UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA

Cu titlu de manuscris
C.Z.U: 378.016:004(043.3)

MARIN MARIA

METODOLOGIA FORMĂRII ŞI DEZVOLTĂRII COMPETENŢELOR STUDENŢILOR ÎN SISTEMUL COMPUTERIZAT DE INSTRUIRE
(la disciplina „Inteligenţa artificială”)

532.02 – DIDACTICA INFORMATICII

Teză de doctor în ştiinţe pedagogice

Conducători ştiinţifici **Lupu Ilie, doctor habilitat în ştiinţe pedagogice, profesor universitar**

Căpăţână Gheorghe, doctor în ştiinţe tehnice, profesor universitar

Autorul **Marin Maria**

CHIŞINĂU, 2018

© Marin (Cristei) Maria, 2018

CUPRINS

ADNOTARE **5**
LISTA ABREVIERILOR **8**
INTRODUCERE **9**
1. ASPECTE TEORETICE ŞI DIDACTICE DE UTILIZARE A SISTEMELOR COMPUTERIZATE DE INSTRUIRE ÎN PROCESUL DE FORMARE ŞI DEZVOLTARE A COMPETENŢELOR STUDENŢILOR **17**
1.1. Sistemul computerizat de instruire: abordări teoretico-metodologice 17
1.2. Bazele psihopedagogice ale utilizării sistemelor computerizate de instruire în activitatea de învăţare 21
1.3. Cerinţele didactice faţă de elaborarea sistemelor computerizate de instruire 30
1.4. Abordarea prin competenţe şi centrarea pe finalităţi a procesului de studiu 38
1.5. *„Inteligenţa artificială”* în contextul învăţământului universitar al altor ţări. Studiu comparativ 44
1.6. Concluzii la capitolul 1 50
2. MODELUL PEDAGOGIC ŞI METODOLOGIA FORMĂRII ŞI DEZVOLTĂRII COMPETENŢELOR STUDENŢILOR ÎN BAZA VALORIFICĂRII SISTEMULUI COMPUTERIZAT DE INSTRUIRE **52**
2.1. Modelul sistemului computerizat de instruire 52
2.2. Elaborarea modelului pedagogic de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor prin implementarea SCI la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”* 64
2.3. Metodologia utilizării modelului elaborat 69
2.4. Concluzii la capitolul 2 98
3. ARGUMENTAREA EXPERIMENTALĂ A EFICIENŢEI MODELULUI ŞI METODOLOGIEI DE FORMARE ŞI DEZVOLTARE A COMPETENŢELOR STUDENŢILOR PRIN UTILIZAREA SCI **100**
3.1. Scenariul şi derularea cercetării didactice (experimentului pedagogic) 100
3.2. Descrierea experimentului de constatare 106
3.3 Organizarea şi descrierea experimentului de formare a competenţelor studenţilor obţinute în baza valorificării SCI 114
3.4. Analiza şi interpretarea rezultatelor cercetării ştiinţifice prin metode digitale 119
3.5. Concluzii la capitolul 3 130
CONCLUZII GENERALE ŞI RECOMANDĂRI **132**
BIBLIOGRAFIE **136**
ANEXE **149**

Anexa 1. Descrierea cursului *Inteligenţa artificială* 150
Anexa 2. Structura modulară detaliată a disciplinei „Inteligenţa artificială”. 153
Anexa 3. Interfaţa cu utilizatorul 156
Anexa 4. Exemple de sarcini didactice propuse 157
Anexa 5. Teste pentru determinarea nivelului de pregătire al studenţilor în procesul de formare 159
Anexa 6. Grila chestionarului Nr.1 162
Anexa 7. Prelucrarea răspunsurile la chestionarul Nr.1 164
Anexa 8. Date statistice referitoare la componenţa eşantioanelor din perioada 2014-2015. 169
Anexa 9. Calcule referitoare la omogenitatea eşantioanelor din perioada 2014-2015 170
Anexa 10. Calcule referitoare la omogenitatea eşantioanelor din perioada 2014-2015. 171
Anexa 11. Date statistice referitoare la componenţa EE din perioada 2015-2016 172
Anexa 12. Date statistice referitoare la componenţa EC din perioada 2015-2016 173
Anexa 13. Calcule referitoare la distribuţia nivelurilor de performanţă vizând cunoştinţele la etapa de constatare (%) pe perioadele experimentului 174
Anexa 14. Calcule referitoare la omogenitatea eşantioanelor, perioada 2015-2016. 175
Anexa 15. Evidenţa statistică a rezultatelor obţinute la evaluări pe eşantioane, 2014-2015 176
Anexa 16. Evidenţa statistică a rezultatelor obţinute la evaluări pe eşantioane, 2015-2016. 177
Anexa 17. Calcule referitoare la distribuţia nivelurilor de performanţă vizând cunoştinţele în urma testului final (%) 178
Anexa 18. Grila chestionarului Nr.2 179
DECLARAŢIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII 181
CURRICULUM VITAE 182

ADNOTARE

Marin Maria

*„Metodologia formării şi dezvoltării competenţelor studenţilor în sistemul computerizat de instruire (la disciplina „**Inteligenţa artificială**”)”*

Teza de doctor în ştiinţe pedagogice, Chişinău, 2018

Structura tezei: introducere, trei capitole, concluzii generale şi recomandări, bibliografie ce cuprinde 193 de titluri. Lucrarea conţine 135 pagini de text de bază, 31 figuri, 15 tabele, 8 formule şi 18 anexe. Rezultatele principale sunt publicate în 19 lucrări ştiinţifice.

Cuvintele cheie: sistem computerizat de instruire, competenţe, schema sistemului, tehnologii informaţionale, modelul modular al disciplinei *„Inteligenţa artificială”*.

Domeniul de studiu al tezei îl constituie ştiinţele pedagogice. Didactica informaticii.

Scopul cercetării constă în elaborarea, experimentarea şi validarea fundamentelor teoretice şi metodologice ale formării/ dezvoltării competenţelor studenţilor specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* prin valorificarea SCI.

Obiectivele de cercetare: (a) analiza perspectivelor teoretico-metodologice de abordare a tematicii de cercetare, relevând fundamentele psihopedagogice ale utilizării sistemelor computerizate; (b) evaluarea modalităţilor de formare a competenţelor profesionale a studenţilor la disciplina *„Inteligenţa artificială”* prin analiza comparativă a practicilor din Republica Moldova şi a altor state; (c) elaborarea şi fundamentarea teoretico-metodologică a modelului pedagogic de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor prin implementarea SCI; (d) dezvoltarea informatică a SCI, ca produs funcţional propriu, şi integrarea acestuia la disciplina universitară „*Inteligenţa artificială”* cu potenţial de aplicare adiţională la efectivul metodelor şi strategiilor fundamentale în practica de formare; (e) stabilirea particularităţilor metodologiei de formare şi dezvoltare a competenţelor profesionale prin valorificarea SCI; (f) validarea experimentală a eficienţei modelului pedagogic şi a metodologiei de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor în SCI.

Noutatea şi originalitatea ştiinţifică constă în fundamentarea teoretico-metodologică a modelului pedagogic de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor la disciplina universitară „*Inteligenţa artificială”* prin valorificarea eficientă a SCI, elaborat şi implementat de către autor ca resursă constitutivă adiţională. Integrarea pedagogică şi informatică a părţilor componente ale SCI s-au axat pe organizarea modulară a conţinuturilor instruirii.

Problema ştiinţifică importantă soluţionată: rezidă în fundamentarea şi elaborarea modelului pedagogic, ce include bazele teoretice şi particularităţile metodologice ale formării competenţelor profesionale specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* prin proiectarea şi elaborarea informatică a SCI, implementarea căruia a contribuit la dezvoltarea potenţialului de învăţare, creşterea spectrului motivaţional, gradului de colaborare şi succesului academic al studenţilor..

Semnificaţia teoretică a cercetării constă în: analiza şi sistematizarea reperelor epistemologice şi metodologice ale formării şi dezvoltării competenţelor; adaptarea modelelor teoretice şi tehnologiilor educaţionale şi informaţionale moderne la stabilirea arhitecturii şi elaborării SCI şi a metodologiei de aplicare a acestuia la studierea disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*; stabilirea impactului utilizării modelului dezvoltat de autor asupra formării competenţelor studenţilor.

Valoarea aplicativă a lucrării rezultă din metodologia elaborată şi posibilitatea implementării ei în cadrul disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”* cu scopul formării/dezvoltării competenţelor viitorilor specialişti în domeniul de formare profesională TIC.

Implementarea rezultatelor ştiinţifice a fost realizată prin introducerea metodologiei elaborate la predarea disciplinei „*Inteligenţa artificială*” şi prin preluarea ei la predarea altor discipline informatice (de exemplu „*Grafica pe calculator*”) în cadrul FMI, USM.

АННОТАЦИЯ

Марин Мария

„Методика формирования и развития компетенций студентов в компьютеризированной обучающей системе (по дисциплине „Искусственный интеллект”)”

Диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук, Кишинэу, 2018

Структура диссертации: введение, три главы, общие выводы и рекомендации; библиография из 193 источников, 18 приложений, 135 страниц основного текста, 31 рисунков, 15 таблиц. Основные результаты опубликованы в 19 научных работах.

Ключевые слова: обучающая система, компетенция, схема системы, информационные технологии, модульная модель дисциплины.

Область исследования диссертации относится к педагогическим наукам. Методика преподавания информатики.

Цель исследования состоит в разработке, проведении эксперимента и подтверждении теоретических и методологических основ формирования/развития студенческих компетенций специфических дисциплине „*Искусственный интеллект*” повышением значимости КОС.

Задачи исследования: (а) анализ теоретико-методологических перспектив рассмотрения тематики исследования, выделяя психопедагогические основы использования компьютеризированных систем; (б) оценка способов формирования профессиональных компетенций студентов в рамках дисциплины „*Искусственный интеллект*”, посредством сравнительного анализа практических подходов в Республике Молдова и других в других странах; (в) разработка и теоретико-методологическое обоснование формирования и развития компетенций студентов внедрением КОС; (г) информационное развитие КОС, как функционирующего авторского программного продукта и его интегрирование в университетскую дисциплину „*Искусственный интеллект*” с возможностью дополнительного применения в реальных методах и фундаментальных стратегиях в практике формирования; (д) выявление особенностей методологии формирования и развития профессиональных компетенций повышением значимости КОС; (е) экспериментальное подтверждение эффективности педагогической модели и методологии формирования и развития компетенции студентов в КОС.

Научная новизна и оригинальность состоят в теоретическом и методологическом обосновании педагогической модели формирования и развития компетенций студентов по университетской дисциплине „*Искусственный интеллект*”, посредством эффективного использования КОС, разработанной и внедренной автором в качестве дополнительного составляющего ресурса. Педагогическая и информационная интеграция компонентов КОС была сконцентрирована на модульной организации содержимого обучения.

Важная решенная научная проблема состоит в обосновании и разработке педагогической модели, что включает теоретические основы и методологические особенности формирования профессиональных компетенций специфичных дисциплине „*Искусственный интеллект*” путем проектирования и информационной разработки КОС, внедрение которой способствовало развитию потенциала обучения, повышению мотивационного спектра, степени сотрудничества и успеху учебного процесса студентов.

Теоретическая значимость исследования: состоит в обосновании и разработке педагогической модели, что включает теоретические основы и методологические особенности формирования профессиональных компетенций специфичных дисциплине „*Искусственный интеллект*” путем проектирования и информационной разработки КОС, внедрение которой способствовало развитию потенциала обучения, повышению мотивационного спектра, степени сотрудничества и успеху учебного процесса студентов.

Практическая ценность работы обусловлена разработанной методологией и возможностью ее применения при формировании будущих специалистов в области КОС.

Внедрение научных результатов было осуществлено путем использования разработанной методики в преподавании дисциплины „*Искусственный интеллект*” и распространением ее на преподавание других дисциплин информатики.

ANNOTATION

Marin Maria

„Methodology of formation and development of students' skills in the computerized training system (at the discipline „Artificial Intelligence")

PhD Thesis in Pedagogy, Chisinau, 2018

Thesis structure: introduction, three chapters, conclusions and recommendations, bibliography which consists of 193 titles, 18 annexes, 135 pages of the main text, 31 pictures, 15 charters, 8 formulas. The basic results are published in 19 scientific works.

Key words: training system, competences, scheme of system, informational technologies, modular model of the discipline, teaching of university course *„Artificial Intelligence"*.

The *field of studies* of the thesis constitutes the pedagogic sciences. Didactics of informatics.

The *goal of the research* is determining the theoretical fundamentals, elaborating, and experimentally validating a model and a methodology for training and developing professional competences specific to the subject of *„Artificial Intelligence"* by applying of Computerized Training System (CTS) in order to regulate / optimize this process.

The *objectives of the research are:* (a) analysis of the theoretical and methodological perspectives of approaching the research topic, revealing the psycho-pedagogical fundamentals of the use of CTS; (b) evaluation of the ways of forming the professional competences of the students in the Artificial Intelligence discipline through the comparative analysis of the practices of the Republic of Moldova and other states; (c) theoretical-methodological elaboration and substantiation of the pedagogical model of training and development of students' competences through CTS implementation; (d) The IT development of SCI as its own functional product and its integration into the *„Artificial Intelligence"* academic discipline with additional potential for applying the fundamental methods and strategies in the training practice; (e) Establishing the peculiarities of the methodology of training and development of professional competences through the capitalization of CTS; (f) assessing the efficiency of the model and methodology developed within the framework of the university subject of *„Artificial Intelligence"* by mans of a pedagogical experiment.

The *scientific novelty and originality* consists in the theoretical and methodological foundation of the pedagogical model of training and developing students' competences in the university subject of *„Artificial Intelligence"* through the efficient use of CTS developed and implemented by the author as an additional constitutive resource. The pedagogical and information technology integration of the components of CTS are focused on the module-based structure of the content of studies.

The *important scientific problem solved* is determining the theoretical fundamentals and the methodological particularities of the formation and development of professional competences specific to the subject of *„Artificial Intelligence"*, which has resulted in designing and elaborating CTS; its implementation has contributed to the development of students' learning potential, increasing their motivation, the degree of collaboration, and academic progress.

The *theoretical significance of research*: consists of establishment of elaborated Computerized Training System architecture and the analysis of the impact, which exists towards the formation of skills at students, at the study of university discipline *„Artificial Intelligence"*.

The *applicative value of the research* results from the methodology developed and the possibility of its implementation in teaching the future specialists in the professional sphere of ICT.

The implementation of scientific results was realized by the introduction of methodology elaborated at the teaching of *„Artificial Intelligence"* discipline and in the result of its implementation at the teaching of other informatics discipline (for example „*Computer Graphics*") within Faculty of Mathematics and Informatics of State University of Moldova.

LISTA ABREVIERILOR

SCI – sistem computerizat de instruire ;

IA – inteligenţă artificială;

SEI – sisteme expert de instruire;

IAC – instruire asistată de calculator;

FMI **–** Facultatea de Matematică şi Informatică;

USM – Universitatea de Stat din Moldova;

UST – Universitatea de Stat Tiraspol (cu sediul la Chişinău)

PC – Personal Computer (Calculator Personal);

ID – instruire la distanţă;

SP – software pedagogic **(SE** - Software educaţional**);**

TIC – tehnologii informaţionale şi de comunicaţie;

CD – curs digital;

SAI – sistem automatizat de instruire

PID – program de instruire dialog

ME – manual electronic

MP – Model pedagogic

GUI – Graphical User Interface

PCV – Problema Comis – Voiajorului

ECTS – Sistemul European de Credite Transferabile

EE – eşantion experimental

EC – eşantion de control (martor)

EPF – experimentului pedagogic formativ

SPSS – Program Statistic pentru Ştiinţe Sociale (Statistical Package for the Social Sciences)

INTRODUCERE

Actualitatea şi importanţa temei. Progresul tehnico-ştiinţific din ultimele două decenii *a generat schimbări tehnologice* în toate subsistemele sociale pe fundalul unor tensiuni majore dintre *societate şi sistemul de învăţământ*, conflicte între realităţile globale şi locale, tradiţie şi modernitate, scopul stabilit pe termen lung şi pe termen scurt, expansiunea extraordinară a cunoştinţelor şi capacitatea omului de a le asimila etc.

Deosebit de vizibile sunt schimbările care s-au produs în învăţământul superior: diversificarea formelor de organizare a învăţământului, democratizarea relaţiilor dintre actorii procesului de învăţământ, axarea formării pe dobândirea competenţelor şi, drept consecinţă, schimbarea rolului cadrului didactic şi al studentului în procesul de învăţământ etc. Aceste schimbări invocă faptul că, are loc transferul de la mediile de instruire *centrate pe profesor* la mediile de învăţare *centrate pe instruit*. De menţionat că, obiectivele actuale ale unui învăţământ academic modern pot fi sintetizate în felul următor: *să te înveţe să înveţi; să te înveţe să faci; să te înveţe să te integrezi; să te înveţe să ai personalitate*. Atingerea acestor obiective complexe asigură premisele pregătirii calitative a specialiştilor pentru economia de piaţă globală.

În prezent procesul ştiinţific şi tehnologic accelerat domină şi (re)modelează societatea contemporană. Fondată ca societate a cunoaşterii, societatea contemporană se bazează din ce în ce mai mult pe sisteme software şi hardware complexe în care "*inteligenţa*" componentelor este creată pornind de la *reprezentarea explicită a cunoştinţelor, raţionamentelor automate, autonomia componentelor, adaptarea, extragerea şi regăsirea inteligentă de informaţii***.** Vorbim despre o societate în care cunoaşterea şi capitalul intelectual au devenit cea mai preţioasa resursă, când în economia bazată pe cunoaştere există un enorm potenţial de utilizare a sistemelor inteligente pentru maximizarea capacităţilor şi a competitivităţii. În consecinţă, apare necesitatea racordării învăţământului superior, în special a celui din domeniul de formare profesională Tehnologiilor Informaţionale şi Comunicaţii, la cerinţele industriei tehnologiilor inteligente.

Astăzi, reformarea învăţământului superior din Republica Moldova presupune soluţionarea uneia dintre problemele majore, precum *formarea şi dezvoltarea competenţelor profesionale* necesare cadrelor calificate (inginerilor programatori şi cercetătorilor) ce vor activa în domeniul economiei naţionale, capabile atât să exploateze eficient sistemele inteligente existente, cât şi să elaboreze şi să integreze produse originale proprii prin utilizarea tehnologiilor informaţionale. Din această perspectivă una din disciplinele fundamentale ce contribuie la formarea şi dezvoltarea *competenţelor profesionale* necesare viitorilor specialişti din domeniul TIC este *„Inteligenţa artificială". Tehnicile de programare automată* şi *ingineria cunoştinţelor*, o bună parte din *conceptele* şi *instrumentele de inteligenţă artificială (IA)* sunt (sau pot fi) aplicate în tehnologia agenţilor software, sistemelor bazate pe raţionamente şi în managementul

cunoştinţelor, inclusiv pentru obţinerea unor soluţii viabile la rezolvarea eficientă sau la un nivel calitativ mai înalt al problemelor.

