, fără a fi asociate cu numele sau datele de identificare ale elevului.
6. Sunt de acord cu **prelucrarea datelor conform prevederilor GDPR** și înțeleg că datele vor fi stocate în condiții de securitate, pe servere educaționale, cu acces restricționat doar pentru echipa de cercetare.
7. Am fost informat(ă) că am **dreptul de a solicita accesul la datele colectate**, corectarea sau ștergerea acestora, conform art. 13–17 din Regulamentul (UE) 2016/679.

Data: _____

Semnătura părintelui/tutorei: _____

Telefon / e-mail pentru contact: _____

A5.4. Model de declarație de consimțământ informat - elev

Numele și prenumele elevului: _____

Clasa: _____ Școala: _____

Subsemnatul(a) _____, elev(ă) în clasa _____, declar că am fost informat(ă) cu privire la participarea mea la o activitate de cercetare în domeniul învățării matematice, desfășurată în cadrul unei lucrări de doctorat realizate la Universitatea de Stat din Moldova și implementate în școala mea, în colaborare cu platforma educațională Mathmentor.ro.

Proiectul are ca scop îmbunătățirea procesului de învățare a matematicii prin utilizarea Sistemului Suport Inteligent (SSI), bazat pe platforma Moodle și pluginul STACK, care oferă evaluare automată, feedback personalizat și resurse educaționale digitale interactive.

Am fost informat(ă) că:

- voi utiliza platforma Moodle pentru a rezolva exerciții și teste de matematică;
- răspunsurile mele vor fi corectate automat de programul STACK, iar rezultatele vor fi analizate statistic, fără a-mi fi divulgat numele;
- pot completa un chestionar privind impresiile și gradul de satisfacție față de activitate;
- participarea este voluntară și pot renunța oricând, fără consecințe negative asupra situației mele școlare;
- toate datele colectate vor fi utilizate exclusiv în scop educațional și științific.

Datele colectate pot include: numele (sau codul elevului), clasa, răspunsurile la teste, scorurile, timpul de lucru și activitatea pe platformă. Acestea sunt stocate securizat pe servere protejate (mathmentor.ro / moodle.usm.md), accesibile doar cercetătorului și echipei de administrare tehnică. Datele nu vor fi transmise către terți și nu vor fi utilizate în alte scopuri. După finalizarea proiectului, toate datele vor fi anonimizate.

Conform Regulamentului (UE) 2016/679 (GDPR), am fost informat(ă) că pot solicita oricând: accesul la datele mele personale, rectificarea sau ștergerea acestora, retragerea consimțământului, restricționarea prelucrării sau opoziția față de utilizare.

Data: _____

Semnătura elevului: _____

A5.5. Model de declarație de consimțământ informat - cadru didactic

Numele și prenumele cadrului didactic: _____

Disciplina predată: _____ Școala: _____

Subsemnatul (a), cadru didactic în cadrul școlii menționate mai sus, declar că am fost informat (ă) cu privire la desfășurarea unei activități de cercetare științifică în domeniul educației matematice digitale, parte a unei teze de doctorat intitulată „*Sistem Suport Inteligent pentru Accelerarea Achizițiilor Matematice la Elevii de Gimnaziu*”, și că am fost invitat (ă) să colaborez în acest demers.

Prin prezenta, îmi exprim acordul de a sprijini desfășurarea cercetării în cadrul activităților școlare, prin:

- Facilitarea accesului elevilor la platforma Moodle ;
- Supervizarea utilizării sistemului de testare și învățare digitală (REDI);
- Participarea la completarea unor chestionare de evaluare a eficienței sistemului;
- Oferirea de feedback calitativ cu privire la aplicabilitatea, ergonomia și eficiența didactică a platformei.

De asemenea, sunt informat (ă) că datele rezultate din implicarea mea (răspunsuri, observații, impresii) vor fi depersonalizate, procesate **anonim** (conform cerințelor GDPR), utilizate exclusiv în scop științific și nu vor fi făcute publice într-un mod care să-mi afecteze reputația profesională sau statutul instituțional.

Confirm că participarea mea este **voluntară**, că am dreptul de a solicita ștergerea datelor asociate contribuției mele și că sunt conștient (ă) de drepturile mele în conformitate cu legislația națională și europeană în vigoare (GDPR – UE 2016/679).

Data: _____

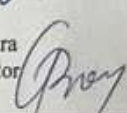
Semnătura profesorului: _____

Anexa 6. Documente de implementare a rezultatelor tezei

A6.1. Fișa de avizare a proiectului de Curriculum la decizia școlii la clasele V, VI, VII- Aprofundare

Școala Gimnazială Nr. 10 Bacău, Județul Bacău, România

Nr. înreg. 2248.1./02.09.2024

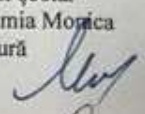
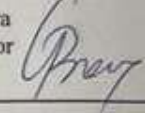
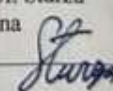
COMPARTIMENTUL DE CURRICULUM			
FIȘA DE AVIZAREA PROIECTULUI de Curriculum la decizia școlii An școlar 2024-2025			
Unitatea de învățământ	ȘCOALA GIMNAZIALĂ NR. 10 BACĂU		AVIZ DE SPECIALITATE Inspectoratul Școlar Județean Bacău Inspector școlar Prof. Irimia Monica Semnătură  Semnătura propunător 
Denumirea	Utilizarea Resurselor Educaționale Inteligente pe platforma MOODLE pentru accelerarea achizițiilor matematice la elevii de gimnaziu		
Tipul	APROFUNDARE (se păstrează aceleași competențe specifice și aceleași conținuturi din programa școlară de trunchi comun)		
Clasele	a V-a A, a VI-a B și D, a VII-a C		
Durata	1 an școlar (36 săptămâni de cursuri)		
Anul școlar	2024-2025		
Profesor propunător	BRĂNOAEA GABRIELA CRISTINA		
CRITERII DE EVALUARE		Se bifează	
I. Criterii eliminatorii		Da	Nu
A. Respectarea structurii formale a programelor școlare în vigoare pentru disciplinele de trunchi comun		☒	
B. Caracterul nediscriminatoriu al programei școlare		☒	
II. Criterii de calitate		Da	Nu
Nota de prezentare- relevanța pentru susținerea și prezentarea cursului opțional, caracterul inovativ în raport cu programele de trunchi comun		☒	
Contribuția opționalului la profilul de formare al absolventului, reflectată în competențele generale		☒	
Corelarea elementelor din structura programei școlare (competențe generale, competențe specifice și exemple de activități de învățare, conținuturi, sugestii metodologice)		☒	
Derivare corectă a competențelor specifice din competențele generale (număr rezonabil de competențe specifice, caracter evaluabil, formulare adecvată etc.)		☒	
Corelarea activităților de învățare cu competențele specifice (activitățile de învățare, context și sarcini de lucru pentru formarea competențelor specifice)		☒	
Adecvarea conținuturilor învățării la competențele specifice și formularea științific corectă a acestora		☒	
Relevanța sugestiilor metodologice pentru proiectarea și realizarea demersului didactic		☒	
Bibliografie relevantă		☒	
Avizul conducătorii școlii Director Prof. Icu Julia 		Responsabil comisie curriculum Prof. Sturzu Dana 	

NOTĂ: pentru a primi avizul de specialitate, proiectul de programă de opțional trebuie să întruiească „DA” la cele două criterii eliminatorii și „DA”/ DA, cu recomandări” la toate criteriile de calitate.

**A6.2. Fișa de avizare a proiectului de Curriculum la decizia școlii la clasa a VIII –
Disciplină opțională nouă**

Școala Gimnazială Nr. 10 Bacău, Județul Bacău, România

Nr. înreg. 2248.2. / 02.09.2024

COMPARTIMENTUL CURRICULUM			
FIȘĂ DE AVIZAREA PROIECTULUI de Curriculum la decizia școlii			
An școlar 2024-2025			
Unitatea de învățământ	ȘCOALA GIMNAZIALĂ NR. 10 BACĂU		AVIZ DE SPECIALITATE Inspectoratul Școlar Județean Bacău Inspector școlar Prof. Irimia Monica Semnătură  Semnătura propunător 
Denumirea opționalului	MATEMATICA PRIN JOCURI DIGITALE		
Tipul	DISCIPLINĂ NOUĂ (cu rubrică separată de notare în catalog)		
Clasa	a VIII-a B		
Durata	1 an școlar (36 săptămâni de cursuri)		
Număr ore pe săptămână	1		
Anul școlar	2024-2025		
Profesor propunător	BRĂNOAEA GABRIELA CRISTINA		
CRITERII DE EVALUARE		Se bifează	
I. Criterii eliminatorii	Da	Nu	
A. Respectarea structurii formale a programelor școlare în vigoare pentru disciplinele de trunchi comun	X		
B. Caracterul nediscriminatoriu al programei școlare	X		
II. Criterii de calitate	Da	Nu	Da, cu recomandari
Nota de prezentare- relevanța pentru susținerea și prezentarea cursului opțional, caracterul inovativ în raport cu programele de trunchi comun	X		
Contribuția opționalului la profilul de formare al absolventului, reflectată în competențele generale	X		
Corelarea elementelor din structura programei școlare (competențe generale, competențe specifice și exemple de activități de învățare, conținuturi, sugestii metodologice)	X		
Derivare corectă a competențelor specifice din competențele generale (număr rezonabil de competențe specifice, caracter evaluabil, formulare adecvată etc.)	X		
Corelarea activităților de învățare cu competențele specifice (activitățile de învățare, context și sarcini de lucru pentru formarea competențelor specifice)	X		
Adecvarea conținuturilor învățării la competențele specifice și formularea științific corectă a acestora	X		
Relevanța sugestiilor metodologice pentru proiectarea și realizarea demersului didactic	X		
Bibliografie relevantă	X		
Avizul conducerii școlii Director Prof. Ilicu Iulia 			Responsabil comisie curriculum Prof. Sturzu Dana 

NOTĂ: pentru a primi avizul de specialitate, proiectul de programă de opțional trebuie să întrunească „DA” la cele două criterii eliminatorii și „DA”/ DA, cu recomandări” la toate criteriile de calitate.