Schimbările majore produse, urmare a dezvoltării sectorului tehnologiei informaţionale şi al comunicaţiilor (TIC) avansate asupra extinderii şi diversificării ofertelor educaţionale şi impactul acestora asupra pieţei de muncă, îşi lasă amprenta asupra politicilor de stat. În ansamblu, pentru anticiparea şi dobândirea de competenţe se recurge la adoptarea de noi strategii, metodologii de formare. În acest context se înscrie şi principalul document de politici din Republica Moldova, care stabileşte obiectivele şi sarcinile dezvoltării educaţiei - *Strategia de dezvoltare a educaţiei pentru anii 2014-2020 „EDUCAŢIA-2020"* [1]. Printre obiectivele prioritare ale acestei strategii se regăseşte şi *sporirea eficienţei sistemului educaţional, extinderea şi diversificarea ofertelor educaţionale prin valorificarea oportunităţilor oferite de tehnologiile informaţionale şi de comunicaţie.* Prin urmare, într-o societate în care instrumentele informatice sunt indispensabile, utilizarea TIC a devenit *resursa esenţială* în procesul de instruire.

Putem afirma că, modernizarea instruirii prin aplicarea TIC, implică modificarea modului de învăţare a materiei de studiu de către studenţi, cauzată de volumul mare de cunoştinţe (informaţii) şi timpul redus pentru asimilarea acestora. Cercetările actuale în domeniul *optimizării eficiente a activităţii instructive* depinde de modul în care interacţionează componentele procedurale, organizatorice şi materialele procesului de învăţământ. Realizarea finalităţilor procesului de instruire este posibilă numai în măsura în care în activitatea de predare/învăţare se utilizează un sistem coerent de căi, mijloace, forme de organizare, vizând realizarea sarcinilor didactice. *Optimizarea instruirii* este orientată spre *creşterea calităţii resurselor de învăţare*. *Sistemele computerizate de instruire* (SCI) reprezintă *mijloace optime de utilizare eficientă a TIC în diverse activităţi didactice*. Aceste sisteme prezintă o serie de avantaje atât pentru cadrul didactic, cât şi pentru instruit/student, având finalitate îmbunătăţirea procesului de formare a competenţelor solicitate pe piaţa muncii.

Prin urmare, învăţarea prin intermediul diverselor produse software educaţionale, în special al SCI este foarte actuală pentru învăţământul contemporan naţional şi internaţional. Integrarea SCI, ca resurse constitutive adiţionale, pentru studierea disciplinelor universitare, contribuie la sporirea interesului studenţilor faţă de obiectele de studiu, răspunzând la necesităţile lor intelectuale şi contribuind la dezvoltarea armonioasă a personalităţii lor.

Analiza experienţei universităţilor europene atestă faptul că elaborarea SCI devine tot mai actuală. Experţi naţionali din domeniul tehnologiilor computerizate de instruire, precum Bounegru T. [2], Căpăţână Gh. [3, 4], Bragaru T. [5] relevă faptul, că în sistemul de învăţământ contemporan atunci când apare necesitatea de noi instrumente metodico-didactice calitative de

instruire, prioritatea se acordă SCI. Observăm, că odată cu dezvoltarea TIC şi perfecţionarea procesului educaţional, **SCI devin nucleul procesului instructiv-educativ**.

Urmare a celor menţionate, putem conchide asupra actualităţii temei de cercetare: *metodologia formării şi dezvoltării competenţelor studenţilor în sistemul computerizat de instruire*. Cercetarea tematicii date este determinată de reformele din sistemul de învăţământ din ţara noastră, de politicile de stat orientate spre modernizarea educaţiei şi dezvoltarea economiei cu accent deosebit pe rolul produselor computerizate în aceste reforme, şi pregătirea calitativă a viitorilor specialişti în domeniul de formare profesională TIC. În acelaşi timp, ritmul alert de dezvoltare a sectorului TIC în Republica Moldova determină necesitatea studierii tematicii date, prin trasarea de concluzii şi recomandări practice.

Tendinţele mondiale în cercetarea sistemului de formare a specialiştilor atestă un şir de studii relevante privind formarea competenţelor profesionale prin valorificarea TIC, fiind abordate intens din mai multe perspective şi ancorate ştiinţific în lucrările diferitor cercetători consacraţi de-a lungul timpului. *Dezvoltarea tehnologiilor computerizate de instruire* a fost posibilă prin investigaţii profunde în domeniul instruirii, precum şi în teoria şi practica de informatizare a învăţământului superior (Skinner B.F. [6], Древе Ю.Г., Агеев В.Н. [7], Беспалько В.П. [8], Гальперин П.Я. [9], Гергей Т.Н. [10], Новицкий Л.П. [11], Берестова Л. И., Жук И. А. [12], Cristea S., Cojocaru-Borozan M., Sadovei L., Papuc L. [13], Radu I.T. [14], Ionescu M. [15, 16], Vlada M., Jugureanu R., Albeanu G [17]). *Bazele psihopedagogice şi didactice ale utilizării tehnologiilor informatice* de instruire sunt determinate în lucrările cercetătorilor Piaget J. [18], Bruner J. [19], Гершунский Б.С. [20], Монахов В.М. [21], Машбиц Е.И. [22], Străchinaru I. [23] ş.a. Menţionăm, de asemenea, că *problemele referitoare la elaborarea conceptelor didactice şi psihopedagogice de aplicare a tehnologiilor computerizate de instruire* s-au abordat în lucrările lui Машбиц Е.И. [22], Далингер В. А. [24], Монахов В.М. [21]., Талызина Н.Ф. [25], Vlada M. [26], Noveanu E. [27] şi alţii.

Cantitativ şi calitativ, intensitatea cercetărilor referitoare la *procesul de elaborare şi implementare a SCI* în procesul de învăţământ a devenit posibilă datorită cercetărilor aprofundate, efectuate în domeniul teoriei şi practicii de învăţământ, instruire şi informatică (Piaget J. [18], Skinner B.F. [6], Bruner J.S. [19], Mayer R. [28], Berinde A. [29], Radu I.T. [14], Cerghit I. [30], Adăscăliţei A. [31, 32], Panţuru S., Necşor D. [33], Воронин Т.П., Молчанова О.П., Кашицин В.П. [34], Бабанский Ю.К. [35], Беспалько В.П. [8], Гергей Т. Н. [10], Гальперин П.Я. [36], Новицкий Л.П. [11]). În contextul temei abordate, este esenţial să menţionăm contribuţia cercetătorilor Бобко И.М. [37], Талызина Н.Ф. [25], Савельев А.Я., Новиков В.А., Лобанов Ю.И [38], Vlada M. [39, 40], Jugureanu D., Jugureanu R. [41] şi alţii

la *elaborarea de software pedagogic* (SP). Analiza rezultatelor cercetărilor acestor autori evidenţiază evoluţia teoriei behavioriste.

Preocupările pentru dezvoltarea continuă a învăţământului superior în domeniul TIC constituie un imperativ actual pentru cadrele didactice, asigurând formarea competenţelor profesionale autentice. În Republica Moldova unele aspecte ale direcţiilor de cercetare menţionate mai sus s-au aflat în atenţia cercetătorilor Lupu I., Negară C. [42], Gremalschi A. [43], Căpăţână Gh. [3, 4, 44], Guţu Vl., Pâslaru Vl. [45], Bounegru T. [2, 46], Ciolacov N. [47], Corlat S. [48], Noveanu E., Noveanu D. [49, 50], Zastînceanu L. [51], Fulea T. [52], Cabac V. [53, 54], Gîncu S., [55], Todoroi D., Spinei I. [56], Braicov A. [57], Pavel M. [58], Paiu M. [59], Patraşcu D. [60], Deinego N. [61], Globa A. [62, 63], Burlacu N. [64], şi alţii, constituind un sistem de idei şi concepte care au format *fundamentele teoretice ale cercetării.*

Analiza lucrărilor autorilor menţionaţi, cât şi alte cercetări în domeniu ne permite să constatăm că, în pofida faptului că disciplina *„Inteligenţa artificială”* este studiată în ţara noastră de mai bine de două decenii, *problemele referitoare la didactica acestei discipline au rămas o perioadă de timp în afara atenţiei cercetătorilor din domeniul ştiinţelor pedagogice*. Mai mult ca atât, *în lipsa unor cercetări pedagogice sistemice,* provocările tehnologice din ultima perioadă *nu au fost valorificate* în deplină măsură în sălile de clasă şi *nu au influenţat procesul formării competenţelor* studenţilor specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”*. Acestui aspect i se acordă atenţie izolată din partea unor cadre didactice universitare inovatoare, prin relatarea experienţei practice proprii în domeniu. Din această perspectivă, **contradicţiile** care determină necesitatea investigării tematicii date se referă la:

- Cerinţele practice dictate de noile concepte, tehnicile de intelectualizare a societăţii şi necesitatea extinderii domeniului de aplicare al TIC în procesul actual de formare iniţială şi continuă.
- Dinamica şi ritmul de dezvoltare al tehnologiilor de realizare al *produselor program cu mult mai accelerat comparativ cu fundamentarea didactică* şi integrarea SCI pe post de resurse digitale adiţionale în procesul de formare profesională.
- Necesitatea reală de produse software de instruire calitative şi insuficienţa de subvenţionare metodologică în aspectul promovării şi optimizării învăţării motivate a disciplinelor informatice din perspectiva formării competenţelor, inclusiv la disciplina *„Inteligenţa artificială”*.
- În expunerea subiectelor specifice inteligenţei artificiale ca instrument preferenţial de implementare practică sunt utilizate limbajele de programare declarativă/logică. Însă, *competenţele de programare în limbajele de programare declarativă/logică practic sunt neformate,* deoarece în programele de studii a cursului de informatică în gimnazii şi licee nu

sunt introduse conţinuturi consacrate programării declarative şi logice, în particular, accentul punându-se pe studierea programării algoritmice (procedurale). În acest sens, apare *necesitatea selectării conţinuturilor specifice* învăţării şi *elaborării unei metodologii efective* de predare, ce ar contribui la formarea „gândirii declarative" a studentului, capacităţii de a raţiona logic şi a reprezenta cunoştinţele într-un program de inteligenţă artificială.

În baza premiselor şi contradicţiilor menţionate, elucidăm **problema de cercetare** în prezentul studiu: *determinarea particularităţilor metodologice de formare şi dezvoltare a competenţelor profesionale prin implementarea SCI în cadrul formării iniţiale a viitorilor specialişti din domeniul TIC, în contextul dezvoltăr ii domeniului.*

Importanţa studierii problemei abordate derivă din: *nivelul de profesionalizare* a viitorilor specialişti în domeniul TIC; *noile cerinţe* înaintate de angajatorii din domeniul tehnologiilor şi ingineriei produselor inteligente faţă de viitorii specialişti în domeniul TIC; *ritmul accelerat* de dezvoltare al noilor tehnologii inteligente; *rolul major pe care îl au resursele digitale* în modernizarea strategiilor de instruire. Implementarea SCI, pe post de resurse digitale adiţionale şi metode inovaţionale de învăţare, capătă o răspândire din ce în ce mai largă, atât în formarea tradiţională cât şi în formarea continuă pentru toţi şi de-a lungul întregii vieţi.

Scopul cercetării constă în elaborarea, experimentarea şi validarea fundamentelor teoretice şi metodologice ale formării/ dezvoltării competenţelor studenţilor specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială"* prin valorificarea SCI.

În vederea realizării scopului cercetării, au fost stabilite următoarele **obiective**:

(1) Analiza perspectivelor teoretico-metodologice de abordare a tematicii de cercetare, relevând fundamentele psihopedagogice ale utilizării sistemelor computerizate.

(2) Evaluarea modalităţilor de formare a competenţelor profesionale a studenţilor la disciplina *„Inteligenţa artificială"* prin analiza comparativă a practicilor din Republica Moldova şi a altor state.

(3) Elaborarea şi fundamentarea teoretico-metodologică a modelului pedagogic de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor prin implementarea SCI.

(4) Dezvoltarea informatică a SCI, ca produs funcţional propriu, şi integrarea acestuia la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială"* cu potenţial de aplicare adiţională la efectivul metodelor şi strategiilor fundamentale în practica de formare.

(5) Stabilirea particularităţilor metodologiei de formare şi dezvoltare a competenţelor profesionale prin valorificarea SCI.

(6) Validarea experimentală a eficienţei modelului pedagogic şi a metodologiei de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor în SCI.

Metodologia cercetării a antrenat *metode de cercetare ştiinţifică*: documentarea ştiinţifică, modelarea teoretică, observaţia, comparaţia, interpretarea, analogia, analiza, sinteza, unele *metode praxiologice:* metoda logico-grafica de structurare a conţinuturilor, testarea (tehnica testelor), experimentul pedagogic (de constatare, de explorare, de formare, de control), chestionarul (sondajul de opinie) şi *metode de analiză şi prelucrare statistico-matematică a datelor experimentale*: măsurarea, numărarea, metoda raportării la eşantion considerat ca sută, metoda de comparare statistică a datelor, metoda contingenţei.

Noutatea şi originalitatea ştiinţifică a rezultatelor cercetării constă în fundamentarea teoretico-metodologică a Modelului pedagogic de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”* prin valorificarea eficientă a SCI, elaborat şi implementat de către autor ca resursă constitutivă adiţională. Integrarea pedagogică şi informatică a părţilor componente ale SCI s-au axat pe organizarea modulară a conţinuturilor instruirii. Metodologia folosită în realizarea informatică a SCI a fost mixtă, bazându-se pe tehnologii de ultimă oră NET Framework.

Problema ştiinţifică importantă soluţionată rezidă în fundamentarea şi elaborarea modelului pedagogic, ce include bazele teoretice şi particularităţile metodologice ale formării competenţelor profesionale specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* prin proiectarea şi elaborarea informatică a SCI, implementarea căruia a contribuit la dezvoltarea potenţialului de învăţare, creşterea spectrului motivaţional, gradului de colaborare şi succesului academic al studenţilor.

Semnificaţia teoretică a cercetării este argumentată prin: analiza şi sistematizarea reperelor epistemologice şi metodologice ale formării şi dezvoltării competenţelor; adaptarea modelelor teoretice şi tehnologiilor educaţionale şi informaţionale moderne la stabilirea arhitecturii şi elaborării SCI şi a metodologiei de aplicare a acestuia la studierea disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*; stabilirea impactului utilizării modelului dezvoltat de autor asupra formării competenţelor studenţilor. Lucrarea are atât un caracter teoretic, cât şi praxiologic, menită să răspundă schimbărilor survenite în activitatea didactică din perspectiva noii abordări curriculare. Cercetarea cuprinde principii, metode, procedee şi forme de instruire adaptate specificului obiectului de învăţământ - *„Inteligenţa artificială”*, absorbind cunoştinţe din domeniul psihologiei studentului şi pedagogiei universitare. Aceste informaţii, reorganizate în aspect metodic, se intercondiţionează. Bază pentru dezvoltarea informatică au servit tehnologiile eficiente de elaborare şi aplicare a programelor computerizate de instruire.

Valoarea aplicativă a cercetării este determinată de elaborarea şi aplicarea cu succes în procesul didactic din cadrul USM a Modelului pedagogic elaborat şi a metodologiei de implementare a acestuia la formarea şi dezvoltarea competenţelor studenţilor prin valorificarea

SCI. Modelul pedagogic poate fi aplicat în predarea disciplinelor informatice, care au ca scop formarea şi dezvoltarea competenţelor viitorilor specialişti din domeniul TIC. Elaborările autorului, precum: *conţinutul suportului digital*, care include curriculumul disciplinei „*Inteligenţa artificială*"; indicaţiile metodice şi manual în formă digitală al cursului; manualul electronic „*Sistem de operare*"; manual electronic „*Programarea Logică*"; dicţionarul electronic român-englez; sarcini didactice propuse pentru activitatea independentă a studentului; glosarul de termeni la „*Inteligenţa artificială*" în limbile română, rusă, engleză, pot fi utilizate în procesul de instruire la nivel universitar.

Principalele rezultate ştiinţifice înaintate spre susţinere: a) Modelul pedagogic de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor prin implementarea SCI; b) Metodologia implementării modelului pedagogic elaborat; c) Modelul modular al disciplinei *„Inteligenţa artificială"* din perspectiva proiectării conţinuturilor şi sarcinilor de învăţare la această unitate de curs; d) Produse software de instruire dezvoltate pentru aplicarea în cadrul disciplinei *„Inteligenţa artificială"*.

Implementarea rezultatelor ştiinţifice a fost realizată prin introducerea metodologiei elaborate în predarea disciplinei *„Inteligenţa artificială"* în cadrul experimentului pedagogic desfăşurat pe eşantioane de control şi experimentale, care au cuprins 91 de studenţi ai anului II, ciclul I, secţia zi, la programele de studiu „Informatica" şi „Informatica aplicată" ale Facultăţii de Matematică şi Informatică din cadrul Universităţii de Stat din Moldova (USM) şi prin preluarea ei în predarea altor discipline informatice (de exemplu, „Grafica pe calculator").

Aprobarea rezultatelor cercetării s-a efectuat în corespundere cu etapele de bază ale cercetării, pe parcursul realizării sarcinilor teoretice şi experimentale propuse. Principalele rezultate ale cercetării au fost reflectate de către autor în 19 articole ştiinţifice în diverse culegeri de materiale şi reviste, dintre care 7 articole publicate în reviste recenzate şi 12 lucrări fără coautor. Tezele lucrării au fost expuse în cadrul a 12 conferinţe naţionale şi internaţionale. Conţinutul studiului disertaţional a fost prezentat, discutat şi aprobat pozitiv la şedinţa Departamentului Informatică al USM; la şedinţa comună a catedrelor Informatică şi Tehnologii Informaţionale şi Didactica Matematicii, Fizicii şi Informaticii din cadrul Universităţii de Stat din Tiraspol (UST) şi la Seminarul Ştiinţific de Profil din cadrul UST.

Sumarul compartimentelor tezei.

În *INTRODUCERE* este argumentată actualitatea temei de cercetare şi importanţa ei, prin descrierea succintă a situaţiei în domeniul de cercetare şi evidenţierea problemelor ce apar în procesul de predare/învăţare a cursului universitar *„Inteligenţa artificială"*. De asemenea, sunt formulate problema de cercetare, scopul şi obiectivele cercetării. Sunt relevate reperele teoretice ale cercetării, este prezentată valoarea şi noutatea ştiinţifică a rezultatelor obţinute.

Compartimentul 1 ***„Aspecte teoretice şi didactice de utilizare ale sistemelor computerizate de instruire”*** cuprinde studiul teoretico-metodologic dedicat unor mijloacele optime de utilizare eficientă a TIC în instruirea asistată de calculator, şi anume SCI. Pornind de la definiţii din literatura de specialitate , autorul propune o definiţie proprie sintetică a SCI. De asemenea, au fost cristalizate diferite abordări şi repere psihopedagogice ale utilizării SCI, precum şi cerinţele didactice urmărite în realizarea acestora, care pun în centrul activităţii studentul cu capacităţile cognitive, nevoile şi interesele sale. Urmare a analizei efectuate, în compartimentul 1 autorul prezintă utilitatea SCI în calitate de mijloc de optimizare a activităţii de învăţare a studenţilor cu respectarea anumitor condiţii psihopedagogice.

Compartimentul 2 „***Formarea şi dezvoltarea competenţelor studenţilor în baza valorificării sistemului computerizat de instruire”*** integrează, în detaliu, etapele realizării SCI desfăşurate în elaborarea aplicaţiilor informatice de concepţie proprie şi structura acestuia. În compartiment sunt prezentate amplu aplicaţiile informatice elaborate de autor şi utilizate pentru instruirea frontală şi individuală.

În scopul obţinerii unui randament maximal al exploatării în activitatea didactică universitară a produselor informatice dezvoltate de autor, prin elaborarea Modelului pedagogic de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”* cu valorificarea SCI şi a metodologiei de integrare a acestuia, în compartiment sunt prezentate rezultatele activităţii date ştiinţifice. Sunt conturate aspectele tehnologice şi metodologice privind elaborarea de către autor a complexului de resurse digitale şi implementarea acestora pe post de mijloace de învăţare, resurse de prezentare a conţinuturilor digitale cu potenţial de aplicare adiţională la efectivul metodelor şi strategiilor fundamentale în practica de predare a disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*.

În Compartimentul 3 ***„Argumentarea experimentală a eficienţei modelului şi metodologiei de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor prin utilizarea SCI”*** este prezentat modelul ştiinţific al strategiei experimentale desfăşurată de autor în cadrul cercetării. În demersul investigaţional este efectuată analiza statistică a rezultatelor experimentului prin intermediul aplicaţiilor SPSS şi MS Excel. În compartiment sunt descrise modalităţile de validare experimentală prin teste statistice parametrice şi neparametrice, care au confirmat ipoteza de cercetare. Concluziile acestui capitol evidenţiază eficienţa modelului şi metodologiei elaborate.

Concluziile generale conţin principalele rezultate teoretice şi metodologice ale cercetării competenţelor profesionale ale viitorilor informaticieni şi **recomandările metodologice** cercetătorilor în domeniul formării profesionale prin utilizarea TIC.

1. ASPECTE TEORETICE ŞI DIDACTICE DE UTILIZARE A SISTEMELOR COMPUTERIZATE DE INSTRUIRE ÎN PROCESUL DE FORMARE ŞI DEZVOLTARE A COMPETENŢELOR STUDENŢILOR

1.1. Sistemul computerizat de instruire: abordări teoretico-metodologice

Procesul de instruire reprezintă o unitate complexă a activităţilor profesorului şi studentului, orientate spre realizarea unui obiectiv comun – înzestrarea studenţilor cu cunoştinţe ştiinţifice, aptitudini şi abilităţi, precum şi dezvoltarea lor creativă. Conţinutul conceptului de instruire are o sferă mai largă decât învăţarea, deoarece include mai multe forme de muncă intelectuală (forme extradidactice şi extraşcolare; cu resurse substanţiale; directe şi indirecte; de natură morală, tehnologică, estetică, psiho–fizică) [31].

În continuare prin *instruire* vom avea în vedere activitatea realizată în cadrul procesului de învăţământ conform obiectivelor pedagogice generale elaborate la *nivel de sistem*, în care proiectarea fiecărei acţiuni se bazează pe următoarele operaţii: definirea obiectivelor pedagogice; stabilirea conţinutului; aplicarea metodologiei; asigurarea evaluării activităţii didactice respective şi a rezultatelor învăţării.

Atunci când vorbim despre un *sistem* ne gândim în primul rând la un ansamblu de elemente între care se stabilesc relaţii şi care funcţionează ca un tot unitar în vederea atingerii, anumitor finalităţi bine precizate. Sistemele sunt organizate în structuri ierarhice, un sistem este alcătuit din subsisteme, care urmăresc obiective proprii subordonate obiectivului general al sistemului. Eficienţa funcţionalităţii sistemului este oferită de măsura în care subsistemele, prin obiectivele lor proprii realizează finalitatea sistemului.

Caracterul deosebit de complex al procesului de instruire şi necesitatea sporirii eficienţei şi calităţii sale, pe de o parte, şi progresele informaticii, pe de altă parte, au condus la preocupări intense de a dezvolta şi integra în procesele de învăţământ *sisteme de instruire*. Conceptul de „*sistem de instruire*" este interpretat de pedagogul român Adăscăliţei A. ca „*o combinaţie de mijloace (instrumente) şi proceduri care ajută la desfăşurarea procesului de învăţare*" [31, p. 32]. Un sistem de instruire este format din scenariul didactic şi tehnologia de realizare a acestuia.

Utilizarea calculatorului a condus, odată cu evoluţia lui, la dezvoltarea unui *sistem de instruire* extrem de *flexibil*, cunoscut sub numele de *instruire asistată de computer* (IAC), definit de Neicu C. ca „*un mediu integrat hardware/software* destinat interacţiunii dintre posesorii unui sistem de cunoştinţe şi destinatarii acestuia, în vederea asimilării active de informaţie însoţită de achiziţionarea de noi operaţii şi deprinderi" [65, p. 9]. Această flexibilitate se datorează: elaborării *software-lui pedagogic/educaţional;* organizării interacţiunii dintre student şi program cu reglarea instruirii după *modelul sistemelor cibernetice cu comandă şi control;* a

individualizării parcursului în raport cu reacţiile studentului, şi a proiectării întregului demers utilizând cea mai eficientă strategie pedagogică în raport cu obiectivele planificate. De asemenea ţinem să menţionăm că, *sistem cibernetic*, este denumit de pedagogul Adăscăliţei A. [31] „un sistem cu componente *feedback* şi *control",* adică acesta reprezintă un sistem cu automonitorizare şi autoreglare [31, p. 22]. Teoriile învăţării cibernetice consideră procesul de învăţare un proces cibernetic în care acţionează principiul feedback-ului conducând la auto-corectarea învăţării. Învăţarea programată, învăţarea asistată de calculator reprezintă exemple de învăţare cibernetică.

Pentru a nu se reduce IAC la utilizarea computerelor pentru activităţi punctiforme, prin „*software pedagogic/educaţional*" înţelegem, *un produs program proiectat să rezolve o sarcină/problemă pedagogică, adică program computerizat destinat aplicării în procesul de instruire/învăţare* şi care reprezintă „un subiect, o temă, un experiment. o lecţie, un curs etc., fiind o alternativă sau unica soluţie faţă de metodele educaţionale tradiţionale (tabla, creta etc.)" [26]. Software-ul pedagogic (SP) sunt programe aplicate utilizate în procesul de instruire, prevăzute ca mijloace didactice, destinate diferitor scopuri de instruire: *formarea şi dezvoltarea cunoştinţelor şi competenţelor, evaluarea calităţii asimilării materialului instructiv*. SP transformă dialogul studentului cu calculatorul la un nivel intelectual mult mai înalt, optimizează activitatea de instruire, în mare măsură utilizează posibilităţile tehnice ale calculatoarelor contemporane [37].

În unele publicaţii dedicate problemei instruirii asistate de calculator şi software-ului se utilizează noţiunea „programe computerizate destinate învăţării". Dintre acestea enumerăm cele mai principalele tipuri de programe computerizate: *de instruire, de antrenare a cunoştinţelor (training), de evaluare a cunoştinţelor, de modelare şi simulare, de efectuare a lucrărilor de laborator (laboratoare virtuale), informative şi de consultare (consulting), pentru gestionarea procesului instructiv, jocuri didactice computerizate, ghiduri, baze de date destinate învăţării* [2, 66, 67, 68, 69, 70]. Există şi alte tipuri de programe destinate învăţării, printre care *manualele* şi *cărţile electronice (e-book) contemporane* [26, 71].

În contextul realizării unei bune încadrări a sistemelor de instruire pe domenii de aplicaţie şi evaluării acestora sub aspectul impactului asupra activităţilor de instruire, conform clasificării UNESCO, pot fi evidenţiate următoarele *clase de sisteme software de instruire* [72]:

a) *Sisteme de antrenare*, denumite şi *sisteme drill and practice***,** utilizate la însuşirea materiei;
b) *Sisteme tutoriale*, utilizate în cadrul instruirii de tip tutorial. Modul tutorial de desfăşurare a activităţii educaţionale oferă studentului o participare activă, astfel realizându-se o interacţiune în care interlocutorii pot prelua iniţiativa (*profesor-student, profesor-grup studenţi*).

c) *Sisteme de simulare* a aspectelor din lumea reală sau imaginară, utilizate la dezvoltarea intuiţiei studentului şi a capacităţilor sale de gândire creativă, în formarea ipotezelor şi testarea lor.

d) *Sisteme utilitare* (*de tip instrument*) care au, în general, o aplicare mai largă decât celelalte sisteme de instruire.

e) Sisteme destinate rezolvării problemelor din diferite domenii de activitate.

Un criteriu important în clasificarea sistemelor software de instruire îl reprezintă *tehnologia informatică* utilizată pentru realizarea lor, în raport cu care se pot evidenţia*: sistemele convenţionale de instruire* şi *sistemele inteligente de instruire* [72].

Diferenţa între cele două clase de sisteme de instruire constă în modalitatea de reprezentare a cunoştinţelor necesare desfăşurării interacţiunii educaţionale dintre profesor şi student. În timp ce sistemele convenţionale de instruire se bazează pe o reprezentare implicită a cunoştinţelor (în cadrul codului software, care descrie modul de utilizare a acestor cunoştinţe), sistemele inteligente realizează o reprezentare explicită a lor. În plus cele inteligente, automat elaborează algoritmul problemelor structurate şi automatizat asistă dezvoltarea algoritmului problemelor slab-structurate. Din constatările expuse rezultă că, comportamentul sistemelor convenţionale de instruire este preprogramat, spre deosebire de cel al sistemelor inteligente. Sistemele inteligente de instruire generează raţionamente în mod autonom, ceea ce le asigură o flexibilitate, o adaptare a comportamentului la condiţiile concrete de interacţiune didactică. Sistemele de instruire inteligente sunt programe pe computer proiectate să incorporeze tehnici din inteligenţa artificială, ştiinţele sociale etc. pentru a simula tutori care ştiu ce predau, cui predau şi cum predau.

Din perspectiva soluţiilor posibile pentru accesul la suportul informaţional tot mai bogat şi diversificat al instruirii, se disting trei categorii de soluţii pentru IAC: *online, off-line* şi *mixte*.

Modul în care se regăsesc aceste soluţii în cadrul sistemelor de instruire asistată de calculatorul electronic este influenţat de diversele perspective din care este abordat procesul utilizării calculatoarelor. Multitudinea denumirilor utilizate pentru a desemna ceea ce generic reprezintă instruirea asistată de calculator reflectă diversitatea punctelor de vedere din care poate fi abordat acest domeniu complex de instruire. Referite frecvent ca sinonime, ele corespund unor abordări specifice, a căror conţinut este diferenţiat în funcţie de importanţa acordată şi accentul pus pe unele laturi ale procesului de instruire sau pe tehnologiile informatice utilizate [72].

Modernizarea instruirii prin aplicarea echipamentelor hardware, a software-ului pedagogic, implică de asemenea modificarea modului de învăţare a materiei de studiu de către studenţi, cauzată de volumul mare de informaţii şi timp redus pentru asimilarea acestora. Cercetările actuale în domeniul eficienţei învăţării susţin conceptul şi practica *învăţării*

autonome, care arată că învăţarea autonomă a devenit un construct central în abordările contemporane ale eficienţei învăţării. Învăţarea autonomă se caracterizează prin faptul că: a) studentul îşi caută singur informaţia, b) el îşi înţelege propria motivaţie; c) este conştient de propriile afecte; d) se organizează singur; e) îşi construieşte tactica şi strategia învăţării. Învăţarea autonomă are în centrul atenţiei sale *autoreglarea*, care se concretizează în auto-observare, auto-judecare, auto-reacţie. *Sistemul de instruire* trebuie proiectat în aşa fel încât să asiste studentul în a progresa cât mai repede de la etapa de instruire la cel de *auto-instruire* şi *automonitorizare*.

Cu toate acestea, cele mai multe dintre aceste sisteme sunt o versiune electronică a materialului teoretic. Prin urmare, unele dintre aceste produse au o funcţionalitate limitată şi nu permit instruitului să absoarbă integral materialul propus. Ca rezultat, instruitul la finalizarea lucrului cu sistemul de instruire, nu posedă suficientă experienţă pentru a pune în practică cunoştinţele dobândite. De aceea ar putea avea nevoie pe viitor de ore practice adăugătoare pentru o învăţare autonomă sau implicarea directă a profesorului (autorul cursului de instruire), însă în acest caz este pusă la îndoială întreaga valoare a astfel de sisteme de instruire şi sensul elaborării lor. Deci, pornind de la necesitatea sistematizării şi continuităţii cunoştinţelor, exprimată prin *structurarea materiei de studiu în unităţi de învăţare* coerente, ordonate într-o succesiune logică, ştiinţifică şi pedagogică care alcătuiesc un *sistem informaţional* şi intenţia de a *transpune în format electronic* acest sistem cu scopuri instructive pe exemplul disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*, autorul creează *un complex interactiv-multimedia*, reprezentat prin *produse software* în diverse formate de fişiere, puse în aplicare pe calculator cu scopul de a fi utilizate în procesul de instruire/autoinstruire/evaluare/autoevaluare denumit în continuare *sistem computerizat de instruire* (SCI). Sistemul este proiectat în concordanţă cu o serie de coordonate *psihopedagogice* (obiective comportamentale; conţinut instructiv specific; caracteristici ale instruiţilor), *metodologice* (strategii de instruire, competenţe concretizate în sarcini de lucru), *tehnologice* (memorarea, organizarea şi gestionarea datelor stocate în fişiere; simularea şi modelarea unor fenomene de ordin educaţional; feedback-ul secvenţial şi evaluare) şi *tehnice* (mijloace de asigurare a interfeţei sistemului cu studentul şi expertul). Bineînţeles, în acelaşi context de idei, sistemul computerizat de instruire reprezintă un sistem specific de dirijare a activităţii de cunoaştere a subiectului, de orientare a procesului de achiziţie de cunoştinţe în conformitate cu o schemă dată, cu aplicarea principiilor teoriei instruirii programate, care prevăd: instruirea prin porţiuni mici, strict dozate; asigurarea studenţilor cu informaţia necesară despre ceea ce trebuie să facă ei mai departe; asigurarea unei evaluări efective a cunoştinţelor formate şi a autoevaluării; asigurarea unui ritm individual de instruire.

Aşadar, sistemul computerizat de instruire este un produs educaţional digital format dintr-un ansamblu complex multidimensional, constituit din numeroase componente combinate între ele (design instrucţional; programare orientată pe obiect; prototipizare rapidă; regim de securizare a conţinuturilor didactice integrate realizate de cadrul didactic formator, cât şi rezultatele activităţii didactice ale instruiţilor în cauză).

1.2. Bazele psihopedagogice ale utilizării sistemelor computerizate de instruire în activitatea de învăţare

Activitatea de învăţare a studentului este un proces complex în care are loc însuşirea anumitor discipline şi a cunoştinţelor ştiinţifice, dobândirea experienţei individuale de cunoaştere cu ajutorul operării independente a cunoştinţelor, posedarea metodelor necesare de acţiune ce se realizează prin competenţe.

Un număr mare de savanţi au contribuit la elaborarea teoriei procesului de învăţare. Importanţa metodelor şi procedeelor folosite în activitatea de învăţare a fost evidenţiată de tot mai numeroase cercetări ale savanţilor Skinner B.F. [6], Piaget J. [18], Bloom B. S., Bruner J.S. [19], Radu I.T. [14], Ionescu M., [15, 16], Străchinaru I. [23], Cerghit I. [30], Гальперин П.Я. [9, 36], Талызина Н.Ф. [25] , Рубинштейн С.Л. [73], ş.a. care au atestat că rezultatele activităţii instructive depind în bună măsură de această componentă a procesului de învăţământ, aplicarea unor metode diferite având ca efect obţinerea unor rezultate diferite în pregătirea studenţilor. Ei consideră învăţarea o activitatea specifică: nu doar un proces de asimilare a cunoştinţelor limitate la o disciplină, ci şi un proces de dezvoltare a capacităţilor metacognitive.

O privire de ansamblu asupra mai multor opinii ale savanţilor evidenţiază că în cadrul procesului de învăţare se disting trei componente principale: *orientarea, realizarea* şi *verificarea*, care invocă necesităţile şi motivele cognitive, situaţiile de învăţare şi realizarea acestora în activităţile de învăţare, verificarea şi evaluarea rezultatelor, analiza mijloacelor de obţinere a realizărilor.

Succesul în timpul învăţării depinde de mai mulţi factori, printre care un loc primordial îl ocupă *motivaţia*, adică motivele ce induc studierea, atmosfera (atitudinea psihologică sau nivelul de pregătire pentru activitate), necesităţile şi interesele cognitive, scopurile bine determinate şi alte calităţi volitive. Problema motivării activităţii de studiu este nemijlocit legată de problema interesului de cunoaştere, ce se include în această activitate în calitate de cel mai important factor, menţionează Lupu I. şi Cioban-Pileţkaia A. [74].

Interesul cognitiv este unul dintre cele mai importante motive pentru învăţare. Interesul generează o atitudine pozitivă faţă de activitatea de învăţare, contribuie la ameliorarea calitativă a acesteia. Totodată el se determină ca o orientare selectivă a studenţilor, ce apelează la domeniul de cunoaştere, la conţinutul obiectului şi la procesul de însuşire a cunoştinţelor. Cercetarea

problemei interesului cognitiv ocupă un loc de cinste printre lucrările bine cunoscuţilor psihologi şi pedagogi, precum Piaget J. [18], Bruner J. [19], Mărgineanu N. [75], şi alţii.