A6.3. Dreptul de folosință a domeniului *mathmentor.ro*

Institutul National de Cercetare-Dezvoltare in Informatica - ICI Bucuresti
B-dul Maresal Averescu, nr. 8-10, Sector 1, Bucuresti
Numar de inregistrare: J1999011029409
Cod fiscal: RO2785503
Cont: RO15 TREZ 7005 069X XX00 2417 Trezoreria Municipiului Bucuresti
Cont: RO66 BRDE 445S V006 8117 4160 BRD Triumf



Branoaea Gabriela Cristina
str. Marasti, nr.14
BACAU, ROMANIA

FACTURA

Serie ICI 8
Nr. 344391
Data 23-05-2025

Nr. crt.	Denumirea serviciilor	Cantitate ani domeniu	Pret unitar fara TVA - RON -	Valoare fara TVA - RON -	TVA (19,00)
1	Inregistrare mathmentor.ro	1	60,68	60,68	11,53
Cod CPV 72417000-6					
Total				60,68	11,53
Total de plata (TVA inclus)					72,21

Nota: Aceasta este o factura electronica, valabila fara stampila si semnatura, cf. art. 319 din L227 / 2015 privind Codul fiscal si pct. 98 din Normele de aplicare

Achitat cu (RRN):514384527472 / 2025-05-23



A6.4. Dreptul de proprietate intelectuală asupra SSI

[AGEPI](#)[BD nationale](#)[BD internationale](#)[Contacte](#)[Ghid de utilizare](#)[« Anterior](#) | [Înapoi la rezultate](#) | [Următor »](#)[Imprimare](#)

Nr. cererii	3185
Data înregistrării	11.11.2025
Seria	PC (program pentru calculator)
Numărul adeverinței	8336
Data creării adeverinței	18.12.2025
Denumirea	SISTEM SUPORT INTELIGENT PENTRU MATEMATICA GIMNAZIALĂ (produs program direct utilizabil și extensibil-adaptabil)
Descrierea	Produsul „SISTEM SUPORT INTELIGENT PENTRU MATEMATICA GIMNAZIALĂ (produs program direct utilizabil și extensibil-adaptabil)”(SSI) este realizat în baza platformei educaționale Moodle, integrat cu plugin-urile STACK, WIRIS, MAXIMA. SSI este menit să susțină: a) profesorii de matematică de gimnaziu în generarea și corectarea automată a itemilor și sarcinilor de evaluare și în adaptarea acestora la nivelul de cunoștințe fiecărui elev cu monitorizarea progresul și b) elevii în formarea abilităților și competențelor de matematică gimnazială. SSI contribuie la soluționarea problemei personalizării învățării matematice la gimnaziu prin resurse educaționale digitale inteligente (REDI), adaptate nivelului individual al fiecărui elev.
Solicitantul	Instituția Publică Universitatea de Stat din Moldova
Autorii	Brănoaea Gabriela-Cristina ; Bragaru Tudor
Titularul drepturilor patrimoniale	Instituția Publică Universitatea de Stat din Moldova
Reprezentantul	Lupan Aurelia

[Link direct la această înregistrare](#)

Copyright © AGEPI

[Condiții și termeni](#)



REPUBLICA MOLDOVA

Agencia de Stat pentru
Proprietatea Intelectuala

ADEVERINTA

privind inscrierea obiectelor
dreptului de autor si ale drepturilor conexe

SERIA PC Nr. 8336

DIN 18.12.2025

eliberata in temeiul Legii nr. 230/2022 privind dreptul de autor
si drepturile conexe, prin care se confirma inscrierea obiectul de pe verso
in Registrul de Stat al obiectelor protejate de dreptul de autor si drepturile conexe



Director general

CHISINAU

Seria: PC (program pentru calculator)

Numărul de înscriere: 8336

Data înscrierii: 11.11.2025

Numărul cererii: 3185

Denumirea obiectului: „SISTEM SUPORT INTELIGENT
PENTRU MATEMATICA GIMNAZIALĂ
(produs program direct utilizabil
și extensibil-adaptabil)”

Autori:

Brănoaea Gabriela-Cristina **CNP:** 2930518270011 (România)

Bragaru Tudor **IDNP:** 0980206014301

Titularul drepturilor patrimoniale:

Instituția Publică Universitatea de Stat din Moldova

IDNO: 1006600064263

L.S.



Șefă Direcție Drept de Autor



A6.5. Act de implementare a REDI în Școala Gimnazială Nr.10 Bacău, România



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN BACĂU
ȘCOALA GIMNAZIALĂ NR. 10 BACĂU
Str. Pictor Andreescu, nr. 1, Bacău, cod 600099
Telefon/fax: 0234.583120
E-mail: scoala10bacau@yahoo.com
Site web: <https://scoalazece.ro>



Nr. 3155/24.11.2025

CERTIFICAT DE IMPLEMENTARE

în cadrul ȘCOLII GIMNAZIALE NR. 10 BACĂU, JUDEȚUL BACĂU, ROMÂNIA.

Prin prezenta confirmăm că rezultatele tezei de doctorat a doamnei BRĂNOAEA Gabriela – Cristina, intitulată „Sistem Suport Inteligent pentru accelerarea achizițiilor matematice la elevii de gimnaziu” și realizată în cadrul Școlii Doctorale Științe ale Naturii, Universitatea de stat din Moldova, au fost implementate cu succes în cadrul Școlii Gimnaziale Nr.10 Bacău, România și utilizate în regim de pilot în anul școlar 2024-2025, în clasele 5A, 6B, 6D, 7C, 8B, demonstrând creșterea semnificativă a achizițiilor matematice ale elevilor, comparativ cu strategia didactică tradițională.

Obiectul de implementare reprezintă un curs electronic cu întregul set de resurse educaționale digitale inteligente pentru studiul matematicii gimnaziale, realizat pe platforma educațională Moodle USM <https://elearning.usm.md/course/view.php?id=7134> și replicat pe site-ul privat al autoarei <https://mathmentor.ro/>.

Setul de resurse educaționale digitale inteligente ale cursului conține: trei glosare tematice, 28 de dosare teoretice grupate pe clasele gimnaziale V-VIII, nouă instrumente externe interactive conectate cu linkuri către aplicații create de autoare, 20 de jocuri educaționale Moodle, opt activități H5P de tip *quiz interactiv parametrizat, concepute pe nivele diferite de dificultate*, o bancă cu 755 de itemi de evaluare, dintre care peste 51% parametrizați și o baterie de 35 teste de evaluare planificate pe unități de învățare. Cursul permite auto-înscrisere gratuită și poate servi ca instrument valoros de antrenament pentru teme, teste și pregătire suplimentară la matematică.



A6.6. Ordinul MEC nr. 364 din 18 martie 2025 de aprobare a proiectului de inovare și transfer tehnologic a REDI pe platforma Moodle CEITI



**Ministerul Educației și Cercetării
al Republicii Moldova**

ORDIN

18.03.2025 nr. 364

mun. Chișinău

Cu privire la aprobarea proiectului „Creșterea performanței academice la disciplina Informatica/TIC, din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle”

În temeiul prevederilor art. 140 alin. (1) lit. g) din Codul educației al Republicii Moldova nr. 152/2014, Ministrul Educației și Cercetării emite următorul

ORDIN:

1. Se aprobă implementarea proiectului „*Creșterea performanței academice la disciplina Informatica/TIC, din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle*”, conform anexei.
2. Instituțiile de învățământ nominalizate în calitate de partener de implementare a proiectului vor asigura în limita competențelor sale implementarea proiectului.
3. Direcția politici în domeniul învățământului profesional tehnic și învățare pe tot parcursul vieții (domnul Silviu Gîncu) va asigura monitorizarea implementării Ordinului.
4. Controlul executării prezentului ordin mi-l asum.

Ministru

Dan PERCIUN

S. Gîncu, Tel.: 022233351
Email: silviu.gincu@mec.gov.md

A6.7. Acte de implementare a REDI în școlile partenere în proiectul de inovare și transfer tehnologic RO-MD



MINISTERUL SĂNĂTĂȚII
AL REPUBLICII MOLDOVA
I.P. COLEGIUL DE MEDICINĂ CAHUL

MD 3901, mun. Cahul, str. Alexei Mateevici 103/1,
Tel. / Fax: (+373) 299 31066
Tel.: (+373) 299 31068; (+373) 299 34481
E-mail: chcolmed@gmail.com

„ 17 ” noiembrie 2025

nr. 222

ACT DE IMPLEMENTARE

În cadrul Instituției Publice Colegiul de Medicină din Cahul

Prin prezenta confirmăm că rezultatele Proiectului moldo-român de inovare și transfer tehnologic „Creșterea performanței academice la disciplina Informatica/TIC din conținutul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle”, aprobat prin Ordinul MEC nr. 364 din 18 martie 2025

În componența unui curs electronic complet de „Informatica TIC pentru Clasa X adaptat pentru IPT Anul I”, realizat pe platforma CEITI <https://moodle1.ceiti.md/course/view.php?id=3353>.

Și a resurselor educaționale digitale inteligente pentru evaluarea matematicii gimnaziale de clasa V-VIII din România și corespunzător claselor X din Republica Moldova, realizate pe platforma Moodle USM <https://elearning.usm.md/course/view.php?id=7134> și replicate pe site-ul CEITI <https://moodle1.ceiti.md/course/index.php>.

Au fost implementate în cadrul Instituției publice Colegiul de Medicină din Cahul și utilizate în regim de pilot în grupele 11 și 13 demonstrând creșterea semnificativă a achizițiilor matematice și informatice.

Proiectul a fost realizat de echipa de cercetare în componența:

- Gabriela Cristina BRĂNOAIEA, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova;
- Ecaterina IEȘEANU: Profesoară de matematică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Anatol GOREA: Profesor de informatică, Colegiul „Julia Hasdeu”, Cahul;
- Eugen PÎRVAN: Profesor de informatică, Colegiul „Julia Hasdeu”, Cahul;
- Elena BĂLCĂNUȚĂ: Profesoară de informatică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Georgiana DRĂGAN: Profesor de matematică, Liceul Tehnologic „Nicolae Titulescu” Loc Insuratei jud. Brăila, România;
- Andrian CRÎȘMARU: Profesor de informatică, IPLT „Nicolae Iorga”, mun. Chișinău;
- Stela GASNAS: Profesoară la discipline de informatică, IP Centrul de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale;
- Ilie ANDROLNIC: Profesor de informatică, IP Colegiul Tehnic Agricol Soroca;
- *Coordonat dr. conf. Silviu GÎNCU*, șef Direcție Învățământ Profesional Tehnic, MEC;
- *Director de proiect Dumitru IEȘEANU*, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova Chișinău profesor de informatică IP Gimnaziul „Nichita Stănescu” s. Pașcani, mun. Cahul
- *Consultant expert Tudor BRAGARU*, prof.univ., dr., Universitatea de Stat din Moldova

Director IP Colegiul de Medicină din Cahul



MUSTEAȚĂ Aliona

MINISTERUL EDUCAȚIEI
ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII
MOLDOVA

CENTRUL DE EXCELENȚĂ
ÎN INFORMATICĂ ȘI
TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE



MINISTRY OF EDUCATION AND
RESEARCH OF THE REPUBLIC OF
MOLDOVA

CENTER OF EXCELLENCE
IN INFORMATICS AND
INFORMATION TECHNOLOGIES

MD-2032, Chișinău, str. Sarmizegetusa, 48, tel. 022-52-30-01, email: secretariat@ceiti.md

Nr. 540

„04” decembrie 2025

ACT DE IMPLEMENTARE

În cadrul Instituției publice Centrul de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale.

Prin prezenta confirmăm că rezultatele Proiectului moldo-român de inovare și transfer tehnologic „Creșterea performanței academice la disciplina Informatică/TIC din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle”, aprobat prin Ordinul MEC nr. 364 din 18 martie 2025.

În componența unui curs electronic complet de „Informatică TIC pentru Clasa X adaptat pentru ÎPT Anul I”, realizat pe platforma CEITI.
<https://moodle1.ceiti.md/course/view.php?id=3353>

Și a resurselor educaționale digitale inteligente pentru evaluarea matematicii gimnaziale de clasa V-VIII din România și corespunzător claselor X din Republica Moldova, realizate pe platforma Moodle USM <https://elearning.usm.md/course/view.php?id=7134> și replicate pe site-ul CEITI <https://moodle1.ceiti.md/course/index.php>.

Au fost implementate în cadrul Instituției Publice Centrul de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale și utilizate în regim de pilot în grupele P-2412, W-2332 demonstrând creșterea semnificativă a achizițiilor matematice și informatice.

Proiectul a fost realizat de echipa de cercetare în componența:

- Gabriela Cristina BRĂNOAEA, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova;
- Ecaterina IEȘEANU: Profesoară de matematică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Anatol GOREA: Profesor de informatică, Colegiul „Iulia Hasdeu”, Cahul;
- Eugen PÎRVAN: Profesor de informatică, Colegiul „Iulia Hasdeu”, Cahul;
- Elena BĂLCĂNUȚĂ: Profesoară de informatică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Georgiana DRĂGAN: Profesor de matematică, Liceul Tehnologic „Nicolae Titulescu” Loc Insuratei jud. Brăila. România;
- Andrian CRÎȘMARU: Profesor de informatică, IPLT „Nicolae Iorga”, mun. Chișinău;
- Stela GASNAȘ: Profesoară la discipline de informatică, IP Centrul de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale;
- Ilie ANDRONIC: Profesor de informatică, IP Colegiul Tehnic Agricol Soroca;
- *Coordonat dr. conf. Silviu GÎNCU*, șef Direcție Învățământ Profesional Tehnic, MEC;
- *Director de proiect Dumitru IEȘEANU*, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova Chișinău profesor de informatică IP Gimnaziul „Nichita Stănescu” s. Pașcani, mun. Cahul
- *Consultant expert Tudor BRAGARU*, prof.univ., dr., Universitatea de Stat din Moldova

Director



A. Ciobanu

REPUBLICA MOLDOVA



RAIONUL CAHUL
GIMNAZIUL
„NICHITA STĂNESCU”

MD-3925, satul Pașcani, raionul Cahul MD-
Republica Moldova
Tel: (0299)57798

РЕСПУБЛИКА

МОЛДОВА

КАГУЛЬСКИЙ РАЙОН
ГИМНАЗИЯ

“НИКИТА СТЭНЕСКУ”

3925, с. Пашканы, Кагульский район,
Республика Молдова
Тел: (0299)57798

Nr. 14

din 18.11.2025

ACT DE IMPLEMENTARE

În cadrul Instituției publice Gimnaziul „Nichita Stănescu” s. Pașcani, mun. Cahul.

Prin prezenta confirmăm că rezultatele Proiectului moldo-român de inovare și transfer tehnologic „Creșterea performanței academice la disciplina Informatica/TIC din conținutul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle”, aprobat prin Ordinul MEC nr. 364 din 18 martie 2025

În componența unui curs electronic complet de „Informatica TIC pentru Clasa X adaptat pentru IPT Anul I”, realizat pe platforma CEITI

<https://moodle1.ceiti.md/course/view.php?id=3353>.

Și a resurselor educaționale digitale inteligente pentru evaluarea matematicii gimnaziale de clasa V-VIII din România și corespunzător claselor X din Republica Moldova, realizate pe platforma Moodle USM <https://elearning.usm.md/course/view.php?id=7134> și replicate pe site-ul CEITI <https://moodle1.ceiti.md/course/index.php>.

Au fost implementate în cadrul Instituției publice Gimnaziul „Nichita Stănescu” s. Pașcani, mun. Cahul și utilizate în regim de pilot în clasele 7, 8, 9 demonstrând creșterea semnificativă a achizițiilor matematice și informatice.

Proiectul a fost realizat de echipa de cercetare în componența:

- Gabriela Cristina BRĂNOAEA, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova;
- Ecaterina IEȘEANU: Profesoară de matematică, Colegiul de medicină, Cahul;

- Anatol GOREA: Profesor de informatică, Colegiul „Iulia Hasdeu”, Cahul;
- Eugen PÎRVAN: Profesor de informatică, Colegiul „Iulia Hasdeu”, Cahul;
- Elena BĂLCĂNUȚĂ: Profesoară de informatică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Georgiana DRĂGAN: Profesor de matematică, Liceul Tehnologic „Nicolae Titulescu” Loc Insuratei jud. Brăila. România;
- Andrian CRÎȘMARU: Profesor de informatică, IPLT „Nicolae Iorga”, mun. Chișinău;
- Stela GASNAS: Profesoară la discipline de informatică, IP Centrul de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale;
- Ilie ANDROLNIC: Profesor de informatică, IP Colegiul Tehnic Agricol Soroca;
- *Coordonat dr. conf. Silviu GÎNCU*, șef Direcție Învățământ Profesional Tehnic, MEC;
- *Director de proiect Dumitru IEȘEANU*, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova Chișinău profesor de informatică IP Gimnaziul „Nichita Stănescu” s. Pașcani, mun. Cahul
- *Consultant expert Tudor BRAGARU*, prof.univ., dr., Universitatea de Stat din Moldova

Director Instituției publice Gimnaziul

„Nichita Stănescu” s. Pașcani, mun. Cahul



Pascal Maria



Nr de înregistrare: 4208

Data: 20.11.2025

ACT DE IMPLEMENTARE

În cadrul Instituției publice Liceul Tehnologic „Nicolae Titulescu” Loc Insuratei jud. Brăila. România

Prin prezenta confirmăm că rezultatele Proiectului moldo-român de inovare și transfer tehnologic „Creșterea performanței academice la disciplina Informatica/TIC din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle”, aprobat prin Ordinul MEC nr. 364 di 18 martie 2025

În componența unui curs electronic complet de „Informatica TIC pentru Clasa X adaptat pentru ÎPT Anul I”, realizat pe platforma CEITI

<https://moodle1.ceiti.md/course/view.php?id=2353>.

Și a resurselor educaționale digitale inteligente pentru evaluarea matematicii gimnaziale de clasa V-VIII din România și corespunzător claselor X din Republica Moldova, realizate pe platforma Moodle USM <https://elearning.usm.md/course/view.php?id=7134> și replicate pe site-ul CEITI <https://moodle1.ceiti.md/course/index.php>.

Au fost implementate în cadrul Instituției publice Liceul Tehnologic „Nicolae Titulescu” Loc Insuratei jud. Brăila. România și utilizate în regim de pilot în clasele V- VIII demonstrând creșterea semnificativă a achizițiilor matematice și informatice.

Proiectul a fost realizat de echipa de cercetare în componența:

- Gabriela Cristina BRĂNOAEA, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova;
- Ecaterina IEȘEANU: Profesoară de matematică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Anatol GOREA: Profesor de informatică, Colegiul „Iulia Hasdeu”, Cahul;

- Eugen PÎRVAN: Profesor de informatică, Colegiul „Iulia Hasdeu”, Cahul;
- Elena BĂLCĂNUȚĂ: Profesoară de informatică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Georgiana DRĂGAN: Profesor de matematică, Liceul Tehnologic „Nicolae Titulescu” Loc Insuratei jud. Brăila. România;
- Andrian CRÎȘMARU: Profesor de informatică, IPLT „Nicolae Iorga”, mun. Chișinău;
- Stela GASNAS: Profesoară la discipline de informatică, IP Central de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale;
- Ilie ANDROLNIC: Profesor de informatică, IP Colegiul Tehnic Agricol Soroca;
- **Coordonat dr. conf. Silviu GÎNCU**, șef Direcție Învățământ Profesional Tehnic, MEC;
- **Director de proiect Dumitru IEȘEANU**, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova Chișinău profesor de informatică IP Gimnaziul „Nichita Stănescu” s. Pașcani, mun. Cahul
- **Consultant expert Tudor BRAGARU**, prof.univ., dr., Universitatea de Stat din Moldova

Liceul Tehnologic „Nicolae Titulescu”

Loc Insuratei jud. Brăila. România

Director: Nastasescu Mihaela



Ministerul Educației și Cercetării
al Republicii Moldova

IP Colegiul Tehnic Agricol din Soroca
MD-3004, m.Soroca, str.Calea Bălțului,2
Tel/fax: 0230-2-23-27; 0230-2-23-08
e-mail: ip.ctasoroca@gmail.com



Ministry of Education and Research of
the Republic of Moldova

PI The Technical Agricultural College of Soroca
MD-3004, m.Soroca, str.Calea Bălțului,2
Tel/fax: 0230-2-23-27; 0230-2-23-08
e-mail: ip.ctasoroca@gmail.com

"18" noiembrie 2025

Nr. 155

ACT DE IMPLEMENTARE

În cadrul IP Colegiul Tehnic Agricol din Soroca.

Prin prezenta confirmăm că rezultatele Proiectului moldo-român de inovare și transfer tehnologic „Creșterea performanței academice la disciplina Informatica/TIC din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle”, aprobat prin Ordinul MEC nr. 364 din 18 martie 2025

În componența unui curs electronic complet de „Informatica TIC pentru Clasa X adaptat pentru IPT Anul I”, realizat pe platforma CEITI <https://moodle1.ceiti.md/course/view.php?id=3353>.