Din punctul de vedere al *ciberneticii* procesul de instruire reprezintă o interacţiune dintre profesor şi student care poate fi descrisă ca un algoritm de interacţiune. Procesul de asimilare a fluxului de informaţii şi de formare a cunoştinţelor (calitatea cunoştinţelor, succesivitatea formării lor, temeinicia cunoştinţelor etc.) la fel poate fi algoritmizat. Aceste noţiuni (sau aptitudini, deprinderi) alcătuiesc o ierarhie în care, pentru fiecare dintre noţiuni trebuie să existe un procedeu de asimilare/învăţare. Se consideră că orişice cunoştinţă este structurată şi formată din alte subcunoştinţe. Dacă există mecanismul de asimilare a cunoştinţelor, atunci, potrivit teoriei cibernetice a instruirii, există şi posibilitatea de dirijare a acestui proces. Astfel, formându-le studenţilor o capacitate profesională corespunzătoare şi înzestrându-i cu înalte calităţi etico-morale.

Învăţarea la universitate este un proces complex şi dificil, care necesită mobilizarea atenţiei, eforturi volitive, capacitate de muncă ridicată, concentrare, auto-organizare, repartizarea raţională a timpului pentru studii şi odihnă, conştiinciozitate şi activism înalt la studenţi.

Formele principale de organizare a instruirii studenţilor în cadrul instituţiilor universitare sunt: prelegerile, seminarele şi lecţiile de laborator, învăţarea independentă, cercetare ştiinţifică, verificarea cunoştinţelor şi altele. La cursuri studentul obţine cunoştinţe teoretice de bază. Lecţiile practice contribuie la formarea abilităţilor practice. Formele de învăţământ au fost cercetate în lucrările savanţilor: Архангельский С. [76], Бабанский Ю. [77], Саранцев Г. [78], Воронов В. [79], Cristea S. [13], Bruner J. [19], Cerghit I. [30, 80], Bocoş M. [81] ş.a.

Un indicator important al studentului, actor al activităţii de instruire, este abilitatea sa de a îndeplini toate formele de instruire. Totuşi, rezultatele studiilor empirice indică faptul că majoritatea studenţilor nu ştiu să asculte şi să facă notiţe în timpul prelegerilor, să conspecteze literatură (în majoritatea cazurilor se scrie doar 18-20% din materialul cursului). Nu ştiu să se prezinte în faţa auditoriului (28,8%), să se încadreze în dezbateri (18,6%), nu ştiu să lucreze independent (29,4%), să dea o apreciere analitică a problemelor (16,3%). În studii sociologice de caz s-a demonstrat că 37,5% din studenţi tind să înveţe bine, 53,6% nu se străduiesc întotdeauna, iar 8% nu tind să aibă note bune la învăţătură. Dar şi celora care tind să înveţe bine, în 67,2% din respondenţi nu le reuşeşte conform aşteptărilor [82, 83, 84]. În fine, constatăm adaptarea scăzută la condiţiile universitare (în special cei din anul întâi), reuşita joasă, supraîncărcări din cauza incapacităţii de a-şi planifica timpul.

În această ordine de idei, profesorul este pus în faţa unei sarcini psihopedagogice responsabile şi anume de a forma studentul ca subiect al activităţii de instruire, ceea ce presupune, mai întâi de toate, *necesitatea de a-l învăţa* cum să-şi planifice şi *să-şi organizeze*

activitatea sa individuală. O astfel de abordare a problemei necesită *determinarea acţiunilor de învăţare* necesare pentru o reuşită de succes, un plan de îndeplinire a acestora la o disciplină universitară concretă, ca de exemplu *„Inteligenţa artificială”* şi *o organizare eficientă* a sarcinilor pentru formarea acestora. *Modelul* pentru *îndeplinirea acestor acţiuni* trebuie să-l demonstreze însuşi profesorul, ţinând cont de: dificultăţile de adaptare a studenţilor, în special a celor din cursul întâi; influenţa profesorului asupra caracterului de însuşire a orientărilor valorice noi ale studentului; motivaţia acestuia, cât şi însuşirile individuale precum anxietatea, emotivitatea sunt de nepreţuit.

Deci, în condiţiile instruirii orientate spre personalitate (student) un rol deosebit îl obţine ideea *formării independenţei cognitive* a studenţilor la însuşirea cursului „*Inteligenţă artificială*”. În literatura de specialitate sunt expuse diferite puncte de vedere în legătură cu conţinutul conceptului (noţiunii) de independenţă cognitivă, precum şi variate căi de formare a acestei noţiuni. Opiniile cercetătorilor corelează fie cu: a) abilităţile, b) activităţile sau c) calităţile personalităţii. Există încercări de a stabili independenţa cognitivă prin *capacitatea profesională* şi prin *sinteza cerinţelor*. Drept metodă de auto-reglementare a activităţii cognitive apare şi capacitatea de aplicare şi reglementare a acesteia, drept educaţie multidimensională cu caracter personal, precum şi drept sinteză a motivului şi a modului de comportare. Cele enumerate sunt o *cale stabilă de formare şi dezvoltare a competenţelor*.

După părerea cercetătorului Коновалец Л. [85, p.47], *instruirea computerizată* activizează *independenţa cognitivă a studenţilor*, pe care el o distinge ca o capacitate de a obţine cunoştinţe noi şi de a le aplica creativ în diferite situaţii. Astfel aplicarea computerului plasează independenţa cognitivă la nivelul cel mai înalt – *creativ*.

Utilizarea la scară largă a calculatorului precum şi dezvoltarea unor sisteme de reţele care permit punerea în comun a unui conţinut informaţional foarte mare (internetul) a fost posibilă şi o schimbare majoră în procesul didactic: de la mijloacele tradiţionale a fost posibilă trecerea la învăţământul asistat de calculator. Pe lângă metodele tradiţionale de transmitere a informaţiei se utilizează tot mai larg *resursele computerizate*. Aplicarea acestora permite *intensificarea eficienţei* şi *diversificarea metodelor tradiţionale* conform cerinţelor pedagogice precum şi *sporirea activităţii individuale* a studenţilor.

Noua abordare a activităţii de învăţare duce la *schimbarea activităţii de predare*. În paradigma pedagogică tradiţională ideea de bază este că profesorul trebuie sa-şi cunoască bine obiectul şi să-l expună clar, precum şi să cunoască metodologia de predare şi să o urmeze cu stricteţe. Rolul reformei învăţământului este dirijat de orientarea spre paradigma nouă, ce fixează ideea că profesorul trebuie să ştie ce se dezvoltă în student, şi să aibă abilitatea de a asigura condiţii psihopedagogice necesare pentru valorificarea potenţialului fiecărui individ.

După părerea savanţilor, ce se ocupă de problemele legate de *abordarea psihologică* individualizată a *instruirii computerizate* (Mayer R. [28], Бабанский Ю.К. [35]), instruirea se realizează în mare parte conform schemei deductive, pe calea diferenţierii unei „baze coerente”.

Una din *metodele de integrare* ale ideilor şi rezultatelor în domeniul dezvoltării tehnologiilor informaţionale şi aplicarea acestora în procesul de învăţământ este *dezvoltarea* ulterioară şi *perfecţionarea* tuturor proceselor de creare şi perfecţionare a *sistemelor de instruire*. În prezent cercetări teoretice active în acest domeniu sunt realizate de către Воронин Т.П., Молчанова О.П., Кашицин В.П. [34], Panţuru S., Necşor D. [33], Cerghit I. [30, 80], Adăscăliţei A. [31, 32], Bounegru T. [2, 46], Ciolacov N. [47] şi alţii. Conform opiniilor lor, sistemele computerizate de instruire trebuie să aibă la baza lor „teorii moderne de instruire şi înţelegere, precum şi un fundament pedagogic solid”.

De asemenea, este interesantă întrebarea referitoare la *elaborarea modelelor conceptuale* de instruire, ce au ca scop *combinarea teoriei instruirii cu TIC*.

Activitatea de învăţare în instituţiile superioare contemporane solicită de la studenţi abilitatea *de a desfăşura o analiză* conceptuală a problemei, *de a efectua modelarea* conceptuală a procesului de soluţionare a problemei, *de a prezenta rezultatele* studierii sub formă de proiecte (schiţe, texte). Pentru a asimila aceşti parametri ai *competenţei profesionale*, studenţii trebuie să prelucreze un volum mare de informaţie.

De aici, sarcina profesorului este de a nu-i „pune să înveţe şi să-i verifice” pe studenţii, ci a-i orienta în oceanul de informaţie. În procesul de predare universitară a disciplinelor, rolul profesorului este de a comenta informaţiile ştiinţifice, trecându-le printr-un proces de selecţie. Instruiţilor li se oferă resurse informaţionale imense, care trebuie să fie sistematizate, să poată fi acumulate, păstrate şi organizate informaţiile video, grafice şi de tip text. Profesorul ajută studenţii să înţeleagă şi să interpreteze informaţiile, transformând relaţia pedagogică în una spiritual-culturală şi ştiinţifică în care se dezbat şi se construiesc noi idei [7].

Profesorul universitar contemporan deseori devine elaborator de medii structurate şi organizate de instruire. În cadrul *utilizării sistemelor de instruire* la *studierea independentă* a materialului instructiv este foarte importantă analiza permanentă a metodelor de aplicare a acestora şi a rezultatelor obţinute. Pe lângă aceasta, sunt create instrumente de înregistrare a activităţii de învăţare a studenţilor, ceea ce permite profesorului să studieze în detalii procesul de însuşire a materialului instructiv de către studenţi.

Este evident că organizarea activităţii de instruire a studenţilor în câmpul universitar reprezintă un proces destul de complex, care necesită un volum mare de muncă. În contextul modernizării învăţământului profesional procesul dat necesită raţionalizare, care să permită

reducerea pierderilor de timp şi să se elibereze de munca de rutină. În cercetarea noastră vom încerca să stabilim una din metodele de soluţionare a sarcinii date.

În calitate de bază pedagogică a cercetării a fost selectată teoria optimizării procesului de învăţare, dezvoltată activ de Бабанский Ю.К. şi discipolii săi [35, 77, 86, 87]. Principiul de optimizare, permite atingerea celor mai bune rezultate posibile într-un timp minim şi efort redus.

În general, *optimizarea eficientă* a activităţii instructiv-educative depinde de modul în care interacţionează componentele procedurale, organizatorice şi materiale ale procesului de învăţământ. *Optimizarea instruirii* este orientată spre *creşterea calităţii resurselor* de învăţământ. În lumea modernă în calitate de resursă de bază primul loc îi revine informaţiei. De aceea ca obiect de optimizare devin procedeele şi metodele de lucru cu aceasta. Informaţia devine unul din cei mai importanţi factori de producţie, una din pârghiile de administrare a organizaţiilor, şi una din *principalele direcţii* ale procesului de informatizare în perioada de tranziţie modernă *de la însuşirea mecanică a cunoştinţelor* de facto la posedarea *capacităţii de a asimila noi cunoştinţe în mod independent*. Unul din mijloacele optime de utilizare eficientă a tehnologiilor informaţionale în diverse forme ale activităţii de învăţare în instituţiile superioare sunt sistemele computerizate de instruire.

În literatura de specialitate ştiinţifico-pedagogică se acordă o mare atenţie sistemelor computerizate de instruire [2, 3, 4, 10, 37, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96]. Sunt formulate cerinţele pentru proiectarea acestora [24, 29, 31, 32, 67, 94, 97, 98, 99], sunt stabilite principiile de structurare a conţinutului programului [14, 60, 68, 100]. În particular, unul din principiile fundamentale este *principiul de activizare a activităţii intelectuale* a studenţilor. În scopul realizării acestui principiu în condiţiile instruirii computerizate au apărut *programe de instruire* în regim *dialog* (PID), care, conform opiniilor multor pedagogi, sunt mai eficiente în activizarea şi intensificarea activităţii cognitiv a studenţilor. PID sunt parte componentă a sistemului computerizat de instruire.

La crearea PID, se poate utiliza unul dintre cele patru regimuri de dialog:

1. Regimul utilizării pasive, atunci când calculatorul este utilizat ca dispozitiv de calcul.
2. Regimul dialogului reactiv, prin intermediul căreia, calculatorul oferă sarcini instruitului, verifică corectitudinea răspunsului şi înregistrează timpul pentru efectuarea sarcinii. La finalizarea lucrului, se comunică numărul greşelilor efectuate.
3. Regimul dialogului activ, combină primele două posibilităţi în una. Instruitul poate utiliza calculatorul ca dispozitiv de calcul, să obţină ajutor, iar calculatorul, la rândul său propune itemi sau teste pentru a aprecia nivelul de însuşire a materialului instructiv, plinătatea şi calitatea cunoştinţelor formate.

4. Regimul dialogului interactiv, prezintă în sine o etapă în crearea sistemelor fondate în temeiul metodelor inteligenţei artificiale [3, 101, 102, 103, 104, 105]. Una dintre cele mai importante particularităţi ale sistemelor contemporane de instruire, care le deosebeşte de mijloacele tehnice de instruire precedente este interactivitatea acestora, ce asigură dialogul în procesul de instruire. Mai mult ca atât, dialogul trebuie să îndeplinească următoarele funcţii: sporirea activităţii cognitive a studenţilor prin metoda includerii acestora în procesul de raţionament; modelarea activităţii în comun (subiect-subiect); legătura inversă trebuie să fie îndreptăţită din punct de vedere pedagogic, să informeze despre greşelile efectuate şi să menţină informaţia suficient pentru corecţia lor; diagnosticarea studentului cu scopul individualizării instruirii şi sporirea motivaţiei, de asemenea oferirea ajutorului necesar.

În acest mod, programul de instruire, constituit sub forma dialogului computerizat, poate dirija activitatea instruitului, mai mult ca atât, cel mai efectiv este regimul dialogului interactiv.

Potrivit opiniei cercetătorilor Готлиб Б. [106], Adăscăliţei A. [32], Bounegru T. [2], ş.a., SCI este un complex, ce lucrează în regim de dialog şi orientat spre dirijarea activităţii cognitive a instruitului [2, 30, 32, 101, 106, 107, 108, 109, 110]. Calculatorul a intrat în procesul de instruire ca componentă a SCI. SCI pot îndeplini *funcţii* ca: *identificarea nivelului iniţial de cunoştinţe, abilităţi şi a comportamentelor individuale de învăţare; prezentarea materialului instructiv; verificarea curentă a capacităţii de lucru şi a stării activităţii cognitive a studentului; evaluarea finală a calităţii (nivelului) de însuşire; înregistrarea şi analiza statistică a indicatorilor procesului de asimilare a fiecărui student în particular, cât şi a grupei întregi*.

SCI ca sistem de dialog îi permite calculatorului să efectueze acel lucru voluminos de verificare şi procesare a rezultatelor instruirii, să prezinte mai calitativ informaţia instructivă ce trebuie asimilată ulterior. Instruirea în regim dialog, realizată în SCI, permite sporirea activării cognitive a instruitului, asigură un ritm individual, astfel ca tempoul instruirii să-l satisfacă pe fiecare student.

Eficacitatea utilizării calculatorului ca mijloc de instruire necesită un studiu psihopedagogic minuţios. Fundamentele psihologice ale eficacităţii utilizării calculatorului în procesul de învăţământ şi *analiza acţiunii instruirii computerizate asupra dezvoltării personalităţii instruitului constituie una dintre cele mai importante probleme ale psihologiei computerizării*.

Problemele psihopedagogice ale efectivităţii utilizării calculatoarelor în procesul de învăţământ sunt descrise în lucrările cercetătorilor Гереей Т. Н., Машбиц Е.М. [10], Railean E. [71] şi alţii. S-a determinat că modificările care au loc în procesul de lucru cu calculatorul ţin de procesul cognitiv şi cel emoţional-motivaţional, conştient şi inconştient, influenţează personalitatea şi particularităţile individuale ale omului.

Introducerea tehnologiilor computerizate în procesul de învăţământ, a cauzat de asemenea o serie de preocupări, legate de posibilitatea excluderii comunicării umane, apariţia riscului substituţiei valorii cultural-spirituale prin cunoştinţe profesionale limitate. O mare atenţie a cercetătorilor din domeniul psihologiei computerizării este orientată spre influenţa calculatorului asupra activităţii intelectuale la general, şi dezvoltarea gândirii, în particular (Railean E.).

După părerea cercetătorilor Монахов В.М. [21] şi Рубина Г.В., Сорока В.Ф. [111], la utilizarea pe larg a calculatoarelor în procesul de învăţământ este perturbat raportul dintre stilurile de gândire, cel formal-logic (algebric) şi cel creativ (geometric, sintetic). Gândirea formal-logică, caracterizată printr-un nivel înalt de abstractizare, primeşte un stimulent puternic suplimentar. Astfel valoarea gândirii creative scade, ceea ce duce la suprimarea sistematică a ei. Există opinia că instruirea computerizată, care se reduce la procedura de transmitere a unui volum anumit de informaţii conform unui anumit algoritm cu ajutorul calculatorului, posibil să ducă la dezumanizarea gândirii (Гергей Т.И. [10], Монахов В.М. [21], Путляева Л.В. [102]).

Psihologii, care cercetează problemele instruirii computerizate, menţionează necesitatea căutării formelor de interacţiune reciprocă a instruitului cu calculatorul, astfel ca în fiecare moment de lucru să se creeze condiţii pentru dezvoltarea studentului, şi consideră o condiţie obligatorie asigurarea unui regim de gândire specific instruitului. Căutarea instruirii computerizate, corespunzătoare dezvoltării intelectuale a instruitului, este legată de posibilităţile combinării instruirii prin probleme cu tehnologiile computerizate de instruire. Metodele instruirii prin probleme şi modificările acestora, influenţează destul de semnificativ asupra gândirii creative [60]. Astfel, apare problema de studiu psihologic care cercetează raportul dintre posibilităţile programelor computerizate şi potenţialul creativ al omului.

În multitudinea cercetărilor, dedicate analizei acestei probleme, se accentuează faptul, că introducerea principiilor şi metodelor, ce activizează activitatea cognitivă în instruirea computerizată, care şi aşa nu este simplă, se mai complică în următoarele situaţii:

1. La baza dezvoltării tuturor metodelor de instruire prin probleme se află contradicţia dialectică, care este greu de formalizat, şi de asemenea greu de pus la baza algoritmului programei de instruire.
2. Nu orice material (inclusiv cel instructiv) poate fi supus formalizării, mai mult ca atât, criteriile şi limitele materialului formalizabil şi neformalizabil nu sunt cercetate.
3. Soluţionarea problemei este un proces creativ, dificil de algoritmizat. Însă programele de instruire necesită o algoritmizare strictă.
4. Un rol esenţial în procesul de instruire şi dezvoltare umană îl ocupă motivaţia cognitivă.

Ca urmare, *problema principală*, care o pun psihologii în faţa programatorilor (elaboratorilor) de tehnologii computerizate de instruire şi, a cărei soluţie ar compensa acţiunea

negativă a instruirii computerizate asupra dezvoltării intelectuale, constă în "*păstrarea mecanismului creativ al instruirii prin probleme în varianta sa computaţională*" [4].

Alături de problema influenţei calculatorului asupra dezvoltării intelectuale, în centrul atenţiei psihologilor se află întrebările privind *motivaţia* instruiţilor în timpul lucrului cu calculatorul şi influenţa instruirii computerizate asupra dezvoltării abilităţilor de comunicare. Într-un şir de cercetări ştiinţifice se menţionează creşterea motivaţiei cognitive a instruiţilor în timpul lucrului cu calculatorul, asociată cu efectul noutăţilor, posibilitatea comunicării interactive cu calculatorul. Motivaţia este, în acelaşi timp, şi un produs al activităţii de învăţare.

Stimularea activităţii cognitive a studenţilor este întotdeauna însoţită de organizarea *memorizării şi reproducerii informaţiei* de studiu. Studentul reprezintă subiectul activităţii de învăţare, care este înainte de toate, determinat de motive. După cum am menţionat mai sus, două tipuri de motive caracterizează în primul rând *specificitatea activităţii de învăţare*: motivaţia extrinsecă (de a realiza, de a obţine) şi motivaţia cognitivă. Motivarea extrinsecă (externă sau indirectă), constă în determinarea studentului să se implice, să depună efort şi să obţină rezultate pentru că acestea vor genera anumite reacţii formale şi informale, economice şi moral-spirituale care îi vor produce satisfacţii. Motivaţia extrinsecă este o motivaţie pe care o poţi atinge cu factorii exteriori muncii pe care o faci şi care nu izvorăşte din specificul activităţii desfăşurate. Motivaţia cognitivă reprezintă baza activităţii instructiv-cognitive umane. Ea are în vedere latura, natura, dimensiunea intelectuală a individului (în particular instruitului), axându-se pe satisfacerea nevoilor individuale de a fi informat, a cunoaşte, învăţa, inova, de a opera şi „controla" mediul în care îşi desfăşoară activitatea. Motivaţia cognitivă apare în situaţiile problematice şi se dezvoltă în interacţiunile şi relaţiile corecte dintre studenţi, SCI şi profesori. În timpul studiilor universitare se formează o bază puternică de competenţe profesionale care oferă viitorului specialist posibilitatea de a ocupa o poziţie în diviziunea muncii şi de a-şi exercita profesia aleasă, de a se familiariza cu metodele ştiinţifice, utile pentru formarea viitorului intelectual şi soluţionarea problemelor sociale.

Analiza teoretică a cercetărilor psihopedagogice cu privire la stimularea activităţii instructiv-cognitive arată că, activitatea cognitivă a studenţilor din instituţiile de învăţământ superior ar trebui să fie legată de: *tendinţa de cunoaştere, de învăţare, de înţelegere, de analiză, de explorare independentă; dorinţa de a cuprinde volumul crescând de informaţie instructivă; tendinţa de dobândire cu măiestrie (efectivă) a cunoştinţelor şi metodelor de activitate într-o perioadă optimală de timp; tendinţa de realizare şi autorealizare, adică de a învinge obstacole şi de a obţine performanţe superioare, de a se întrece pe sine însuşi şi de a contribui în mod propriu şi original la atingerea unor obiective profesionale sau sociale; necesitatea mobilizării eforturilor morale şi volitive pentru atingerea scopului instructiv-cognitiv* [112, 113].

Se poate afirma că, stimularea cognitivă reprezintă calitatea activităţii cognitive a instruiţilor, în particular a activităţii de învăţare. Aici, stimularea cognitivă este caracterizată prin tendinţa de învăţare, manifestarea eforturilor intelectuale şi volitive în procesul dobândirii cunoştinţelor. Activarea cognitivă este privită ca căutare a unor impresii noi, pregătirea de activitatea de cunoaştere. Cel mai des iniţiativa se manifestă în situaţii, când în faţa studentului nu se pune nici un scop concret. El singur pentru sine îşi găseşte obiectul cunoaşterii şi îl cercetează cu ajutorul mijloacelor cunoscute. Mai mult ca atât, activismul cognitiv este legat în continuu de interesul şi independenţa cognitivă. Psihologii şi pedagogii menţionează faptul că, independenţa este determinată ca calitate fundamentală a personalităţii, care se manifestă în procesul de elaborare a exerciţiilor cognitive şi practice. Rubinstein S. L. determină independenţa ca justificare (validitate) conştientă a acţiunilor. El scrie că „independenţa omului, indiferent în care domeniul al vieţii ea se manifestă, întotdeauna conturează personalitatea în întregime, în unicitatea aspectelor intelectuale, emoţionale şi de voinţă" [73].

După părerea noastră, anume la studenţii anului întâi de studii activitatea cognitivă poate fi activată, dacă se utilizează dialogul ca metodă de instruire. Dialogul universitar desemnează deschidere şi dezvoltare, controverse sau acord, acceptări şi respingeri, care ajută la formarea supra-eului moral, a caracterului, stilului de a gândi şi a-şi organiza viaţa, de a-şi exercita profesia şi a-şi forma viitorul. Participant la dialog poate fi profesorul, colegul sau SCI. Astfel, aspectele externe şi interne ale interacţiunii îl va provoca pe student să privească la acţiunile sale din exterior. Aceasta implică o analiză continuă a gândirii proprii şi a acţiunilor desfăşurate.

Deci, activitatea de învăţare a studenţilor în condiţiile informatizării cuprinde: *prezenţa necesităţilor* şi *motivelor de învăţare, sarcinile de studii şi realizarea lor în activităţile de învăţare, verificarea şi evaluarea rezultatelor, analiza modalităţilor de realizare, sistematizarea, colectarea, păstrarea, prelucrarea resurselor de informaţii noi*. Tehnologiile informaţionale la etapa actuală de instruire influenţează radical asupra caracterului activităţii de învăţare: se măreşte volumul informaţiei studiate, se intensifică posibilităţile intelectuale ale instruiţilor, acţionând asupra memoriei lor, emoţiilor şi sferei motivaţionale. Pe lângă acestea, ca urmare a transferului datelor informaţionale necesare în calculator se lansează potenţialul creativ al cadrelor didactice. Funcţia profesorului în acest caz constă nu doar în structurarea mediului de instruire, ci şi în analizarea creativă a procesului de asimilare a materialului instructiv. De aceea apare necesitatea de a optimiza activitatea de învăţare a studenţilor şi a raţionaliza activitatea cadrelor didactice.

În şcoala superioară modernă în calitate de *mijloace de optimizare se pot utiliza sisteme computerizate de instruire, manuale electronice* etc., ce permit nu doar transmiterea informaţiei instructive şi analizarea rezultatelor asimilării ei, ci şi modelarea, raţionalizarea, demonstrarea

obiectelor şi proceselor. Din toate tipurile de dialog computerizat din domeniul intensificării activităţii cognitive cel mai productiv este dialogul interactiv.

Aşadar, *sistemele computerizate de instruire* pot deveni o *metodă de optimizare a activităţii de învăţare a studenţilor* cu respectarea anumitor condiţii pedagogice: *disponibilitatea motivaţională a studenţilor de a utiliza SCI în cadrul activităţii de învăţare; SCI trebuie să fie structurat în regim interactiv, care permite dezvoltarea activităţii cognitive; utilizarea SCI nu trebuie să diminueze capacitatea de muncă a studenţilor; utilizarea SCI trebuie să dezvolte gândirea creativă.*

Crearea şi implementarea SCI în procesul de studiu favorizează intensificarea activităţii mentale, creşterea motivaţiei către studii la studenţi şi optimizarea procesului de instruire. Istoricul aplicării în practică a SCI la noi în ţară şi peste hotare indică faptul că dirijarea activităţii instruitului se poate realiza cu ajutorul programei de instruire structurată sub formă de dialog computerizat, iar regimul dialogului interactiv considerându-se cel mai eficient regim. La proiectarea SCI este necesar de a lua în consideraţie particularităţile psihofiziologice ale instruiţilor, precum particularităţile individuale, memoria, efectul oboselii.

1.3. Cerinţele didactice faţă de elaborarea sistemelor computerizate de instruire

Perfecţionarea tehnologiei didactice atrage după sine modernizarea metodelor de învăţământ, punerea de acord cu orientarea generală a învăţământului cu toate coordonatele perfecţionării lui. Procesul instructiv-educativ din cadru universitar încearcă o corelare a aspectelor sociale ale epocii pe care o parcurgem cu organizarea procesului de predare şi instruire a studenţilor, fiind necesară o continuă modernizare. Se porneşte de la premisa că învăţământul este modern în măsura în care conţinutul, metodele şi formele sale de organizare pot da un răspund corespunzător cerinţelor impuse de etapa actuală.

Elaborării fundamentelor didactice ale instruirii computerizate au fost dedicate lucrările autorilor Монахов В.М. [21], Далингер В.А. [24], Талызина Н.Ф. [25], Jugureanu R., Albeanu G. [17], Vlada M. [26], Noveanu E. [27], Adăscăliţei A. [31, 32], Căpăţână Gh. [3, 44, 114], Lupu I. [42], Gremalschi A. [43], Guţu V. [45], Corlat S. [48], Cabac V. [54], Paiu M. [59] Deinego N. [61], şi alţii. Publicaţiile referitoare la problematica elaborării şi dezvoltării fundamentelor didactice ale instruirii computerizate denotă un interes deosebit al cercetătorilor, dar şi al practicienilor faţă de instruire care de rând cu predarea şi evaluarea, constituie un pilon fundamental al oricărui proces de instruire/formare [94].

Cercetările privind esenţa instruirii computerizate din punct de vedere didactic au demonstrat că, instruirea computerizată are un specific aparte în raport cu sistemul de principii didactice ale instruirii tradiţionale („fără maşini”), dar cu condiţia că sistemul unor astfel de principii şi conţinutul fiecăreia dintre ele sunt optimizate din punct de vedere al abordării

activităţii ca sistem al procesului de instruire bazat pe realizările psihologiei şi pedagogiei [12, 21, 24, 27, 31, 38, 39, 47, 57, 59, 60, 97, 103, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 155].

Cercetările oamenilor de ştiinţă psihologi şi pedagogi precum şi practica pedagogică demonstrează faptul că, este posibil de învăţat instruiţii să studieze independent şi creativ, incluzându-i în activitate organizată într-un mod deosebit, făcându-i stăpânii acestei activităţi. Studenţii însă trebuie să fie motivaţi şi trebuie să stabilească obiectivele activităţii de învăţare, de asemenea este necesar să fie învăţaţi metodele punerii în aplicare şi gestionării acestora [73, 97, 112].

La studenţi trebuie să fie dezvoltată abilitatea de a asimila experienţe noi, în temeiul formării unei gândiri critice şi creative. De exemplu, studenţii de la facultăţile cu profil real trebuie să fie capabili [7]:

- de a efectua o analiză conceptuală a problemei (să gândească critic despre starea curentă a obiectului);
- de a formula sarcina ştiinţifică;
- de a căuta ideile dezvoltării ştiinţifice;
- de a crea modelul conceptual de rezolvare al problemelor;
- de a reprezenta soluţia problemei sub formă de scheme, desene, formule, text;
- de a efectua experiment cu ajutorul modelelor fizice şi matematice elaborate;
- de a analiza rezultatele experimentului.

Pentru a învăţa metodele de bază necesare soluţionării sarcinilor indicate este nevoie de: (1) sistemul computerizat, care asigură la toate etapele volumul necesar de informaţii şi funcţii de calcul; (2) metode didactice, formarea căutărilor, activitate creativă (metoda resurselor informaţionale, metoda asociativă, modelarea computerizată etc.).

Învăţământul modern promovează metodele de învăţare active, învăţarea bazată pe însuşirea experienţei conceptualizate a omenirii, dar şi investigaţia proprie a realităţii şi formarea de cunoştinţe şi experienţe prin efort propriu. În cadrul SCI moderne este accentuată tendinţa spre organizarea instruirii în forma dialogului interactiv dintre instruit şi calculator. În plus, lucrul cu SCI permite trecerea de la formele reproductive de instruire (instruirea programată (dirijată de programe), verificarea automată) la formelor productive de instruire (bazate pe gândirea creativă şi critică). După părerea lui Albulescu I. (2000, p.99) sunt preferate metodele moderne productive de predare-învăţare deoarece aceste pun accentul pe următoarele capacităţi:

- capacitatea de a pune întrebări şi de a construi răspunsuri;
- cultivarea unor deprinderi, priceperi, calităţi intelectuale;
- dezvoltarea gândirii critice şi creative;
- aplicarea unor concepte sau algoritmi de calcul în proiecte sau lucrări în contexte diferite;

- formarea de opinii, mentalităţi sau comportamente dezirabile.

Cheia unei astfel de abordări a domeniului didactic îl reprezintă plasarea instruitului în postura de agent al descoperirii de soluţii, al instrucţiei şi educaţiei.

În practica elaborării SCI se urmăreşte tendinţa trecerii de la metoda învăţării programate la instruirea liberă, precum şi la metoda de modelare a mediului de învăţare. În plus, numărul activităţilor de învăţare programată nu se reduce, dar încep a se utiliza pe scară largă metodele productive.

Un alt avantaj al SCI este existenţa feedback-ului. SCI asigură schimbul de informaţii la distanţă atât între profesor şi student, cât şi între studenţi. Cu toate acestea, este de remarcat faptul că, SCI existente în prezent sunt orientate, în principiu, la însuşirea materialului teoretic, care este inclus în manualele electronice [71].

În prezent, se întreprind încercări de elaborare a SCI bazate pe metodele active de instruire, în particular *instruirea prin probleme*. Instruirea prin probleme sau metoda problematizării se regăseşte ca un punct central şi de maximă importanţă în transformarea studentului. Problematizarea este privită ca o metodă care solicită studenţilor un efort intelectual orientat spre descoperirea de noi adevăruri, găsirea soluţiilor unor probleme. Ea poate fi definită ca o modalitate de instruire prin crearea unor „situaţii problemă" ce solicită studenţilor utilizarea, restructurarea şi completarea unor cunoştinţe anterioare în vederea soluţionării acestor situaţii pe baza experienţei anterioare şi a eforului personal. Problematizarea este un proces în care instruitul trece pe primul plan, fiind puţine situaţiile didactice în care se evidenţiază în mod excesiv rolul şi personalitatea cadrului didactic. El trebuie să intervină mai rar şi numai atunci când este necesar pentru a lăsa instruiţilor posibilitatea de a-şi manifesta din plin modul lor de a gândi, de a căuta şi de a executa. Metoda problematizării poate fi utilizată într-un mod specific, şi anume la elaborarea SCI moderne. În opinia cercetătorului rus Бобко И. М. [37] la proiectarea unor astfel de SCI materialul trebuie să fie orientat spre învăţarea disciplinei de studiu, luând în considerare obiectivele procesului de învăţare [37]. Potrivit opiniei cercetătorului Căpăţână Gh. realizarea deplină a problematizării este posibilă la crearea unui mediu activ de instruire, materialul instructiv este reprezentat în formă de „situaţii problemă" [114]. Problema şi rezolvarea acesteia sunt privite ca o chestiune de aplicare, de întărire sau de verificare a unor reguli învăţate anterior, iar „situaţia problemă" desemnează o stare contradictorie, conflictuală, ce rezultă din trăirea simultană a două realităţi - experienţa trecută şi elementul de noutate, de surpriză, pe care nu îl cunoaşte - incompatibile între ele. „Situaţia problemă" deschide calea spre căutare şi descoperire, spre intuirea unor noi soluţii, a unor realităţi absente între vechi şi nou. Activităţile de cunoaştere contribuie într-o mare măsură la dezvoltarea personalităţii instruitului.

Didactica contemporană acordă o importanţă deosebită de asemenea observaţiei independente, experimentului, dialogului dirijat de calculator, învăţării prin descoperire, formulării şi realizării de probleme, precum şi altor modalităţi cu caracter problematizat. Toate aceste metode şi procedee didactice cu multiple valenţe informativ-formative fac parte din strategia problematizării, care pot fi utilizată în instruirea computerizată.

Pe baza calculatoarelor şi tehnologiilor informaţionale este posibilă extinderea semnificativă a arsenalului metodelor didactice [7]. În pedagogia modernă la aceste metode se referă [34]:

1. Metoda resurselor informaţionale. Presupune colectarea, păstrarea şi organizarea unui volum enorm de text, grafică, informaţii video. Elaboratorii programelor de instruire, pe baza acestei metode, stabilesc diferite conexiuni (legături) între diferite fragmente de date.

2. Metoda asociativă de instruire. La baza acestei metode se află elaborarea mediului de instruire, care oferă posibilitatea de a studia materialul nu într-o oarecare ordine prestabilită (predeterminată), ci în mod liber, ghidându-se de preferinţele sale asociate sau personale. Această metodă este destul de eficientă la studierea disciplinelor, care au un caracter interdisciplinar, în cazul în care obiectul de studiu implică stabilirea unor relaţii, aspecte, poziţii de asimilare a materialului (un anumit grad de integrare între diferite domenii ale cunoaşterii şi între diferite abordări, ca şi utilizarea unui limbaj comun permiţând schimburi de ordin conceptual şi metodologic). Conform acestei metode, profesorul formează un mediu de instruire bine structurat şi organizat, iar căile de asimilare sunt stabilite de către student. În cadrul utilizării sistemelor de instruire, care aplică metoda asociativă, foarte importantă este analiza permanentă a modurilor de utilizare ale acestora şi a rezultatelor de instruire dobândite. Pentru aceasta, deseori, programele unor astfel de sisteme sunt dotate cu mecanisme speciale pentru înregistrarea tuturor activităţilor de învăţare ale studenţilor, fapt care permite profesorului să studieze în detaliu procesul de asimilare a materialului de către studenţi şi de a introduce în programe modificările şi completările necesare.

3. Metode de inteligenţă artificială. Deosebirea acestora de alte metode constă în faptul că acestea nu „înscriu” noi tehnologii în procesul de învăţare, ci dezvoltă principial noi metode de învăţământ. Cele mai bine dezvoltate sunt două metode: falsificarea şi precedentele. Falsificarea, ca procedură ştiinţifică, ce stabileşte ipoteze false sau teorii, ca urmare a verificării experimentale sau teoretice, se transferă din domeniul ştiinţei în domeniul învăţământului. Metoda de precedent se caracterizează prin următoarele: (a) studentului i se propune problema spre rezolvare; (b) studentul înaintează ipoteze privind soluţia posibilă pentru rezolvarea acestei probleme; (c) sistemul de instruire oferă (prevede) un precedent care ar putea ajuta studentul să-

şi evalueze ipotezele; (d) studentul determină care caracteristici ale precedentului se referă la problema studiată şi, respectiv, precizează sau revizuieşte soluţia sa ipotetică a problemei [101].