Și a resurselor educaționale digitale inteligente pentru evaluarea matematicii gimnaziale de clasa V-VIII din România și corespunzător claselor X din Republica Moldova, realizate pe platforma Moodle USM <https://elearning.usm.md/course/view.php?id=7134> și replicate pe site-ul CEITI <https://moodle1.ceiti.md/course/index.php>.

Au fost implementate în cadrul IP Colegiul Tehnic Agricol din Soroca și utilizate în regim de pilot în grupele EA 1/1, EM 1/1 și TA 1/1 demonstrând creșterea semnificativă a achizițiilor matematice și informatice.

Proiectul a fost realizat de echipa de cercetare în componența:

- Gabriela Cristina BRĂNOAEA, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova;
- Ecaterina IEȘEANU: Profesoară de matematică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Anatol GOREA: Profesor de informatică, Colegiul „Iulia Hașdeu”, Cahul;
- Eugen PÎRVAN: Profesor de informatică, Colegiul „Iulia Hașdeu”, Cahul;
- Elena BĂLCĂNUȚĂ: Profesoară de informatică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Georgiana DRĂGAN: Profesor de matematică, Liceul Tehnologic „Nicolae Titulescu” Loc Insuratei jud. Brăila, România;
- Andrian CRÎȘMARU: Profesor de informatică, IPLT „Nicolae Iorga”, mun. Chișinău;
- Stela GASNAS: Profesoară la discipline de informatică, IP Centrul de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale;
- Ilie ANDRONIC: Profesor de informatică, IP Colegiul Tehnic Agricol Soroca;
- *Coordonat dr. conf. Silviu GÎNCU*, șef Direcție Învățământ Profesional Tehnic, MEC;
- *Director de proiect Dumitru IEȘEANU*, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova Chișinău profesor de informatică IP Gimnaziul „Nichita Stănescu” s. Pașcani, mun. Cahul
- *Consultant expert Tudor BRAGARU*, prof.univ., dr., Universitatea de Stat din Moldova

Director al IP Colegiul
Tehnic Agricol din Soroca,
doctor în pedagogie
conferențiar universitar



Constantin Nesterenco



Nr de înregistrare: **542**
Data: **19.11.2025**

ACT DE IMPLEMENTARE

În cadrul Instituției publice Colegiul „Julia Hașdeu” din Cahul.

Prin prezenta confirmăm că rezultatele Proiectului moldo-român de inovare și transfer tehnologic „Creșterea performanței academice la disciplina Informatica/TIC din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle”, aprobat prin Ordinul MEC nr. 364 di 18 martie 2025

În componența unui curs electronic complet de „Informatica TIC pentru Clasa X-a adaptat pentru ÎPT Anul I”, realizat pe platforma CEITI

<https://moodle1.ceiti.md/course/view.php?id=3353>.

Și a resurselor educaționale digitale inteligente pentru evaluarea matematicii gimnaziale de clasa V-VIII din România și corespunzător claselor X-s din Republica Moldova, realizate pe platforma Moodle USM <https://elearning.usm.md/course/view.php?id=7134> și replicate pe site-ul CEITI <https://moodle1.ceiti.md/course/index.php>.

Au fost implementate în cadrul Instituției Publice Colegiul „Julia Hașdeu” din Cahul și utilizate în regim de pilot în grupele P2411 și P2511 demonstrând creșterea semnificativă a achizițiilor matematice și informatice.

Proiectul a fost realizat de echipa de cercetare în componența:

- Gabriela Cristina BRĂNOAEA, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova;
- Ecaterina IEȘEANU: Profesoară de matematică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Anatol GOREA: Profesor de informatică, Colegiul „Julia Hașdeu” din Cahul;
- Eugen PÎRVAN: Profesor de informatică, Colegiul „Julia Hașdeu” din Cahul;
- Elena BĂLCĂNUȚĂ: Profesoară de informatică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Georgiana DRĂGAN: Profesor de matematică, Liceul Tehnologic „Nicolae Titulescu” Loc Însuratei jud. Brăila. România;
- Andrian CRÎȘMARU: Profesor de informatică, IPLT „Nicolae Iorga”, mun. Chișinău;
- Stela GASNAS: Profesoară la discipline de informatică, IP Centrul de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale;
- Ilie ANDROLNIC: Profesor de informatică, IP Colegiul Tehnic Agricol Soroca;
- *Coordonat dr. conf. Silviu GÎNCU*, șef Direcție Învățământ Profesional Tehnic, MEC;
- *Director de proiect Dumitru IEȘEANU*, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova Chișinău profesor de informatică IP Gimnaziul „Nichita Stănescu” s. Pașcani, mun. Cahul
- *Consultant expert Tudor BRAGARU*, prof.univ., dr., Universitatea de Stat din Moldova

Director IP Colegiul „Julia Hașdeu” din Cahul



Zbirciog Tatiana

Executat:
Zbirciog Tatiana, directoare
tel.068257570, email zbirciog.tatiana@gmail.com



CONSILIUL MUNICIPAL CHIȘINĂU
PRIMAR GENERAL AL MUNICIPIULUI CHIȘINĂU
DIRECȚIA GENERALĂ EDUCAȚIE, TINERET ȘI SPORT
INSTITUȚIA PUBLICĂ LICEUL TEORETIC „NICOLAE IORGA”

nr. 01-03/686 din 21.11.2025

ACT DE IMPLEMENTARE

În cadrul Instituției Publice LT „Nicolae Iorga”, mun. Chișinău, prin prezenta confirmăm rezultatele Proiectului moldo-român de inovare și transfer tehnologic „Creșterea performanței academice la disciplina Informatică/TIC din conținutul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle”, aprobat prin Ordinul MEC nr. 364 din 18 martie 2025 în componența unui curs electronic complet de „Informatică TIC pentru Clasa X adaptat pentru ÎPT Anul I”, realizat pe platforma CEITI <https://moodle1.ceiti.md/course/view.php?id=3353> și a resurselor educaționale digitale inteligente pentru evaluarea matematicii gimnaziale de clasa V-VIII din România și corespunzător claselor a X-a din Republica Moldova, realizate pe platforma Moodle USM <https://elearning.usm.md/course/view.php?id=7134> și replicate pe site-ul CEITI <https://moodle1.ceiti.md/course/index.php>.

Au fost implementate în cadrul Instituției Publice LT „Nicolae Iorga”, mun. Chișinău și utilizate în regim de pilot în clasele a X-a demonstrând creșterea semnificativă a achizițiilor matematice și informatice.

Proiectul a fost realizat de echipa de cercetare în componența:

- Gabriela Cristina BRĂNOAEA, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova;
- Ecaterina IEȘEANU: Profesoară de matematică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Anatol GOREA: Profesor de informatică, Colegiul „Julia Hasdeu”, Cahul;
- Eugen PÎRVAN: Profesor de informatică, Colegiul „Julia Hasdeu”, Cahul;
- Elena BĂLCĂNUȚĂ: Profesoară de informatică, Colegiul de medicină, Cahul;
- Georgiana DRĂGAN: Profesor de matematică, Liceul Tehnologic „Nicolae Titulescu” Loc. Insuratei jud. Brăila, România;
- Andrian CRÎȘMARU: Profesor de informatică, IPLT „Nicolae Iorga”, mun. Chișinău;
- Stela GASNAS: Profesoară la discipline de informatică, IP Centrul de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale;
- Ilie ANDROLNIC: Profesor de informatică, IP Colegiul Tehnic Agricol Soroca;
- *Coordonat dr. conf. Silviu GÎNCU*, șef Direcție Învățământ Profesional Tehnic, MEC;
- *Director de proiect Dumitru IEȘEANU*, Doctorand Universitatea de Stat din Moldova Chișinău profesor de informatică IP Gimnaziul „Nichita Stănescu” s. Pașcani, mun. Cahul
- *Consultant expert Tudor BRĂGARIU*, dr., Universitatea de Stat din Moldova

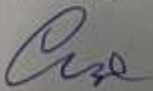
Director



Aida Gonța

Str. Valea Crucii 4/1, 200712, Chișinău, Republica Moldova,
Tel.: (022) 766 653, e-mail: liceul.iorga@gmail.com

A6.8. Adeverință - Activitate extrașcolară pentru elevi cu Tulburări Specifice de Învățare

 MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII	 INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN BACĂU	 C.J.R.A.E. Bacău	
MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN BACĂU CENTRUL JUDEȚEAN DE RESURSE ȘI ASISTENȚĂ EDUCAȚIONALĂ BACĂU CENTRUL DE EXCELENȚĂ „PAȘI SPRE SUCCES” BACĂU			
Nr. 2465/11/06.06.2025			
ADEVERINȚĂ			
Se adeverește prin prezenta că doamna prof. Cristina-Gabriela BRĂNOAEA, de la Școala Gimnazială nr. 10 Bacău, a elaborat soft-ul educațional <u>„Diferențierea procesului de învățare – soft educațional pentru elevii cu TSI”</u> , ISBN 978-606-564-230-0, Bacău, Editura Egal, 2025, în cadrul proiectului județean			
CENTRUL DE EXCELENȚĂ „PAȘI SPRE SUCCES”			
în anul școlar 2024-2025, avizat de ISJ Bacău cu nr. 9378/20.08.2024.			
Soft-ul educațional a urmărit stimularea elevilor cu TSI care dețin certificat de orientare școlară eliberat de COSP Bacău, găsirea unor strategii de lucru, în vederea integrării, susținerii acestora în învățământul de masă și atragerii progresului școlar, activități de învățare remedială, ca activitate neremunerată.			
Se eliberează prezenta spre a-i servi la completarea dosarului personal.			
I.S.J. BACĂU Inspector școlar general, Prof. Ana-Maria EGARMIN	I.S.J. BACĂU Inspector învățământ special, Prof. dr. Oana-Maria DROIMAN	C.J.R.A.E. BACĂU Director, Prof. Alexandra SCOTĂȘANU	
			

A6.9. Diplomă - Activitate extrașcolară pentru pregătirea unui concurs online național (RO)



DIPLOMĂ DE MERIT

Profesor de Matematică
implicat în activități extracurriculare

Se acordă D-lui / D-nei Profesor
BRĂNOAEA CRISTINA

pentru implicarea în activități remediale extrașcolare
de voluntariat, menite să îmbunătățească nivelul la matematică al
elevilor săi la concursul național CampioMATE Ediția 2025

REALIZĂRI NOTABILE
cu care merită să vă mândriți:

Ați avut **1** elev activ în CampioMATE Ediția 2025
1 elev a primit diploma de merit **GOLD**
Elevul înscris de Dvs. a rezolvat corect **184** probleme matematice
din total **200** probleme matematice deschise



Andrei Radulescu
Președinte A.I.I.