4. Modelarea computerizată. Înlocuirea sistemului real prin modele matematice şi realizarea lor pe calculator oferă mari posibilităţi cercetătorului. În locul unui experiment costisitor într-un diapazon limitat, cercetarea parametrilor poate fi studiat practic sub orice formă în prezenţa oricăror modificări a caracteristicilor sale. Eficacitatea punerii în aplicare a acestei metode în practica pedagogică este evidentă şi această metodă se utilizează pe scară largă de mult timp. Nivelul contemporan de dezvoltare a acestei metode este caracterizat prin lucrul asupra proiectelor privind crearea mijloacelor eficiente de susţinere a programelor de modelare elaborate de autori.

În planul instruirii productive, destul de promiţătoare sunt sistemele expert-instructive [4]. Acestea includ în sine patru componente principale: 1) modelul expertului în domeniul disciplinei (cunoştinţele în domeniul disciplinei), 2) modelul expertului instruirii (cunoştinţe privind strategiile şi tacticile instruirii, stabilirea cauzelor greşelilor), 3) modelul instruitului, 4) mijloace de asigurare a interfeţei sistemului cu studentul şi expertul. În prezent, însă nu există sisteme de instruire inteligente, care ar avea toate aceste componente destul de detaliate. SCI oferă instruitului un volum de informaţii, coordonează activitatea instruitului către rezultatul final, adică îndeplinirea sarcinilor instructive.

Deci, tehnologiile computerizate dispun de un potenţial didactic considerabil. Din punctul de vedere al posibilităţilor didactice ale calculatorului, ne referim la posibilităţile şi potenţialul software-urilor pedagogice. Anume acestea sunt purtătoarele unor astfel de proprietăţi, care determină eficacitatea calculatorului în procesul de învăţământ. Acest punct de vedere este reflectat în lucrările cercetătorilor Vlada M. [26, 39], Burlacu N. [64, 98], care definesc software-ul pedagogic ca mijloace de instruire, care sunt special create sau adaptate pentru procesul de învăţământ, orientat spre organizarea activităţilor studenţilor. În acest sens, tendinţele de dezvoltare a didacticii permit evidenţierea următoarelor cerinţe faţă de software-urile pedagogice:

- păstrarea formelor fundamentale de instruire, oferind fiecărui student oportunitatea de a studia în temeiul unui program optimal şi individual, luând în considerare în măsură deplină aspectele cognitive ale acestuia;
- optimizarea procesul de instruire în mediul pedagogic;
- organizarea principiilor de monitorizare ale instruirii, ale evaluării nivelului de asimilare, ale independenţei cognitive a studenţilor;

- de a servi în calitate de instrument de punere în aplicare a principiului didactic de reflecţie, care necesită din partea studentului studierea independentă a disciplinei şi formarea unui anumit sistem de cunoştinţe, luând în considerare caracteristicile cognitive;
- de a nu interveni în contradicţie cu principiile şi regulamentele pedagogiei tradiţionale.

Într-o strânsă legătură cu cerinţele de mai sus sunt şi *principiile de proiectare* a noilor tehnologii la elaborarea programelor specializate de instruire. Acestea includ: principiul integrităţii, principiul reproducerii informaţiei; principiul adaptării procesului de instruire asupra personalităţii; principiul surplusului potenţial de informaţie educaţională, care necesită elaborarea programelor de instruire pentru învăţarea generalizată a disciplinei şi aplicarea corectă a acestora la rezolvarea itemilor de verificare, cuprinzând întreg materialul de studiu.

Oportunitatea folosirii tehnologilor computerizate de instruire pentru sistemul contemporan de învăţământ este demonstrată de cercetările efectuate atât în ţara noastră [3, 5, 43, 45, 47, 48, 57, 59, 122, 123, 124, 125-129, 130, 131] precum şi în străinătate [22, 85, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138]. În ele se menţionează faptul că eficacitatea instruirii computerizate depinde de programele de învăţare înalt calitative şi de cadrele calificate, pregătite să le utilizeze în procesul de învăţământ.

După părerea lui Коновалец Л. [85, p. 47] studierea unei discipline reale cu ajutorul modelului său computerizat devine instrumentul cel mai important de cunoaştere. Completând şi modificând modelul, se poate obţine o descriere mai deplină a unui sau altui element. Astfel în locul unui experiment costisitor într-un interval limitat de parametri variabili poate fi studiat, practic orice fenomen prin orice modificare a caracteristicilor sale. *Modelul computerizat*, precum şi *modelul abstract-logic*, reflectă trăsăturile de bază ale procesului real şi permite obţinerea de noi informaţii despre el. Prin urmare, direcţia actuală de cercetare pedagogică este reprezentată prin utilizarea TIC în predarea ştiinţelor naturale reale şi profesional generale.

Una dintre disciplinele fundamentale în ciclul universitar şi un domeniu de cercetare ştiinţifică, ce dezvoltă gândirea şi intuiţia viitorului informatician, este *„Inteligenţa artificială”*. Condiţiile didactice ale predării tradiţionale a disciplinei „*Inteligenţa artificială*”, precum şi aspectele informatizării sunt expuse destul de detaliat în lucrările autorilor Dumitrescu D. [139], Toderean G., Costeliu M., Giurgiu M., [140], Zănah S., Maga A. [141], Cârstoiu D. [142], Dorin Z., Năstase P. ş.a. [143], Cloksin W.E., Mellish C.S. [144], Lorer J.L. [145], Hant E. [146], Братко И. [147], Брусиловский П.Л. [148], Grigorcea V., Lâsâi S., Sturza G. [150], Cotelea V [151]. La realizarea tezei de doctor s-a utilizat ca fundament teoretic pentru SCI la „*Inteligenţa artificială*” anume lucrările autorilor enumeraţi.

Formarea unor competenţe temeinice în domeniul inteligenţei artificiale este posibilă doar în rezultatul muncii independente. Prin urmare, la elaborarea şi implementarea SCI în

procesul de învăţare a cursului „*Inteligenţa artificială*”, apare posibilitatea obţinerii resurselor necesare în orice timp, comod pentru instruit. Studentul poate fără un algoritm dificil de acţiuni din partea computerului sau profesorului, să-şi mobilizeze achiziţiile pentru rezolvarea „situaţiilor-problemă” propuse, sporindu-şi liber nivelul competenţelor sale.

Trecând la elaborarea SCI, s-a cercetat experienţa instituţiilor de învăţământ superior în această direcţie. În prezent se cercetează şi se elaborează astfel de sisteme în numeroase instituţii superioare de învăţământ. Printre cele mai importante le putem menţiona pe următoarele: Universitatea Braun (SUA), Institutul Mediului Computerizat al Universităţii Stockholm (Suedia), Laboratorul Instruirii Automatizate al Clubului din Paris, Institutul de Cibernetică IEM (Institutul de Energetică din Moscova), Universitatea „Politehnica” Bucureşti şi Centrul de Cercetări Avansate în Învăţare Automată, Prelucrarea Limbajului Natural şi Modelare Conceptuală al Academiei Române [38, 70, 93, 132]. În ţările dezvoltate se folosesc sistemele PLATO, COURSEWRITER, Private Tutor, LinkWay, Costos [2]. O parte impunătoare de programe computerizate de instruire (programe dialog) au fost elaborate în limbajele de programare BASIC şi PASCAL. În numeroase ţări se utilizează sisteme automatizate de instruire (SAI) universale [70, 136, 152, 153, 154]. În Rusia (fosta URSS) s-au utilizat SAI universale (САДКО, АТОС, ЭКСПО, СПОК-ВУЗ, КОНТАКТ, ЭКСТЕРН, АОС-ВУЗ, АОС-М, ИРИС, АДОНИС, АСОК, УРОК, НАСТАВНИК, ş.a.) [11, 109, 154]. Neajunsul acestor sisteme constă în orientarea insuficientă a lor în scopuri educaţionale ce a limitat utilizarea lor pe scară largă. Putem menţiona că, prezintă interes SAI „Cobra” creat de Солнцева Я.В., Кузлякина В.В. pentru disciplinele din inginerie. Sistemul dat este realizat în regim de dialog: conectarea manualului electronic şi lecţiilor de laborator; formarea printr-o metodică specială a sarcinilor individuale; realizarea programelor de calcul; vizualizarea rezultatelor testării, imprimarea rezultatelor; stabilirea timpului pentru răspuns, introducerea şi prelucrarea statisticilor [155].

În pofida avantajelor evidente, sistemele computerizate de instruire actuale, au dezavantaje: în cadrul acestora, nu sunt prezentate sarcini ale inteligenţei artificiale pentru soluţionare interactivă, nu există scenarii optime de interacţiune a utilizatorului cu acestea, nu este inclusă deplin activitatea de învăţare a instruiţilor.

SCI sunt eficiente maximal atunci, când realizează toate etapele ciclului didactic: formularea sarcinii cognitive, prezentarea conţinutului materialului instructiv, utilizarea cunoştinţelor elementare (organizarea activităţii privind îndeplinirea sarcinilor particulare, în rezultatul cărora are loc formarea cunoştinţelor ştiinţifice), obţinerea feedback-ul (controlul activităţii studenţilor), pregătirea pentru alte activităţi de instruire (sarcinile sunt orientate pentru autoinstruire, pentru citirea literaturii suplimentare). SCI trebuie să asigure o pregătire

metodologică corectă şi să emită studentului materialul instructiv, activizând şi gestionând activitatea cognitivă a instruiţilor.

SCI, privit ca un sistem de gestionare a activităţii cognitive la studenţi, *în primul rând* trebuie să îndeplinească cerinţele fundamentale ale didacticii tradiţionale [66]: (1) să conţină toate materialele didactice, necesare pentru studierea unui anumit curs, asigurând cerinţele metodologice, necesare pentru procesul de instruire; (2) să aplice diferite tipuri de activităţi de instruire (instruire cu evaluări curente, autoinstruire, autoevaluare, servicii informaţionale, asistenţă); (3) în timpul verificării cunoştinţelor, să emită mesaje diagnostice cu privire la acţiunile greşite ale instruitului; (4) să asigure în procesul de instruire şi control păstrarea şi eliberarea datelor statistice privind progresele fiecărui instruit.

În al *doilea rând*, ca un mijloc de învăţare eficientă, SCI trebuie să creeze o astfel de situaţie problemă şi să „implice" instruitul într-un astfel de mediu de informaţii, care: a) îl impune să evidenţieze şi să pună problema care trebuie să fie rezolvată, să propună soluţiile posibile şi să le testeze, reieşind din datele disponibile; b) să-l înveţe să tragă concluzii în conformitate cu rezultatele testării, să utilizeze rezultatele la datele noi şi să facă generalizări.

În loc de două probleme - transmiterea de cunoştinţe şi formarea abilităţilor şi priceperilor de aplicare a acestora - trebuie să rezolve: formarea unor astfel de activităţi, care de la bun început includ sistemul dat de cunoştinţe şi asigură punerea lor în aplicare.

Procesul de învăţare, în acest context, apare ca un lanţ de situaţii de instruire, ce formează atât conţinutul SCI, precum şi posibilităţile lui de modelare. Nucleul cognitiv a SCI include sarcinile instructiv-cognitive, iar baza metodică - colaborarea pedagogului şi instruiţilor cu scopul de a rezolva probleme. În acest caz, programul de instruire, trebuie să fie adaptabil, adică trebuie să fie adaptate unui instruit în particular.

În al *treilea rând*, deoarece SCI este un set de programe pentru calculatoare personale, acesta trebuie să asigure următoarele caracteristici: (1) programarea şi redactarea programelor de instruire; (2) introducerea rapidă a modificărilor în fragmentele de informaţii şi de program; (3) efectuarea adaptării destul de simple, potrivit unui tip specific prin configurarea computerului şi sistemului de operare.

Astfel, utilizarea TIC în elaborarea şi utilizarea SCI, pune pe astfel de sisteme, destule cerinţe didactice specifice de instruire: cerinţe privind asigurarea individualităţii, interactivitatea, adaptarea, sistematizarea, problematica şi legătura structural-funcţională de reprezentare a materialului de studiu, integritatea şi continuitatea ciclului didactic de instruire, necesitatea realizării maximale a posibilităţilor de vizualizare computerizată a informaţiei educaţionale.

Elaborarea şi implementarea SCI în activităţile de instruire este un proces de lungă durată ce implică multă muncă, iar exploatarea lor necesită măsuri organizatorice şi tehnice speciale. La

etapele de elaborare şi exploatare a SCI, este necesar de a utiliza măsuri de optimizare, ce reduc efectele nedorite, asociate cu utilizarea computerelor.

1.4. Abordarea prin competenţe şi centrarea pe finalităţi a procesului de studiu

Piaţa muncii înaintează specialistului contemporan o gamă de noi cerinţe, care sunt luate în consideraţie insuficient în programele de pregătire a specialiştilor în învăţământul superior. Aceste cerinţe se referă la capacităţile de a lucra în echipă, de a lua autonom deciziile, de a rezista la situaţii de stres, de a accepta şi promova inovaţiile unei societăţi bazate pe cunoaştere, pe învăţare pe tot parcursul vieţii şi învăţare în toate sferele sociale. Companiile au nevoie de specialişti de o înaltă calificare, competitivi, ce posedă cunoştinţe şi abilităţi şi se adaptează repede şi flexibil la condiţiile schimbătoare ale informaticii. Ca rezultat, se modifică structura procesului de învăţământ şi abordările faţă de pregătirea specialiştilor, inclusiv a specialiştilor din domeniul TIC.

Se constată astfel că, pe de o parte, există *necesitatea de a optimiza procesul de instruire* în universităţi prin utilizarea unor strategii personalizate, iar, pe de altă parte, *schimbările care se produc în arhitectura învăţământului superior* autohton, în legătură cu integrarea acestuia în spaţiul educaţional european, internaţionalizarea pieţei muncii şi mobilitatea studenţilor orientează procesul de învăţământ spre calitate şi spre abordarea prin competenţe.

Abordarea prin competenţe a procesului de instruire este o practică implementată în sistemul de învăţământ din Republica Moldova, care tind să alinieze finalităţile învăţării la cerinţele pieţei de muncă. De fapt, finalitatea prioritară a instruirii devenind formarea unui caracter integru şi dezvoltarea unui sistem de *competenţe*, care sunt „interpretate ca rezultate ale învăţării (*ieşiri*), prin opoziţie cu obiectivele educaţionale (considerate *intrări*)” [156].

Noţiunea de competenţă nu este un concept nou, însă, nu s-a reuşit atribuirea unei definiri ce ar îngloba totalitatea conotaţiilor şi ar stabili o delimitare a sa de concepte corelate cum ar fi: capacitate, deprindere, abilitate. De-a lungul timpului au fost formulate o serie de definiţii asupra competenţei, diferite de la un autor la altul, la baza abordării cărora se lua aspectul cognitiv, atitudinal şi intelectual. Diferitele tendinţe în cercetările ştiinţifice în domeniile psihologiei, educaţiei, ergonomiei şi sociologiei au ajutat la definirea paradigmei generale a competenţei, fiecare din propria sa perspectivă.

Primele contururi ale termenului de competenţă are origini în psihologie şi a fost introdus de către psiholingvistul Chomsky N. în 1965 şi definit drept „aptitudinea de a produce şi înţelege un număr infinit de enunţuri, reguli, principii, acţiuni, moduri sau modele practice de a se comporta, strategii preferenţiale sau stiluri productive în profesie” [157]. Aducem în continuare cele mai reprezentative, în opinia noastră, definiţii propuse de autorii:

- Cucoş C. competenţa reprezintă „ansambluri structurate de cunoştinţe şi deprinderi dobândite prin învăţare ce apar ca structuri operante cu ajutorul cărora se pot identifica şi rezolva, în contexte diverse, probleme caracteristice unui anumit domeniu” [158];
- Copilu C. consideră că competenţa se obţine în rezultatul „interacţiunii a 3C: Competenţa = Cunoştinţe, Capacităţi, Comportament (C = CCC)” [159, p. 154];
- Jinga I. şi Istrati E. definesc competenţa drept capacitatea cuiva de a soluţiona o problemă, de a lua decizii potrivite, de a îndeplini o misiune sau de a practica o profesie în bune condiţii şi cu rezultate recunoscute ca fiind bune. Competenţa se probează prin cunoştinţe temeinice, prin priceperea şi abilitatea de a se folosi de ele în desfăşurarea unei anumite activităţi şi de a obţine rezultate apreciate de cei din jur [160, p.77];
- Guţu V., Muraru E. şi Dandara O., reprezintă competenţa ca capacitate sau abilitate complexă de realizare a obiectivelor, prin stabilirea conexiunii dintre cunoştinţe, abilităţi şi atitudini, ce presupune o bună cunoaştere a domeniului, abilităţi, motivaţie şi atitudine pozitivă faţă de sfera de activitate [94];
- Callo T. defineşte competenţa prin „capacitate remarcabilă profesională, izvorâtă din cunoştinţe şi practică, capacitatea de a asocia o clasă de probleme identificată cu precizie cu o programă de aplicare determinată” [161, p.58];
- Botnari V. defineşte competenţa ca o „integralitate imanentă a achiziţiilor subiectului din momentul în care acceptă şi îşi propune să atingă un scop”[162, p.86].

O privire de ansamblu asupra definiţiilor relatate conturează o abordare a competenţei dintr-o perspectivă holistică, ca rezultanta următorilor trei vectori:

- *Cunoştinţele* reprezintă date structurate (noţiuni, idei, informaţii), necesare pentru efectuarea activităţii. Cunoştinţele reprezintă contextul intelectual în care activează persoana.
- *Capacităţile/abilităţi* sunt însuşiri intelectuale, constituite din operaţiuni mentale, mecanisme de gândire ale persoanei, care oferă posibilitatea reuşitei într-un anumit domeniu de activitate.
- *Atitudinile* sunt predispoziţii înnăscute ale persoanei, care exprimă raporturi comportamentale şi afective la diferite aspecte ale realităţii.

Prin urmare, abordarea holistică identifică şi analizează condiţiile şi modurile de raţionament şi de comportament considerate esenţiale pentru viaţa persoanei, adică cele capabile de a determina succesul, realizarea şi acţiunile eficiente, atât în viaţa profesională cât şi în cea personală.

O altă abordare a competenţei o întâlnim în contribuţiile valoroase ale cercetătorilor în educaţie Jonnaert Ph. [133], Perrenoud Ph. [163], Minder M.[164], Roegiers X. [165, 166], Лебедев О.Е. [167], Эльконин Д. Б. [168], Cabac V. [53] şi alţii. Cercetătorul sociolog

Perrenoud Ph. în anul 1995 considera competenţa ca o potenţialitate genetică a spiritului uman de nivel superior, care necesită integrarea a mai multor resurse cognitive în tratarea unor situaţii complexe [163]. Minder M. a propus o definiţie mai succintă, în care competenţa înseamnă cunoştinţe dinamice potenţial mobilizabile într-un mare număr de situaţii diferite de acelaşi tip [164]. Эльконин Д. Б., defineşte competenţa ca un rezultat al învăţării ce se conturează prin disponibilitatea subiectului de a mobiliza, reorganiza resursele interne şi externe pentru atingerea scopului, o capacitate a individului în procesul implicării sociale, o calitate a gândirii bazată pe rezolvarea problemelor contradictorii [168]. În acest context, *competenţa*, reprezintă nu doar unele achiziţii (cunoştinţe, abilităţi/deprinderi, atitudini, proceduri etc.), dar în acelaşi timp, şi mobilizarea în mod concret a acestor achiziţii pentru a rezolva o situaţie-problemă dată. Mai exact, după cercetătorul Cabac V. competenţa este „o structură dinamică, formată în rezultatul învăţării, activităţii profesionale şi practicii trăite, care organizează activitatea unei persoane, plasate într-o situaţie, într-un context determinat, prin alegerea, mobilizarea şi coordonarea unui ansamblu diversificat de resurse pentru tratarea reuşită a situaţiei" [53, p.133].

Prin prisma acestor opinii, la definirea termenului de competenţă se evidenţiază trei factori indispensabili ale acesteia:

- *Resursele* pe care trebuie să le mobilizeze cel ce învaţă. Resursele pot fi de două tipuri: interne (cunoştinţe, capacităţi etc.) şi externe (un manual, un produs software etc.). Potrivit definiţiei propuse de Roegiers X., competenţa reprezintă „un set integrat de resurse (*savoir (să ştii), savoir-faire (să ştii să faci), savoir-être (să ştii să fii)*) mobilizate pentru a rezolva o situaţie complexă care aparţine unei familii de situaţii-problemă" [166, p.44]. Componenta „*savoir-dire*" are scopul de a interioriza conştient informaţia comunicată, prin utilizarea metodelor,care implică anumite procese psihice (senzaţia, percepţia, memoria, unele operaţii elementare de gândire), referitoare la procesul de informare/documentare/asimilare a cunoştinţelor. Componenta „*savoir-faire*" are scopul de a dezvolta la maximum capacităţile intelectuale şi psihomotorii ale celor ce învaţă, determinându-le locul real al acestora în viitor. Componenta „*savoir-être*" urmăreşte să creeze celor ce învaţă atitudini/comportamente (voinţă, afectivitate, emoţii, motivaţii) în contextul condiţiilor sociale bine determinate;
- *Situaţiile* în care este plasat cel ce învaţă şi care urmează a fi rezolvate/tratate cu succes. Mobilizarea resurselor are loc în cadrul unei familii de situaţii, numite de Roegiers X. situaţii „*ţintă*", şi în contextul rezolvării unor probleme reale;
- *Acţiunile* ce necesită a fi întreprinse de către cel ce învaţă. Tocmai această abordare o întâlnim la autorii germani şi ruşi. Unul din promotorii acestei abordări este germanul Arnold R. care susţine că „competenţa se referă la capacitatea unei persoane de a acţiona"

[169, p.10]. Ideea apare şi mai clar conturată la cercetătorul rus Лебедев О.Е. care defineşte competenţa drept "capacitatea de a acţiona în situaţie de incertitudine" [167].

Din cele expuse conchidem că competenţa presupune *acţiunile* întreprinse de cel ce învaţă, care îi permit identificarea şi rezolvarea cu succes a unei *sarcini* complexe, prin mobilizarea *resurselor* disponibile în diverse *situaţii* de învăţare/profesionale/de viaţă.

În cadrul cercetării noastre vom considera că, o *competenţă poate fi demonstrată numai într-o situaţie, într-un context definit (educaţie, muncă, dezvoltare profesională sau personală), prin selectarea, mobilizarea şi integrarea unui set diversificat de resurse (cunoştinţe, capacităţi, comportamente) dobândite, care fac posibilă realizarea unor acţiuni pertinente în vederea tratării/soluţionării cu succes a situaţiei specifice*.

Cu toate acestea, cele două abordări sunt căi complementare de explicare, de interpretare a competenţei. Acceptarea acestui fapt înseamnă implicit, afirmarea faptului că competenţa nu este ceva static, ci dimpotrivă o structură dinamică. În literatura de specialitate competenţa înglobează următoarele caracteristici esenţiale:

1. *Mobilizarea unui ansamblu de resurse* se manifestă prin specificarea cunoştinţelor, experienţelor, schemelor, automatismelor etc. necesare pentru formarea competenţei;
2. *Caracterul finalizat* se manifestă prin modul în care sunt mobilizate ansamblul de resurse. Resursele sunt folosite conştient de purtătorul competenţei, astfel căpătând „funcţionalitate";
3. *Relaţia cu un ansamblu de situaţii* ţine de faptul că mobilizarea resurselor are loc în cadrul unui ansamblu de situaţii reale şi în contextul rezolvării unor probleme reale;
4. *Caracterul disciplinar* se manifestă prin aceea că competenţa este deseori definită printr-o familie de situaţii corespunzătoare unor probleme specifice disciplinei, provenite şi ele direct din exigenţele disciplinei. Fără îndoială, anumite competenţe ce aparţin diferitelor discipline sunt uneori apropiate una de alta, fiind, aşadar, mai uşor transferabile;
5. *Evaluabilitatea*. Competenţa este o mărime evaluabilă, deoarece poate fi măsurată prin calitatea îndeplinirii sarcinii şi prin calitatea rezultatului [165, p.68-70].

De asemenea, literatura de specialitate descrie cinci etape prin care trece procesul de însuşire a competenţei: (1) *motivarea* celui ce învaţă; (2) *structurarea* cunoştinţelor; (3) *integrarea* cunoştinţelor în sistemul de cunoştinţe ale celui ce învaţă; (4) *adaptarea* cunoştinţelor integrate la situaţii noi; (5) *îmbogăţirea* cunoştinţelor.

Pe măsura introducerii în practica educaţională, conceptul de competenţă a căpătat noi forme şi conţinut. Abordarea prin competenţe se întâlneşte în lucrările lui De Ketele J.-M. [170], de la sfârşitul anilor 80 bazată pe noţiunea de obiectiv terminal al integrării, apoi dezvoltată sub termenul de *pedagogie a integrării* de către Roegiers X. în anii 2000 şi capătă amploare în multe ţări din Europa. Politicile europene au plasat abordarea centrată pe formarea şi dezvoltarea

competenţelor în centrul diferitelor iniţiative şi propuneri instituţionale legate de procesele de modernizare şi reformă ale învăţământului, formării şi muncii.

Procesul de formare a specialiştilor în Republica Moldova începe cu formarea iniţială în cadrul învăţământului superior şi evoluează odată cu formarea continuă prin perfecţionarea din timpul activităţii profesionale. Prin formarea iniţială vom înţelege dezvoltarea la viitorul specialist, prin intermediul activităţilor teoretice şi practice specifice, a competenţelor circumscrise profesiei respective. Aceste competenţe în învăţământul superior contemporan au primit denumirea de *competenţe profesionale*, care semnifică capacitatea dovedită de a selecta, transfera, combina şi aplica armonios cunoştinţe, abilităţi şi alte achiziţii (valori şi atitudini), în situaţii şi medii de muncă diverse, pentru a realiza cu succes activităţile cerute la locul de muncă, în condiţii de eficacitate şi eficienţă. *Competenţa profesională* include competenţe profesionale *generale*, ce reflectă esenţa pregătirii într-un anumit domeniu profesional şi competenţe profesionale *specifice* - achiziţii şi deprinderi practice specifice disciplinei de studiu.

În această ordine de idei, a fi competent într-o activitate înseamnă: a utiliza cunoştinţele de specialitate în situaţii practice variate; a folosi deprinderi specifice; a analiza şi a lua decizii; a manifesta creativitate în acţiuni; a lucra cu alţii ca membru al unei echipe; a comunica eficient; a se adapta la mediul de muncă specific; a face faţă situaţiilor neprevăzute.

Abordările bazate pe competenţe permit *recuperarea* şi *evaluarea resurselor* pe care fiecare persoană le are ca rezultat al procesului de transferare a experienţelor de viaţă în diferite sfere (atât în sfera educaţională, la locul de muncă cât şi în afara pieţei muncii). Recuperarea acestor resurse precum şi valorificarea acestora ca lucruri pozitive este condiţia fundamentală a implementării unui proces de plasare pe piaţa muncii şi a unei incluziuni sociale mai ample.

Acest lucru este în special relevat, de cercetătorul Roegiers X. care evidenţiază trei obiective principale ale acestei abordări [166]:

1. Punerea accentului pe ceea ce studenţii ar trebui să stăpânească la sfârşitul cursului, sau chiar studiilor. Profesorului revenindu-i rolul de a organiza învăţarea într-o manieră cât mai bună, pentru ca studenţii să atingă nivelul aşteptat.

2. Acordarea unui sens învăţării, pentru a demonstra studentului la ce serveşte ceea ce învaţă el. Trebuie evitată învăţarea pe de rost a materiei şi abilităţilor goale, care-l plictisesc pe student şi nu-i provoacă dorinţa de a învăţa. Dimpotrivă, abordarea prin competenţe îl învaţă să pună permanent cunoştinţele în situaţii ce au sens pentru el, şi să utilizeze aceste achiziţii în situaţiile date.

3. Certificarea realizărilor studentului în termeni de rezolvare a situaţiilor practice, şi nu în termeni de sumă a cunoştinţelor şi abilităţilor pe care studentul se grăbeşte să le uite, sau nu ştie cum să le utilizeze în viaţa profesională.

Identificarea, recunoaşterea, validarea şi certificarea competenţelor studenţilor reprezintă diferite moduri de abordare ale aceleaşi probleme şi anume, cea a politicilor pentru competenţe şi a politicilor de competenţe; o problemă care, la rândul său, face apel la politicile europene pentru a sprijini capacitatea de inserţie profesională a specialiştilor, în vederea creşterii echilibrate şi favorabile a includerii în societatea modernă.

Elementele cheie ce caracterizează şi disting abordarea axată pe competenţe sau centrarea pe competenţe se învârt în jurul a două puncte centrale, unul conceptual/semantic şi unul funcţional/legat de limbaj.

În termeni semantici, competenţa nu corespunde doar achiziţiilor cognitive ce au loc la cursurile de formare, ci mai degrabă corespunde cu ceea ce cei ce învaţă sunt capabili să facă la nivel profesional. Adică se referă la setul de resurse (abilităţi şi atitudini) care oferă viitorilor specialişti posibilitatea de a face faţă complexităţii mediului profesional, în conformitate cu o perspectivă capabilă de a combina şi integra progresiv aceste resurse la locul de muncă, precum şi de a le dezvolta sau perfecţiona semnificativ pe tot parcursul vieţii.

În termeni funcţionali, competenţele au ajuns gradual să fie înţelese ca un limbaj capabil de creare a unui dialog între diferite sisteme (educaţie şi calificări; figuri profesionale şi roluri în muncă; categorii de viaţă şi alte experienţe individuale diverse).

În cercetarea noastră am optat pentru modalitatea de dezvoltare a competenţelor bazată pe logica acţiunii generative, care a fost dezvoltată, completată şi adaptată la condiţiile învăţământului universitar. Dezvoltarea bazată pe *logica acţiunii generative* presupune o învăţare realizată în situaţii profesionale; această modalitate se bazează pe metoda încercărilor şi erorilor în diferite contexte.

În literatura de specialitate regăsim mai multe modele de formare şi dezvoltare a competenţelor. Un grup de cercetători din Belgia (Roegiers X., De Ketele J.-M., Gerard F.-M. [165]) a elaborat modelul moderat de dezvoltare a competenţelor. Acest model este elaborat în baza abordării integrative. Modelul include:

1. *Structurarea resurselor*. Această etapă presupune asimilarea tuturor resurselor necesare pentru soluţionarea/tratarea unei anumite situaţii.
2. *Integrarea resurselor*. Odată formate, resursele necesită a fi integrate în situaţii concrete.
3. *Transfer sau adaptarea la situaţii noi*. În cadrul acestei etape sunt propuse situaţii care diferă, dar nu considerabil de situaţiile din cadrul etapei a doua. Astfel, dacă situaţia este rezolvată/tratată, atunci transferul este realizat. Prin urmare, se poate menţiona că studentul îşi poate manifesta competenţa în anumite situaţii.

În viziunea cercetătorilor Lupu I., Cabac V. şi Gîncu S. dezvoltarea competenţelor se realizează prin parcurgerea a cinci etape: „(1) explorarea – conştientizarea şi analiza familiei de

situaţii în care va fi exersată competenţa; (2) învăţarea de bază – completarea resurselor, structurarea conţinuturilor; (3) integrarea – antrenamentul; (4) transferul – adaptarea competenţei la situaţii noi din aceiaşi familie de situaţii; (5) îmbogăţirea – dezvoltarea de mai departe a competenţei" [55, p. 22]. Modelul propus de autorii menţionaţi vine să completeze modelul moderat, deşi nu poate fi aplicat integral în cadrul cercetării noastre, acesta urmează a fi completat şi adaptat specificului inteligenţei artificiale.

În concluzie, e necesar de a menţiona că pentru activitatea profesională eficientă în noile condiţii, specialistului nu-i este de ajuns să aibă cunoştinţe, deprinderi şi abilităţi profesionale. La pregătirea profesională (şi calificare) într-o instituţie de învăţământ superior este necesar de a atrage atenţia asupra dezvoltării *potenţialului adaptiv* a viitorului specialist, ce este posibil prin utilizarea abordării prin competenţe în procesul educaţional şi elaborării strategiilor de adaptare profesională a viitorilor specialişti.

1.5. *„Inteligenţa artificială"* în contextul învăţământului universitar al altor ţări. Studiu comparativ

Republica Moldova, la fel ca şi întreaga lume, asistă la o etapă a evoluţiei civilizaţiei umane moderne, fondată ca o societate a cunoaşterii, ce se bazează din ce în ce mai mult pe sisteme software şi hardware complexe în care „*inteligenţa*" componentelor este creată pornind de la *reprezentarea explicită a cunoştinţelor, raţionament automat, autonomia componentelor, adaptare, extragere şi regăsire inteligentă de informaţii*. În prezent, era cunoaşterii aflată în plina desfăşurare a implicat transformări de o profunzime nemaiîntâlnită la nivelul economiei şi societăţii. Vorbim despre o societate în care cunoaşterea şi capitalul intelectual au devenit cea mai preţioasa resursă, când în economia bazată pe cunoaştere există un enorm potenţial de utilizare a sistemelor inteligente pentru maximizarea capacităţilor şi a competitivităţii [171]. *Tehnicile de programare automată şi ingineria cunoştinţelor* vin în sprijinul managementului cunoştinţelor, tehnologiei agenţilor software, abordărilor bazate pe teoria jocurilor, ce pot fi implicate în activităţi de comerţ electronic, data mining şi sistemelor bazate pe raţionament, ce pot fi folosite eficient în managementul relaţiilor cu clienţii. Aşadar, multe dintre conceptele şi instrumentele de inteligenţă artificială sunt (sau pot fi) aplicate în managementul cunoştinţelor, inclusiv pentru obţinerea unor soluţii viabile la rezolvarea problemelor care implică lucrul cu date complexe. Ca orice alt sistem informatic, sistemele de inteligenţă artificială devin interesante din punct de vedere economic în momentul în care pot realiza sarcini în mod mai eficient sau la un nivel calitativ mai înalt sau atunci când exploatează oportunităţi neexplorate până la moment. Pentru a forma şi dezvolta parametrii ***competenţei profesionale***, necesare cadrelor calificate − inginerilor programatori, cercetătorilor ce vor activa în domeniile economiei naţionale şi nu numai, capabili atât să exploateze eficient sistemele inteligente existente, cât şi să

elaboreze şi să integreze produse originale proprii prin utilizarea unor limbaje de programare şi a tehnologilor inteligente, în planul de studii universitare la FMI, USM, la specialităţi şi specializări de profil este inclusă disciplina fundamentală *„Inteligenţa artificială”*.

În urma efectuării studiului în vederea întregirii informaţiilor despre *„Inteligenţa artificială”* ca disciplină de studiu, în alte universităţi de prestigiu, putem releva includerea în planurile de studii universitare a cursului *„Inteligenţa artificială”* (*„Sisteme expert”, „Regăsirea informaţiilor”* etc.), dar mai ales este interesantă observaţia că domeniile inteligenţei artificiale sunt abordate sub diferite aspecte şi aproape nelipsite din lista domeniilor de cercetare vizate (tabelul 1.1). În ceea ce priveşte datele colectate, s-a urmărit evidenţierea tematicii studiate (structura pe module a disciplinei), fondul de timp alocat studiului disciplinei (prin **x-C**, **y-S** şi **z-L** se înţelege respectiv ***x*** ore/săptămână de curs, ***y*** ore/săptămână de seminar şi ***z*** ore/săptămână de laborator), respectiv proiectele/ activitatea de cercetare asociată şi instrumentele utilizate pentru implementarea acestora.