Prof. univ. dr. Radu Gologan
Președinte S.S.M.R.



Concurs Național Școlar, avizat prin O.M.E.C. nr. 3025/14.01.2025, Anexa 5, poziția F5
Nr. 13080715/26.05.2025

Anexa 7. Sondaj de opinie pentru elevi (completat în Google Forms)



Prin realizarea acestui sondaj dorim să înțelegem mai bine cum percep elevii utilizarea platformei educaționale Moodle în general și, **în special, autoînvățarea-autoevaluarea tematică-formativă și finală-sumativă prin teste online cu corectarea automată**, bazate preponderent pe itemi obiectivi variabili, parametrizați, orientate spre creșterea achizițiilor școlare.

Instrucțiuni de completare:

- Citiți fiecare întrebare cu atenție și bifați răspunsul care vi se potrivește cel mai bine.
- Chestionarul este anonim și nu vă afectează în niciun fel notele sau evaluarea școlară.
- Chestionarul poate fi completat doar o singură dată la fiecare dintre cele două discipline.
- Vă rugăm să răspundeți sincer. Opinia dvs. contează și este o modalitate reală de a îmbunătăți înțelegerea, notele, calitatea testelor și învățarea mediată de Moodle.

Toate răspunsurile sunt pe o scală de 5 puncte:

1 – Dezacord puternic, 2 – Dezacord, 3 – Neutru, 4 – Acord, 5 – Acord deplin.

I. Structura și claritatea testării online față de cea tradițională

E1. Testarea online la disciplina matematică și/sau informatică/TIC este mai clar structurată decât testarea lasică.

E2. În testarea online am avut mai mult control asupra propriului ritm de rezolvare.

E3. Simțul de stres în testările online este mai mic comparativ cu testările clasice.

E4. Evaluarea online în Moodle este mai obiectivă decât evaluarea tradițională realizată de profesor.

E5. Percep nivelul de dificultate al itemilor din testele online ca fiind adecvat cunoștințelor mele.

II. Obiectivitatea și echitatea testării online

E6. Achizițiile mele matematice sunt mai obiectiv evaluate în testarea online decât în cea tradițională.

E7. Testarea online cu itemi care schimbă valorile numerice la fiecare accesare permite o evaluare mai obiectivă și reduce posibilitatea de copiere.

E8. Feedback-ul primit după testele online este clar și util pentru înțelegerea greșelilor.

E9. Testarea online a redus posibilitatea de fraudare față de testarea tradițională.

III. Impact asupra învățării și motivației personale

E10. Utilizarea testelor online la matematică a îmbunătățit capacitatea mea de a învăța pe cont propriu.

E11. Testarea electronică mi-a stimulat motivația pentru învățare.

E12. Am perceput o îmbunătățire a achizițiilor matematice datorită testării online.

E13. Testarea online a contribuit la dezvoltarea competențelor mele digitale.

E14. Autoevaluarea frecventă prin Moodle m-a ajutat să-mi monitorizez mai bine progresul școlar.

IV. Utilitatea tipurilor de itemi

E15. Consider că itemii de tip calculat, cu valori numerice variabile, sunt utili pentru evaluarea obiectivă la matematică.

E16. Consider că problemele avansate cu mai multe etape (STACK) sunt utile pentru evaluarea corectă la matematică.

E17. Itemii de completare (răspuns scurt, formule) facilitează testarea corectă a cunoștințelor teoretice.

E18. Problemele de calcul sau aplicațiile reale sunt cele mai utile pentru antrenament și evaluare.

E19. Itemii de alegere multiplă sunt potriviți pentru verificarea rapidă a cunoștințelor de bază.

E20. Itemii parametrizați (cu generare automată de valori) de tip numeric, calculat, STACK sprijină o învățare personalizată eficientă.

V. Eficiența testării online

E21. Consider că testarea online este mai eficientă decât testarea tradițională pentru evaluarea la matematică.

E22. Testarea online m-a ajutat să înțeleg mai bine conceptele teoretice și să le aplic practic.

E23. Feedback-ul automat primit în Moodle m-a sprijinit în îmbunătățirea performanței mele școlare.

E24. Testarea online a dus la o învățare mai aprofundată a noțiunilor din programa școlară.

VI. Acceptabilitatea și recomandarea utilizării testării online

E25. Aș recomanda utilizarea evaluării online pentru alte discipline școlare.

E26. Aș prefera ca evaluările viitoare la matematică să fie organizate online.

E27. Consider că utilizarea testelor parametrizate și automatizate contribuie la o educație mai echitabilă și transparentă.

E28. Cred că evaluarea automată prin Moodle poate deveni o metodă standard în școli.

VII. Tipuri de sarcini preferate *(Se pot selecta mai multe variante)*

E29. Ce tipuri de sarcini considerați că sunt cele mai bune pentru autoînvățare și antrenament?

- ☐ Alegere binară (Da/Nu, Adevărat/Fals)
- ☐ Alegere singulară (grilă cu o singură opțiune corectă)
- ☐ Alegere multiplă (grilă cu mai multe opțiuni corecte)
- ☐ Corespundere/ordonare
- ☐ Răspuns scurt/completare cuvinte lipsă
- ☐ Calcule simple (itemi de tip calculat)
- ☐ Probleme cu expresii matematice parametrizate (STACK)

E30. Ce tipuri de sarcini considerați că sunt cele mai eficiente pentru evaluarea obiectivă?

- ☐ Alegere binară (Da/Nu, Adevărat/Fals)
- ☐ Alegere singulară (grilă cu o singură opțiune corectă)
- ☐ Alegere multiplă (grilă cu mai multe opțiuni corecte)
- ☐ Corespundere/ordonare
- ☐ Răspuns scurt/completare cuvinte lipsă
- ☐ Calcule simple (itemi de tip calculat)
- ☐ Probleme cu expresii matematice parametrizate (STACK)

VIII. Întrebări deschise

E31. Care sunt principalele beneficii pe care le-ai observat în utilizarea testării online la matematică?
(_____)

E32. Ce probleme sau dificultăți ai întâmpinat în utilizarea testării online?
(_____)

E33. Ce sugestii ai pentru îmbunătățirea testelor online sau a platformei Moodle utilizate?
(_____)

Anexa 8. Sondaj de opinie pentru cadre didactice (completat în Google Forms)

https://docs.google.com/forms/d/1JXlzENFHBlac-7IuDhoqoZhw5TdaJYUJCyNDxQG3_BY/edit?=6834c52b#responses

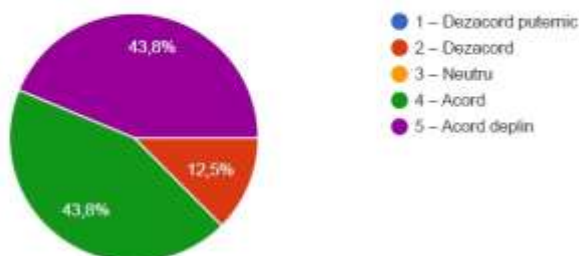
SONDAJ DE OPINIE *pentru cadre didactice privind creșterea achizițiilor școlare la Matematică din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle

16 răspunsuri

P1. Consider că testarea online la matematică este mai clar structurată decât testarea tradițională

Copiază

16 răspunsuri



Prin realizarea acestui sondaj dorim să înțelegem mai bine **cum percep profesorii utilizarea platformei educaționale Moodle** în general și în special, autoînvățarea-autoevaluarea tematică-formativă și finală-sumativă prin **teste online cu corectarea automată**, bazate preponderent pe itemi obiectivi variabili, parametrizați, orientate spre creșterea achizițiilor școlare. Rezultatele pot fi utile pentru justificarea e-transformării educației și evaluării obiective automatizate.

Instrucțiuni de completare:

- Citiți fiecare întrebare cu atenție și bifați răspunsul care vi se potrivește cel mai bine.
- Chestionarul este anonim.
- Chestionarul poate fi completat doar o singură dată la fiecare dintre cele două discipline.
- Vă rugăm să răspundeți sincer. Opinia Dvs. contează și este unica modalitate reală de a îmbunătăți înțelegerea avantajelor, limitărilor și justificarea învățării -evaluării mediate de Moodle, preponderent bazată pe itemi obiectivi variabili, parametrizați, cu corectare automată.

Toate răspunsurile sunt pe o scală de 5 puncte:

1 – Dezacord puternic, 2 – Dezacord, 3 – Neutru, 4 – Acord, 5 – Acord deplin.

I. Structura și claritatea testării online față de cea tradițională

P1. Consider că testarea online la matematică este mai clar structurată decât testarea tradițională.

P2. Consider că testarea online oferă elevilor mai mult control asupra propriului ritm de lucru.

P3. Consider că nivelul de stres al elevilor este mai mic în testările online comparativ cu cele tradiționale.

P4. Consider că evaluarea online în Moodle este mai obiectivă decât corectarea tradițională manuală realizată de profesor.

P5. Consider că nivelul de dificultate al testelor online este adecvat nivelului de competențe al elevilor.

II. Obiectivitatea și echitatea testării online

P6. Consider că testarea online în Moodle permite o evaluare mai obiectivă a achizițiilor elevilor.

P7. Consider că utilizarea itemilor variabili și parametrizați reduce riscul de fraudare/copiere la teste.

P8. Consider că feedback-ul automatizat oferit elevilor este clar și util pentru corectarea greșelilor.

P9. Consider că testarea automatizată în Moodle sprijină transparența și echitatea în evaluare.

III. Impactul asupra învățării și motivației personale

P10. Consider că testele online contribuie la dezvoltarea capacității elevilor de autoînvățare.

P11. Consider că testarea online stimulează motivația elevilor pentru studiu.

P12. Consider că testarea online contribuie la dezvoltarea competențelor digitale ale elevilor.

P13. Consider că autoevaluarea frecventă sprijină monitorizarea progresului elevilor.

P14. Consider că testarea online ajută la consolidarea atât a abilităților teoretice, cât și practice la matematică.

IV. Utilitatea tipurilor de itemi

P15. Consider că itemii parametrizați sunt eficienți pentru evaluarea în matematică.

P16. Consider că problemele avansate cu evaluare simbolică și mai multe etape (STACK), sunt eficiente pentru evaluarea competențelor matematice superioare.

P17. Consider că itemii de completare (răspuns scurt, formule) sunt utili pentru evaluarea obiectivă a cunoștințelor matematice reale.

P18. Consider că problemele aplicative sau de calcul numeric sunt utile pentru dezvoltarea competențelor matematice de bază.

P19. Consider că itemii parametrizați, cu valori numerice diferite generate automat, sprijină personalizarea exersării și evaluării pentru fiecare elev.

V. Eficiența testării online

P20. Consider că testarea online este mai eficientă decât testarea tradițională pentru matematică.

P21. Consider că testarea online a îmbunătățit înțelegerea noțiunilor teoretice de către elevi.

P22. Consider că feedback-ul generat automat a contribuit la progresul elevilor.

P23. Consider că testarea online prin itemi parametrizați și STACK, a condus la o învățare mai aprofundată a temelor predate.

VI. Acceptabilitatea și recomandarea utilizării testării online

P24. Aș recomanda utilizarea testării online și pentru alte discipline.

P25. Aș prefera extinderea evaluării online în școala/instituția mea.

P26. Consider că testarea automatizată și parametrizată poate deveni o metodă standard de evaluare.

P27. Consider că implementarea extinsă a evaluării online va contribui la modernizarea procesului educațional și va contribui la creșterea achizițiilor matematice la elevi.

VII. Tipuri de sarcini utilizate (alegere multiplă)

P28. Ce tipuri de itemi/sarcini utilizați cel mai frecvent în testele online?

(Se pot selecta mai multe variante)

☐ Alegere binară (Da/Nu, Adevărat/Fals)

☐ Alegere singulară (grilă cu o singură opțiune corectă)

☐ Alegere multiplă (grilă cu mai multe opțiuni corecte)

☐ Corespundere/ordonare

☐ Răspuns scurt/completare cuvinte lipsă

☐ Calcule simple (itemi de tip calculat)

☐ Probleme avansate cu expresii matematice parametrizate (STACK)

P29. Ce tipuri de itemi considerați că sunt cele mai eficiente pentru evaluarea obiectivă?

(Se pot selecta mai multe variante)

☐ Alegere binară (Da/Nu, Adevărat/Fals)

☐ Alegere singulară (grilă cu o singură opțiune corectă)

☐ Alegere multiplă (grilă cu mai multe opțiuni corecte)

☐ Corespundere/ordonare

☐ Răspuns scurt/completare cuvinte lipsă

☐ Calcule simple (itemi de tip calculat)

☐ Probleme cu expresii matematice parametrizate (STACK)

VIII. Întrebări deschise

P30. Care sunt principalele beneficii pe care le-ați observat prin utilizarea testării online la matematică pe platforma Moodle?

P31. Ce probleme sau dificultăți ați întâmpinat în utilizarea platformei Moodle pentru evaluare?

P32. Ce sugestii aveți pentru îmbunătățirea testelor sau a platformei utilizate ?

IX. Sprijin pentru managementul educațional

P33. Experiență de lucru în Moodle (în ani)

P34. Consider că rapoartele detaliate generate de Moodle sunt utile pentru monitorizarea progresului elevilor.

(1 – Dezacord puternic, 2 – Dezacord, 3 – Neutru, 4 – Acord, 5 – Acord deplin)

P35. Consider că analiza rezultatelor din Moodle sprijină luarea deciziilor educaționale bazate pe date concrete.

(1 – Dezacord puternic, 2 – Dezacord, 3 – Neutru, 4 – Acord, 5 – Acord deplin)

P36. Consider că personalizarea instruirii pe baza rapoartelor de progres este fezabilă și eficientă prin utilizarea Moodle

(1 – Dezacord puternic, 2 – Dezacord, 3 – Neutru, 4 – Acord, 5 – Acord deplin)

P37. Consider că platforma Moodle oferă o soluție scalabilă și eficientă pentru sprijinirea managementului educațional.

(1 – Dezacord puternic, 2 – Dezacord, 3 – Neutru, 4 – Acord, 5 – Acord deplin)

P38. Consider că platforma Moodle contribuie la îmbunătățirea prestației cadrelor didactice, care este controlabilă, auditabilă și documentabilă.

(1 – Dezacord puternic, 2 – Dezacord, 3 – Neutru, 4 – Acord, 5 – Acord deplin)

P39. În Moodle curriculumul planificat, predat și evaluat corespund unul cu altul și testele finale pot acoperi întreaga materie.

(1 – Dezacord puternic, 2 – Dezacord, 3 – Neutru, 4 – Acord, 5 – Acord deplin)

Anexa 9. Rezultatele brute ale elevilor din grupul experimental la testele digitale

5A	Operații cu nr naturale fără puteri	Puteri cu exponent natural ale unui nr natural	Metode aritmetice de rezolvare a problemelor	Divizibilitatea nr naturale	Fractii ordinare	Fractii zecimale	Elemente de geometrie euclidiană	Unghiuri	Unități de măsură
Ele v1	6.38	6.78	6.41	6.26	7.13	6.62	6.71	6.26	6.57
Ele v2	9.11	9.31	8.93	9.39	9.1	9.19	9.1	9.83	9.25
Ele v3	8.29	7.98	8.54	7.93	8.36	7.71	7.9	8.35	8.13
Ele v4	7.92	7.75	7.66	7.6	7.25	7.48	7.56	8.01	7.65
Ele v5	5.81	5.17	5.8	5.59	5.5	5.89	6.01	5.98	5.72
Ele v6	5.45	5.61	5.8	5.99	5.56	5.65	5.37	5.34	5.6
Ele v7	5.51	5.67	5.24	5.56	5.37	5.07	5.37	5.72	5.44
Ele v8	8.89	9.37	8.11	9.14	8.92	8.81	8.93	8.3	8.81
Ele v9	7.64	7.81	8.15	7.55	7.46	7.55	7.98	7.8	7.74
Ele v10	8.03	8.34	8.22	8.48	7.98	8.09	8.07	7.75	8.12
Ele v11	5.18	5.17	5.09	5.02	5	5	5	5	5.06
Ele v12	9.32	9.49	9.93	9.42	9.44	9.34	8.79	9.36	9.39
Ele v13	8.76	9.48	8.69	8.84	8.74	8.4	9.09	8.97	8.87
Ele v14	6.19	5.68	6.38	5.53	6.13	6.61	5.66	5.79	6
Ele v15	5.85	5.67	5.35	5.84	5.5	5.96	5.54	6.28	5.75
Ele v16	5.59	5.73	6.07	5.46	5.89	6.22	5.34	5.88	5.77
Ele v17	6.45	6.6	6	5.97	6.53	6.46	6.44	6.47	6.36
Ele v18	7.16	7.43	7.45	7.15	7.92	7.5	7	7.56	7.4
Ele v19	6.65	7.18	7.29	6.7	7.23	7.07	7.19	7.51	7.1
Ele v20	6.24	6.08	6.04	6.07	6.29	6.41	6.39	6.56	6.26
Media clasei	7,02	7,12	7,06	6,97	7,07	7,05	6,97	7,14	7,05

6B+6D	Mulțimi	Divizibilitatea nr.naturale	Rapoarte și proporții	Mulțimea nr. întregi	Mulțimea nr. raționale	Unghiuri	Triunghiul
Elev1	7.37	7.17	7.05	6.65	6.65	6.56	7.29
Elev2	7.94	7.32	8.18	8.05	7.5	7.47	7.47
Elev3	6.74	6.65	6.53	6.82	6.39	6.53	6.59
Elev4	7.5	6.98	7.26	7.33	6.84	7.34	6.95
Elev5	6.28	6.3	6.16	5.7	5.52	6.04	5.82

Elev6	6.07	5.66	6.45	5.86	6.22	5.91	6.1
Elev7	7.28	7.99	7.81	7.96	7.92	7.65	7.94
Elev8	5.69	5.55	5.8	5.86	5.75	6.26	5.83
Elev9	6.67	6.31	6.91	6.25	7.07	6.88	6.36
Elev10	5.95	5.86	5.88	5.91	5.29	5.54	5.32
Elev11	8.78	8.52	8.28	8.5	8.51	8.88	8.79
Elev12	8.73	8.41	8.95	8.99	8.81	9	8.75
Elev13	7.41	7.05	7.13	7.06	7.6	7.31	7.49
Elev14	8.6	8.75	9.06	8.58	8.45	8.64	8.52
Elev15	9.18	9.02	9.24	9.18	8.62	9.26	8.94
Elev16	8.83	8.31	8.13	8.23	8.41	8.76	8.8
Elev17	5.68	5.6	5.42	5.33	5.53	6.07	5.52
Elev18	7.65	7.34	7.89	7.88	7.24	7.46	7.29
Elev19	6.23	6.75	6.65	6.24	6.45	7.01	6.41
Elev20	6.15	6.59	5.92	6.31	6.39	5.92	6.36
Elev21	7.06	7.06	6.97	6.57	7.24	6.78	6.66
Elev22	5.87	5.95	5.36	5.8	5.55	5.92	5.5
Elev23	7.97	8.46	7.74	7.93	7.72	8.45	8.41
Elev24	6.7	6.84	6.6	6.58	6.32	6.19	6.91
Elev25	8.92	8.66	8.67	9	9.16	9.15	9.05
Elev26	7.52	7.59	8.26	7.99	7.46	7.54	8.04
Elev27	5.36	5.71	5.84	5.8	5.42	5.86	5.43
Elev28	7.01	6.92	7.1	6.93	6.85	6.42	6.67
Elev29	6.35	7	6.48	6.93	6.7	6.84	6.58
Elev30	7.66	7.39	7.87	7.47	7.24	7.8	7.38
Elev31	9.35	9.31	8.82	8.51	9.33	8.88	9.36
Elev32	9.34	8.84	8.92	9.34	8.86	8.73	9.07
Elev33	9.1	8.99	8.56	9.03	9.37	8.6	8.94
Elev34	8.94	8.9	8.9	8.59	8.54	9	9
Elev35	9.06	8.69	8.69	8.95	8.82	8.87	8.95
Elev36	8.62	8.65	8.4	8.84	8.35	8.73	8.8
Elev37	6.73	6.23	6.24	6.94	6.53	6.32	6.67
Elev38	8.09	8.46	7.97	7.94	8.37	8.38	8.47
Elev39	8.62	8.21	8.03	8.46	7.99	8.14	7.81
Elev40	6.16	6.04	5.92	5.66	5.44	5.43	5.51
Elev41	7.77	7.72	7.37	7.98	7.79	7.62	7.67
Elev42	6.89	6.99	7.35	6.68	6.77	6.71	6.71
Elev43	8.83	8.62	8.28	8.64	8.62	8.35	8.58
Elev44	7.15	7.17	6.64	6.93	7.16	7.05	7.37
Elev45	7.65	7.57	8.08	7.53	8.03	8.35	8.02
Elev46	7.14	6.97	7.05	7.41	6.91	7.42	7.37
Elev47	5.95	5.98	5.9	5.97	6.5	5.95	6.17
Elev48	8.18	8.89	8.41	8.26	8.78	8.72	8.95
Elev49	8.5	8.03	7.93	8.45	8.5	8.66	8.14
Elev50	7.2	6.81	7.34	7.27	6.89	7.18	7.18
Media claselor 6 B și D	7.49	7.42	7.41	7.42	7.37	7.45	7.44

7C	Multi mea nr. reale	Ecuații sisteme ecuații	și de	Perimetre ării: paralelogram, paralelograme particulare, triunghi, trapez	și	Elementele poligoanelor regulate înscrise într- un cerc	Lungimea cercului și aria discului	Organizarea datelor într- un sistem de axe ortogonale	Teoreme în triunghiul dreptunghic și elemente de trigonometrie
Elev1	8.97	7.06		6.1		9.48	5.75	7.71	7.75
Elev2	7.38	8.23		7.17		9.95	6.51	5.29	7.46
Elev3	5.98	7.95		6.63		9.77	7.12	7.86	7.2
Elev4	7.38	9.67		7.15		7.64	9.03	7.47	7.24
Elev5	5.8	6.67		7.8		6.62	8.01	8.68	7.89
Elev6	7.64	8.93		9.23		7.21	7.15	9.11	8.21
Elev7	7.65	5.64		8.44		8.07	6.43	7.01	8.25
Elev8	8.12	6.39		7.73		6.75	8.42	6.96	9.07
Elev9	8.51	6.97		8.16		7.64	8.15	8.33	6.14
Elev10	8.91	7.78		6.1		8.97	7.78	8.64	8.1
Elev11	6.7	9.13		5.58		9.58	7.08	6.94	6.52
Elev12	9.75	7.12		6.41		7.25	5.63	9.55	8.19
Elev13	8.15	6.31		6.54		6.59	6.7	6.07	7.93
Elev14	8.6	8.2		9.65		7.45	6.87	8.11	6.68
Elev15	7.13	6.23		8.07		6.97	9.57	7.88	7.55
Elev16	9.04	9.4		9.4		6.49	8.91	9.92	7.59
Elev17	8.92	7.12		9.19		8.08	7.13	9.24	8.75
Elev18	6.83	7.19		6.41		5.72	8.03	6.12	6.54
Elev19	9.06	9.25		8.39		7.57	7.27	7.31	7.67
Elev20	8.38	8.1		8.67		8.65	9.11	7.96	9.42
Elev21	6.55	6.43		7.12		6.34	8.85	6.21	6.8
Elev22	6.42	8.52		7.83		7.56	9.43	8.49	9.26
Elev23	7.91	8.5		8.13		6.36	9.86	7.78	8.5
Elev24	9.32	6.22		6.94		8.63	8.95	7.98	5.9
Elev25	7.54	9.97		6.75		7.31	8.06	8.04	9.18
Elev26	6.53	7.45		9.44		9.96	6.24	6.79	8.27
Media clasei 7C	7,46	7,61		7,49		7,57	7,59	7,49	7,58

8 B	Calcul algebric	Ecuatia de grad II	Functia de grad I	Arii și volume poliedre	Arii și volume corpuri rotunde
Elev1	8.35	6.22	6.32	6.56	8.84
Elev2	8.4	8.21	6.09	7.21	7.4
Elev3	7.93	6.02	7.91	9.03	7.02
Elev4	6.41	8.76	6.94	7.17	6.61
Elev5	5.79	8.12	7.53	7.76	8.15
Elev6	7.55	6.4	8.72	8.31	8.4
Elev7	6.82	5.82	6.75	7.29	6.55
Elev8	5.87	8.25	7.23	9.12	7.93
Elev9	6.99	7.92	8.27	9.09	7.13
Elev10	5.6	7.99	6.69	6.96	8.31
Elev11	8.23	8.11	6.23	7.69	6.99
Elev12	6.28	6.02	6.87	7.1	8.43
Elev13	7.49	6.88	6.48	7.05	7.58
Elev14	6.44	6.15	8.79	6.31	9.12
Elev15	7.06	8.39	8.42	8.03	6.89
Elev16	7.14	7.67	7.9	7.71	7.45
Elev17	6.05	6.79	8.61	6.35	6.82
Elev18	8.41	5.99	8.41	7.04	9.09
Elev19	7.83	6.73	6.56	8.92	8.96
Elev20	8.32	6.78	8.68	6.92	7.22
Elev21	8.18	7.99	7.62	6.63	8.35
Elev22	7.29	7.71	8.42	7.67	8.79
Elev23	8.27	8.46	8.69	9.16	8.05
Elev24	5.77	7.22	6.95	6.93	7.98
Elev25	6.09	6.16	6.33	8.22	7.18
Elev26	5.64	7.94	6.68	8.48	6.76
Elev27	6.48	8.08	7.28	6.91	9.01
Elev28	6.67	7.48	8.45	8.38	9.02
Elev29	6.31	8.11	8.58	7.3	8.27
Elev30	7.99	7.28	6.02	8.1	7.45
Elev31	6.57	7.37	7.53	8.1	7.48
Elev32	6.34	7.08	7.25	7.81	8.53
Elev33	7.13	5.88	6.67	6.47	9.01
Media clasei 8B	7.02	7.27	7.45	7.63	7.9

Anexa 10. Raport furnizat de Moodle de caracterizare a bateriei de teste

A10.1. Clasa a V a

Unități educaționale Indicatori	Operații cu nr. naturale, fără puteri	Puteri cu exponent natural ale unui nr. natural	Metode aritmetice	Divizibilitatea nr. naturale	Fracții ordinare	Fracții zecimale	Operații cu fracții zecimale parametrizat 100%	Unghiuri-	Unități de măsură pentru lungime, arie și volum. Nivel 1	Lungime. Arie. Volum. Capacitate. Nivel 2
Nr. de încercări inițiale notate complet	19	18	17	16	14	14	16	15	14	13
Nr. total de încercări complete notate	31	35	30	31	28	27	32	29	28	29
Nota medie a primelor încercări	86,95%	84,70%	83,53%	80,63%	82,92%	79,24%	81,50%	82,14%	82,97%	88,03%
Nota medie a tuturor încercărilor	88,55%	88,65%	87,04%	83,78%	84,50%	79,23%	83,50%	83,81%	87,41%	90,06%
Nota medie a ultimelor încercări	95,31%	95,69%	94,12%	90,00%	89,94%	83,48%	87,20%	96,43%	92,31%	93,16%
Nota medie a încercărilor cu cea mai mare notă	95,31%	95,69%	94,12%	90,00%	89,94%	83,48%	88,50%	96,43%	92,31%	93,16%
Nota medie	97,50%	93,75%	90,00%	89,58%	87,92%	81,25%	85,50%	85,71%	92,31%	100,00%
Deviație standard	19,70%	13,66%	15,40%	19,72%	13,25%	13,44%	12,80%	19,40%	16,71%	16,52%
Distribuția scorului	-2,31	-1,54	1,64	-1,30	0,71	1,06	1,12	-0,98	2,01	2,58
Scorul de distribuție Kurtosis	73,62	29,71	2,86	36,31	0,66	1,52	1,80	-0,18	3,38	7,65
Coeficientul de consistență internă α	92,87%	71,64%	69,18%	57,83%	80,84%	79,50%	81,00%	60,52%	76,33%	72,92%
Raport de eroare	26,71%	53,25%	55,52%	64,94%	43,77%	45,27%	38,50%	62,84%	48,65%	52,04%
Eroare standard	5,26%	7,28%	8,55%	12,80%	5,80%	6,08%	5,95%	12,19%	8,13%	8,60%

A10.2. Clasa a VI-a

Unități educaționale Indicatori	Mulțimi	Divizibilitate în mulțimea nr. naturale	Rapoarte și proporții	Mulțimea nr. întregi	Mulțimea nr. raționale	Operații cu nr. raționale. Parametrizat 100%	Unghiuri și Paralelism	Cercul	Triunghiul. Linii importante în triunghi.	Proprietățile triunghiurilor isoscel, echilateral, dreptunghic
Nr. de încercări inițiale notate complet	48	44	43	44	50	52	50	44	48	61
Nr. total de încercări complete notate	87	81	88	82	99	104	98	85	92	101
Nota medie a primelor încercări	88,84%	85,44%	76,61%	92,02%	89,34%	90,20%	91,24%	80,11%	84,67%	87,27%
Nota medie a tuturor încercărilor	89,05%	86,12%	78,21%	93,05%	87,97%	91,00%	91,06%	79,23%	86,58%	87,27%
Nota medie a ultimelor încercări	91,99%	88,35%	81,52%	93,86%	91,58%	93,50%	92,07%	79,83%	89,92%	87,27%
Nota medie a încercărilor cu cea mai mare notă	92,15%	88,78%	82,95%	93,86%	91,71%	94,20%	92,14%	81,25%	90,00%	87,27%
Nota medie	92,31%	87,50%	77,78%	95,00%	94,74%	92,80%	93,10%	87,50%	94,00%	86,96%
Deviație standard	12,92%	10,92%	13,45%	8,63%	17,62%	11,80%	9,48%	15,82%	16,23%	9,69%
Distribuția scorului	-1,55	-1,04	-0,41	-2,16	-1,93	-1,50	-1,48	-1,38	-1,47	-0,56
Scorul de distribuție Kurtosis	2,33	1,20	0,67	6,50	3,16	2,50	2,17	1,82	1,74	-0,20
Coeficientul de consistență internă	64,76%	58,68%	65,25%	62,63%	86,85%	88,00%	73,06%	56,54%	69,07%	46,85%
Raport de eroare	59,36%	64,28%	58,95%	61,13%	36,27%	34,50%	51,90%	65,92%	55,62%	72,91%
Eroare standard	7,67%	7,02%	7,93%	5,28%	6,39%	5,90%	4,92%	10,43%	9,03%	7,07%

A10.3. Clasa a VII a

Unități Educaționale Indicatori	Mulțimea numerelor reale	Ecuatii sisteme ecuații și de	Organizarea datelor – sistem ortogonal de axe	Perimetre și arii: paralelogram, triunghi, trapez	Elemente ale poligoanelor regulate înscrise într-un cerc; Lungimea cercului și aria discului	Teoreme în triunghiul dreptunghic + valori trigonometrice
Nr. de încercări inițiale notate complet	25	26	21	26	24	22
Nr. total de încercări complete notate	44	46	44	50	48	44
Nota medie a primelor încercări	78,60%	68,40 %	68,70 %	80,29%	85,20%	62,96%
Nota medie a tuturor încercărilor	82,50%	70,95 %	70,95 %	81,82%	85,20%	72,84%
Nota medie a ultimelor încercări	91,40%	72,10 %	73,10 %	83,53%	85,20%	70,37%
Nota medie a celor mai bune încercări	91,40%	75,80 %	78,40 %	83,53%	85,20%	70,37%
Nota medie generală	88,33%	71,30 %	71,80 %	82,35%	92,86%	72,22%
Deviație standard	12,11%	13,80 %	14,50 %	14,28%	15,46%	19,88%
Asimetrie (Skewness)	-1,22	-0,28	-0,35	-1,06	-1,32	-0,76
Kurtosis	2,98	0,42	0,50	1,79	1,13	0,86
Coeficient consistență internă (α)	81,27%	0,63	0,66	72,55%	72,22%	70,26%
Raport de eroare	42,11%	49,70 %	45,20 %	52,39%	52,71%	54,54%
Eroare standard	6,21%	68,40 %	9,80 %	7,48%	8,15%	10,84%

A10.4. Clasa a VIII-a

Unități Educaționale Indicatori	Intervale de nr. reale și inecuații în R 100% parametrizat	Calcul algebric 100% parametrizat	Ecuția de grad II 100% parametrizat	Funcția de grad I 100% parametrizat	Test teoretic de antrenament - Punct, dreaptă, plan și descrierea corpurilor geometrice	Test teoretic de antrenament - Paralelism și perpendicularitate în spațiu	Arii și volume poliedre 100% parametrizat	Arii și volume corpuri rotunde 100% parametrizat
Nr. de încercări inițiale notate	30	32	33	33	32	33	32	33
Nr. total de încercări complete notate	38	40	36	33	40	40	34	35
Nota medie a primelor încercări	81,03%	81,03%	78,50%	81,03%	72,30 %	73,80 %	75,00%	73,50%
Nota medie a tuturor încercărilor	84,50%	85,20%	81,50%	81,03%	73,95 %	75,10 %	78,50%	76,00%
Nota medie a ultimelor încercări	89,60%	90,00%	85,50%	81,03%	75,20 %	76,40 %	82,50%	80,00%
Nota medie a încercărilor cu cea mai mare notă	91,00%	92,00%	87,00%	81,03%	80,10 %	81,50 %	85,00%	82,50%
Nota medie	87,00%	87,50%	83,80%	85,71%	74,05 %	75,65 %	80,50%	78,50%
Deviație standard	14,50%	14,80%	16,00%	16,88%	15,20 %	14,60 %	18,00%	19,00%
Asigurarea distribuției scorului	-1,85	-1,90	-1,50	-1,12	-0,65	-0,58	-1,00	-0,95
Scorul de distribuție Kurtosis	3,50	3,60	3,00	45,47	1,05	0,92	0,50	0,60
Coeficientul de consistență internă	83,50%	84,00%	85,00%	81,68%	0,57	0,59	88,00%	87,00%
Raport de eroare	35,00%	34,50%	33,50%	42,80%	52,50 %	51,40 %	32,50%	33,00%
Eroare standard	6,50%	6,40%	6,80%	7,23%	11,20 %	10,50 %	7,10%	7,25%

Anexa 11. Declarația privind asumarea răspunderii la teza de doctor

Declarație

Subsemnata Brănoaea Gabriela Cristina, student doctorand din cadrul Școlii Doctorale Științe Umaniste și ale Educației de la Universitatea de Stat din Moldova, la specialitatea 532.02. Didactică școlară (pe trepte și discipline de învățământ), cu teza de doctorat cu titlul „*Sistem suport inteligent pentru accelerarea achizițiilor matematice la elevii de gimnaziu*”, declar pe proprie răspundere că materialele prezentate în teza de doctorat sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Brănoaea Gabriela Cristina

Semnătura

Data 17.06.2026

Anexa 12. Curriculum Vitae



Curriculum Vitae

Brănoaea Gabriela Cristina

PERSONAL INFORMATION



Brănoaea Gabriela Cristina

📍 Bacău, str. Mărăști, nr. 14, Județ Bacău, România, 600332

☎ +40775342916

✉ branoaea.cristina@yahoo.com

Sex F

Date of birth 18/05/1993

Nationality Română

WORK EXPERIENCE

01/09/2018 – prezent

Profesor de matematică titular
Școala Gimnazială Nr. 10 Bacău, județul Bacău, România

01/09/2016 – 31/08/2018

Profesor de matematică titular
Școala Gimnazială Bacioiu, comuna Corbasca, județul Bacău, România

EDUCATION AND TRAINING

01/11/2022 – prezent

Studii postuniversitare de doctorat
Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, Moldova

01/09/2025

Gradul didactic I în învățământul preuniversitar cu nota 10

01/09/2022

Gradul didactic II în învățământul preuniversitar cu nota 10

07/2019 – 08/2019

Formarea profesorilor în antrenarea elevilor capabili de performanțe matematice
Societatea de Științe Matematice din România

01/10/2017 – 15/07/2019

Master - Matematică didactică și de cercetare
Universitatea 'Alexandru Ioan Cuza' din Iași

01/10/2017 – 15/07/2019

Program de formare psihopedagogică Nivel II, DPPD
Universitatea 'Alexandru Ioan Cuza' din Iași

01/09/2018

Definitivat în învățământul preuniversitar cu nota 9,26

01/10/2015 – 15/07/2017

Program de formare psihopedagogică Nivel I, DPPD
Universitatea 'Alexandru Ioan Cuza' din Iași

01/09/2016

Titularizare în învățământul preuniversitar cu nota 9,8

01/10/2012 – 15/07/2015

Licență – Matematică
Universitatea 'Alexandru Ioan Cuza' din Iași

01/09/2009 – 15/07/2012

Liceu - Profil Matematică-Informatică, intensiv Informatică
Colegiul Național „Ferdinand I”, Bacău

PERSONAL SKILLS

Mother tongue(s) Română

Other language(s)	UNDERSTANDING		SPEAKING		WRITING
	Listening	Reading	Spoken interaction	Spoken production	
Engleză	B2	B1	B1	B1	B2

Levels: A1/2: Basic user - B1/2: Independent user - C1/2 Proficient user
Common European Framework of Reference for Languages

Communication skills Abilități bune de comunicare dobândite prin experiența ca profesor.

Organisational / managerial skills Abilități bune de organizare dobândite prin experiența ca diriginte.

Computer skills

Certificat ECDL – nivel Experimentat, atestând competențe avansate în procesarea informațiilor, comunicare și utilizarea aplicațiilor specifice.
Certificat Cisco – Networking Essentials / CCNA (atestare competențe în rețelistică, protocoale IP, securitate de bază și administrarea echipamentelor de rețea).

Navigare eficientă online: utilizare competentă a motoarelor de căutare, resurselor educaționale digitale și bazelor de date științifice.
Comunicare electronică: utilizare avansată a platformelor e-mail, Skype, Zoom pentru predare online, colaborare și participare la webinarii.

Microsoft Office (nivel mediu/avansat):

- *Excel* – prelucrare date, formule complexe, grafice;
- *Word, PowerPoint* – redactare academică și realizare de prezentări profesionale.

Administrare și dezvoltare platforme educaționale:

- crearea și gestionarea site-ului MathMentor.ro;
- utilizare avansată a Moodle (instalare, configurare, administrare cursuri);
- integrare de pluginuri FOSS cu suport AL.

Driving licence •B

ADDITIONAL INFORMATION

Publications	23 lucrări științifice cu volum total de circa 7 coli de autor, dintre care:
Presentations	3 articole în reviste internaționale indexate în baze de date:
Projects	1 articol Web of Science (ESCI, IF 0.5, Q4), 1 articol indexat BDI (EBSCO) și
Conferences	1 articol publicat în volume ale conferințelor internaționale indexate Web of Science (ISI Proceedings).
Seminars	3 articole în reviste naționale: 2 categoria B și 1 categoria C, conform clasificării Registrului Național al revistelor de profil.
Honours and awards	24 prezentări la evenimente științifice: 19 internaționale, 4 naționale cu participare internațională și 1 națională;
Memberships	5 premii la saloane de inventică, implicare într-un proiect RO-MD și drept de autor: - Sistem suport inteligent aplicat la orele de matematică din gimnaziu – Salonul Internațional al Inovării și Cercetării Științifice Studențești „Cadet INOVA'23”, Sibiu, România, mai 2023 – Medalie de argint. - Intelligent support system applied to school mathematics lessons – Expoziția Europeană de Creativitate și Inovație Euroinvent 2023, Iași, România, mai 2023 – Medalie de bronz. - Revolutionising learning mathematics with artificial intelligence – Târgul Internațional de Inventică și Educație Creativă pentru Tineret ICE-USV 2023, Suceava, România, iulie 2023 – Medalie de aur. - Optimizing the educational process in mathematics through parameterized digital assessment – Salonul Internațional de Inventică și Antreprenariat Inovativ, Chișinău, iunie 2025 – Medalie de argint. - MathMentor - platformă educațională inteligentă pentru evaluarea matematică antifraudă și personalizată prin itemi parametrizați, Salonul Internațional al Cercetării Științifice, Inovării și Inventicii – PRO INVENT, Cluj Napoca, România, octombrie 2025. - Medalie de aur. - Proiect MD-RO „Creșterea performanței academice la disciplina Informatica TIC, din contul implementării unor instrumente standardizate de evaluare pe platforma de eLearning Moodle ”, MEC MD nr. 364 /18.03.2025, găzduit pe platforma digitală oficială a Centrului de Excelență în Informatică și Tehnologii Informaționale Chișinău. - BRĂNOAEA, G. C., BRAGARU, T. (USM) Drept de autor asupra produsului program direct utilizabil și extensibil-adaptabil „Sistem Suport Inteligent Pentru Matematica Gimnazială” înregistrat la AGEPI, Certificat seria PC nr. 8336 din 18.12.2025, Disponibil la: https://www.db.agepi.md/opere/Details.aspx?RealID=7764&lang=ro

Certificare:

Subsemnata Brănoaea Gabriela Cristina, certific că, după cunoștințele și convingerile mele, acest CV mă descrie corect pe mine, calificările și experiența mea și înțeleg că orice declarație greșită sau descriere denaturată poate duce la sancțiuni.

Brănoaea Gabriela Cristina,

Semnătura