Tabelul 1.1. Reflectarea inteligenţei artificiale în planurile de studii universitare, domeniul TIC

Denumirea instituţiei	**Conţinutul tematic al cursului**	**Proiecte/ cercetare**	**Nr. de ore/ Instrumente**
Iowa State University (SUA), www.iastate.edu	Reţele neuronale; Algoritmi genetici; Modele de învăţare; Modelare cognitivă; Agenţi software; Reprezentarea cunoştinţelor; Data mining..	Proiecte în echipe de 2-3 membri: Data mining cu agenţi inteligenţi; Re prezentarea temporală şi spaţială a cunoştinţelor; Agenţi inteligenţi pentru diagnosticare, analize de risc.	2-C; nespecificat-L/ pentru implementare C++, Java, Lisp
University of Texas (SUA), www.utexas.edu	Reţele neuronale; Calculul simbolic; Procesarea limbajului natural; Sisteme de achiziţie a cunoştinţelor.	Proiecte în echipe de 5-10 membri: Demonstrarea automată a teoremelor; Roboţi inteligenţi; Algoritmi de planificare şi căutare; Parser pentru limbaj natural; Recunoaşterea formelor şi a vocii.	– / Java, Lisp
Brown University (SUA), www.brown.edu	Introducere în IA; Agenţi software; Procesarea limbajului natural; Roboti mobili; Data mining.	Agenţi inteligenţi în jocurile pe Internet; Procesarea (statistica) în limbaj natural; Agenţi web pentru tranzacţiile on- line.	– / Java, C++
Massachusetts Institute of Technology (SUA), www.mit.edu	Reţele neuronale; Introducere în IA; Învăţare automată; Procesarea limbajului natural; Sisteme expert; Data mining.	Planificarea traficului aerian; Parsere on- line; Recunoaşterea simbolurilor; Filtrarea şi eliminarea mailurilor de tip *spam*.	2-C; nespecificat-L/ Java, C++, Scheme (varianta Prolog)
Stanford University (SUA),	Reţele neuronale; Algoritmi genetici; Agenţi	Indexarea eficientă a textelor; Căutări şi clasterizări pe web;	3-C; 3-L/ Java

www.stanford.edu	inteligenţi; Reprezentarea cunoştinţelor; Algoritmi de planificare în condiţii de incertitudine; Învăţare, percepţie şi cunoaştere; Web mining	Planificare şi dirijare agenţi.	
University of Harvard (SUA), www.harvard.edu	Reţele neuronale; Algoritmi genetici; Introducere în IA; Tehnici de căutare; Procesarea limbajului natural; Sisteme expert; Reprezentarea cunoştinţelor.	Proiect individual în Lisp	2-C; 2-L/ Java, Lisp, C++
University of Geneva (Elveţia), http://cui.unige.ch	Reţele neuronale; Data/Text Mining; Învăţare automată.	Aplicaţii ale reţelelor neuronale; Aplicaţii data - mining în biologie moleculară.	2-C; 2-S;1-L/ nespecificat
University of Sussex (Marea Britanie), www.sussex.ac.uk	Reţele neuronale; Algoritmi genetici; Sisteme adaptive; Data mining; Procesarea limbajului natural; Reprezentare şi raţionament (programare logică).	2 teme şi 2 eseuri: Reţele neuronale pentru clasificări, asocieri, recunoaşteri de forme; Web mining; Sisteme multilingvistice; Aplicaţii pentru dialog user-computer; Recunoaşterea de pattern- uri; Editor vizual pentru reţelele semantice.	2-C; 2-L/ Matlab, Prolog, Java
Universitatea M.V. Lomonosov din Moscova, www.msu.ru	Introducere în IA; Reprezentarea cunoştinţelor; Sisteme expert; Algoritmi de planificare şi căutare; Limbajele inteligenţei artificiale; Programarea logică; Învăţare automată; Robotică; Data mining.	Fiecare modul se termină cu un proiect individual: Sisteme de raţionament pe bazate pe cunoştinţe; Reţele neuronale; Învăţare automată pentru sistemele de luare a deciziilor în timp real.	2-C; 2-L/ Java, C++, LISP, Prolog
Universitatea de Stat din Sankt Petersburg, www.spbu.ru	Reţele neuronale; Algoritmi genetici; Sisteme expert; Controlul roboţilor; Managementul cunoştinţelor; Planificarea şi controlul transmiterii datelor.	Procesarea semnalelor; Decizii în condiţii de incertitudine şi complexitate; Recunoaşterea vocii, a imaginilor; Construirea sistemelor de control şi distribuţie; Planificarea cursurilor şi examenelor prin algoritmi genetici.	Nespecificat
Univ. „Babes-Bolyai" Cluj – Napoca, www.ubbcluj.ro	Reţele neuronale; Metode de rezolvare a problemelor; Reprezentarea cunoaşterii (logica predicatelor, metode procedurale, reţele semantice); Învăţarea în sistemele de inteligenţă artificială (achiziţia	Nespecificat	2-C, 1-S;1-L/ Nespecificat

	simbolică, instruire neuronală).		
Universitatea Timişoara, www.uvt.ro	Reţele neuronale; Algoritmi genetici; Sisteme formale; Reţele semantice; Modele cognitive şi conştiinţa subiectivă.	Simulare perceptron; Prelucrarea seriilor temporale; Simulare multinivel, Kohonen, Hopfield şi recurente; Prelucrare şi recunoaştere imagini	2,5-C; 2-L/ Lisp, Matlab, C++, Java
Universitatea Bucureşti, www.unibuc.ro	Introducere în IA; Data mining; Procesarea limbajului natural şi tehnologia limbajului; Reţele neuronale; Sisteme bazate pe cunoştinţe; Programare automată.	Nespecificat	2-C; 1-S;1-L/ Matlab, Exsys (pentru sisteme bazate pe reguli), C++
Universitatea Iaşi, www.uaic.ro	Reţele neuronale; Reprezentarea cunoaşterii; Sisteme bazate pe cunoştinţe; Reţele semantice; Logica predicatelor; Mulţimi fuzzy; Imagistica computerizată.	Restaurare, segmentare, potrivire imagini; Reţele neuronale în recunoaşteri de forme; Recunoaşterea simbolurilor muzicale.	– / Nespecificat
Universitatea Liberă Internaţională din Moldova, www.ulim.md	Bazele cunoştinţei inteligenţei artificiale; Sisteme expert; Elemente de logică; Limbajul de programare Prolog.	Reprezentarea cunoştinţelor; Aplicaţii ale sistemelor expert; Proiecte individuale în Prolog.	1-C; 1-L/ Nespecificat
Universitatea Tehnică din Moldova, www.utm.md	Tehnologii ale limbajului natural; Sisteme de inteligenţă artificială; Sisteme bazate pe cunoştinţe; Data mining.	Procesarea informaţiei nestructurate, traducerea automată a textelor, maşini de căutare a informaţiei, lingvistica computaţională; Achiziţii de date şi instrumentaţie virtuală.	2-C; 2-L/ C++, Lisp, Prolog, Java.
Universitatea de Stat din Tiraspol, www.ust.md	Programare logică; Algoritmi genetici; Inteligenţa artificială; Sisteme expert	Nespecificat	2-C; 1-L/ Nespecificat
Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălţi, www.usarb.md	Sisteme inteligente; Sisteme expert; Reprezentare cunoştinţelor; Reţele neuronale.	Elaborarea unui sistem inteligent care rezolvă o problemă din viaţa reală.	2-C; 2-L/ CLIPS, Prolog

Analizând datele din tabelul 1.1, se observă cu uşurinţă diversitatea conţinuturilor abordate, precum şi aria largă de domenii de interes pentru aplicaţii (toate acestea urmărind dezvoltarea de produse eficiente în contextul societăţii informaţionale).

Majoritatea universităţilor din străinătate, care includ inteligenţa artificială în planul de studii, datorită programei flexibile nu impun urmarea unui curs de *„Inteligenţă artificială”* într-un anumit an universitar, singura condiţie fiind parcurgerea aşa numitelor cursuri pregătitoare

(prerequisites). Studenţii îşi dezvoltă competenţele prin parcurgerea unei game largi de discipline informatice premergătoare precum: *„Matematica”, „Logica”, „Programarea”* şi *„Sisteme de calcul”*. Astfel, studentul are posibilitatea să-şi formeze propria traiectorie de învăţare reieşind din propriile necesităţi, interese, dorinţe şi abilităţi, menţinând o bază ştiinţifică solidă.

La universităţile studiate, numărul de ore dedicate disciplinei *„Inteligenţa artificială”* (curs şi laborator) este, în general, de 4 ore săptămânale. Exista, de obicei, teme pentru fiecare curs, teme atât de tip exerciţii (fiecare seminar), cât şi sub formă de proiecte (pentru fiecare semestru universitar), care se realizează individual sau în echipe (2-3 membri sau chiar mai mult ţinând cont de complexitatea proiectului). Fiecare subdomeniu al inteligenţei artificiale este reprezentat de aplicaţii orientate practic. Nu se pune accentul pe un anumit instrument de implementare, studenţii sunt familiarizaţi cu limbajele de programare C++, Java, Lisp, Prolog. Corelând aceasta cu numărul mare de proiecte propuse studenţilor putem concluziona că, studiul cursului *„Inteligenţa artificială”* este considerat important în marea majoritate a universităţilor.

Resursele didactice necesare cursului sunt disponibile şi distribuite studenţilor, atât sub formă de produse software proprii cât şi on-line, care pot fi accesate într-o manieră flexibilă. Astfel, pot fi gestionate clase mai mari şi, prin ataşarea resurselor interactive, poate fi micşorat timpul alocat învăţării în auditoriu. În baza informaţiilor colectate în legătură cu tehnologiile de predare integrate în activităţile didactice putem releva diversitatea strategiilor de instruire, în funcţie de gradul de includere a componentelor on-line: *tradiţionale* (nu conţin componente on-line); *orientată pe web* (1-29% componente on-line; gestionate prin intermediul unui Learning Content Management System (LCMS) sau Learning Management System (LMS)); *Blended Learning* (30-79% componente on-line; gestionate de o platformă specializată în acest scop); *on-line* (peste 80% componente on-line) [62, 63]. Aceste tehnologii facilitând adăugarea în procesul de învăţământ a unei game largi de servicii şi aplicaţii şi nu numai.

Aşa dar, interesul manifestat pentru disciplina *„Inteligenţa artificială”* de către universităţile analizate este relevat de numărul impunător de conţinuturi, abordate şi studiate în cadrul programelor de formare iniţială a viitorilor specialişti în domeniul TIC, care contribuie la dezvoltarea competenţelor de programare, analiză şi dezvoltare a sistemelor inteligente, prin valorificarea oportunităţilor oferite de TIC.

În Republica Moldova, tratarea disciplinei *„Inteligenţa artificială”* în instituţiile de învăţământ superior este comparabilă cu cea observată la universităţile din străinătate. Similaritatea este dovedită de informaţiile referitoare la predarea disciplinei *„Inteligenţa artificială”* în: Universitatea de Stat din Moldova, Universitatea Tehnică din Moldova, Universitatea de Stat din Tiraspol, Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălţi, Universitatea

Liberă Internaţională din Moldova. Structura disciplinei *„Inteligenţa artificială”* este, în general, asemănătoare, programul de studiu şi proiectele abordând aceeaşi gamă de domenii.

La Universitatea de Stat din Moldova, FMI în cadrul programelor de licenţă Informatică aplicată, Informatică, Management informaţional, de asemenea, se studiază ca disciplină fundamentală *„Inteligenţa artificială”*. Cursul universitar *„Inteligenţa artificială”* se adresează studenţilor informaticieni din anul II şi este integrat în planul de studii în semestrul IV cu 180 ore dintre care 90 ore contact direct, 6 credite şi *proiectat pentru a forma studenţilor competenţe specifice (de specialitate) ce facilitează consolidarea competenţelor profesionale generale*. Cursul prezintă noţiuni fundamentale ale domeniului inteligenţei artificiale, dar şi nivelul tehnologic atins în această ramură a informaticii. Maniera de predare are ca pilon principal rezolvarea problemelor dificile. Noţiuni de reprezentare a cunoştinţelor, de căutare în spaţiul stărilor, inferenţe în reţele semantice, probleme de planificare şi jocuri sunt predate în strânsă legătură cu temele de proiect pe care studenţii le elaborează ca lucru individual.

După cum demonstrează practica de predare a cursului *„Inteligenţa artificială”* în majoritatea universităţilor din Republica Moldova ca instrumente de implementare practică sunt folosite limbajele de programare declarativă (logică), de exemplu Prolog. În acest sens însă, înţelegerea materiei este lentă, deoarece competenţele de programare în limbajul Prolog practic sunt neformate. După părerea noastră, acest fapt, reiese în primul rând, din metoda incorectă de predare a cursului de informatica în gimnazii şi licee, unde accent se pune pe studierea programării algoritmice (procedurale). În programele de studii ale cursului de informatică în licee nu sunt introduse conţinuturi consacrate programării declarative şi programării logice, în particular. De aceea, acum apare necesitatea de a găsi metode efective de predare, cât şi variante de realizare tehnică, care ar contribui la formarea „gândirii declarative” a studentului, ar spori succesele începătorilor, ar oferi noi posibilităţi atât în studierea tradiţională, cât şi cea individuală.

De asemenea este de menţionat faptul că, metodele de predare/învăţare/evaluare sunt centrate mai mult pe elaborarea de programe pe calculator şi algoritmi şi, mai puţin, pe *aspectele didactice de predare ale acestei discipline*. În pofida faptului că disciplina *„Inteligenţa artificială”* este studiată în ţara noastră de mai bine de două decenii, problemele legate de didactica acesteia au rămas pentru mai mult timp în afara atenţiei cercetătorilor din domeniul ştiinţelor pedagogice. Mai mult ca atât, din cauza lipsei unor abordări pedagogice sistemice, apariţia noilor mijloace, resurse de instruire, oferite de realizările de ultimă oră ale tehnologiilor informaţionale, nu a dus la schimbări radicale în didactica inteligenţei artificiale. În consecinţă, până în prezent, oportunităţile de vizualizare a proceselor de calcul, de învăţare constructivistă,

de evaluare adaptivă, de asimilare interactivă a cunoştinţelor teoretice oferite de mijloacele TIC, nu au fost valorificate în deplină măsură în sălile de clasă.

1.6. Concluzii la capitolul 1

1. Dezvoltarea progresivă a societăţii reflectată în schimbările tehnico-ştiinţifice rapide înaintează specialistului contemporan o gamă de noi cerinţe, cu referire la performanţele şi nivelul profesional, capacităţile de a lucra în echipă, de a lua autonom decizii, de a rezista la situaţii de stres, de a accepta şi promova inovaţiile unei societăţi bazate pe cunoaştere, pe învăţare pe tot parcursul vieţii şi în toate sferele sociale. În condiţiile în care companiile de servicii TIC solicită specialişti de o înaltă calificare, competitivi, care se adaptează rapid şi flexibil la provocările tehnologice de ultimă oră, se impune necesitatea modificării şi modernizării procesului de formare profesională prin *elaborarea şi experimentarea unor noi metodologii didactice moderne*, ce ar asigura *implicarea* fiecărui student în formarea sa şi l-ar menţine în poziţia de *subiect* al formării. Practicile de succes ale ţărilor avansate în domeniul implementării TIC în procesul de formare profesională relevă implicaţiile pozitive ale combinării instrumentelor tradiţionale de studiu cu *sistemele computerizate de instruire*, favorizând alegerea de către profesori a celor mai bune metode de predare, care să se plieze pe stilul de învăţare al studenţilor, contribuind la realizarea unui învăţământ centrat pe student.
2. Analiza teoretică a practicilor de utilizare ale TIC, în general, şi a integrării SCI complementar sau alternativ faţă de metodele tradiţionale în procesul de formare, în particular, a contribuit la determinarea importanţei praxiologice în optimizarea strategiilor didactice interactive de transmitere/difuzare a conţinuturilor educaţionale, de analiză a rezultatelor de asimilare, de modelare, demonstrare de obiecte şi procese, care în ansamblu contribuie la eficientizarea formării competenţelor profesionale a studenţilor.
3. Urmare a analizei fundamentelor psihopedagogice ale utilizării SCI, putem conchide că aplicarea acestora contribuie la îmbunătăţirea calităţii, stimularea activităţii mentale, creşterea motivaţiei de învăţare la studenţi şi optimizarea procesului de formare a competenţelor profesionale.
4. În rezultatul studierii abordărilor teoretico-metodologice, autorul propune o perspectivă în abordarea competenţei profesionale, accentuând că aceasta *poate fi demonstrată numai într-o situaţie, într-un context definit (educaţie, muncă, dezvoltare profesională sau personală), prin selectarea, mobilizarea şi integrarea unui set diversificat de resurse (cunoştinţe, capacităţi, comportamente) dobândite, care fac posibilă realizarea unor acţiuni pertinente în vederea tratării/soluţionării cu succes a situaţiei specifice*.
5. Analiza comparativă a programelor de formare iniţială a viitorilor specialişti în domeniul TIC relevă importanţa şi necesitatea cursului universitar *„Inteligenţa artificială”* în formarea şi

dezvoltarea la studenţi a competenţelor de programare, analiză şi dezvoltare a sistemelor inteligente. Principalele aspecte relevate conduc spre următoarele constatări: (a) conţinuturile selectate diferă, nu există un concept comun în privinţa selectării lor; (b) metodele de instruire utilizate sunt centrate mai mult pe elaborarea de programe şi algoritmi şi, mai puţin, pe aspectele didactice de predare ale acestei discipline. Mai mult ca atât, în lipsa unor abordări pedagogice sistemice, apariţia noilor mijloace, resurse de instruire, oferite de realizările tehnologice de ultimă oră, nu au contribuit la schimbări radicale în didactica inteligenţei artificiale. În aceste condiţii, în didactica disciplinei date formarea de competenţe profesionale necesită îmbunătăţire.

6. Urmare a analizelor efectuate, prezentul studiu disertaţional se axează pe următoarea **problemă de cercetare**: *determinarea particularităţilor de formare şi dezvoltare a competenţelor profesionale prin implementarea SCI în cadrul formării iniţiale a viitorilor specialişti din domeniul TIC, în contextul dezvoltării domeniului*.
7. **Scopul cercetării** constă în elaborarea, experimentarea şi validarea fundamentelor teoretice şi metodologice ale formării/ dezvoltării competenţelor studenţilor specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* prin valorificarea SCI. În realizarea scopului de cercetare preconizat sunt trasate următoarele **obiective**:
   a) Analiza perspectivelor teoretico-metodologice de abordare a tematicii de cercetare, relevând fundamentele psihopedagogice ale utilizării sistemelor computerizate.
   b) Evaluarea modalităţilor de formare a competenţelor profesionale a studenţilor la disciplina *„Inteligenţa artificială”* prin analiza comparativă a practicilor din Republica Moldova şi a altor state.
   c) Elaborarea şi fundamentarea teoretico-metodologică a modelului pedagogic de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor prin implementarea SCI.
   d) Dezvoltarea informatică a SCI, ca produs funcţional propriu, şi integrarea acestuia la disciplina universitară „Inteligenţa artificială” cu potenţial de aplicare adiţională la efectivul metodelor şi strategiilor fundamentale în practica de formare.
   e) Stabilirea particularităţilor metodologiei de formare şi dezvoltare a competenţelor profesionale prin valorificarea SCI.
   f) Validarea experimentală a eficienţei modelului pedagogic şi a metodologiei de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor în SCI.

2. MODELUL PEDAGOGIC ŞI METODOLOGIA FORMĂRII ŞI DEZVOLTĂRII COMPETENŢELOR STUDENŢILOR ÎN BAZA VALORIFICĂRII SISTEMULUI COMPUTERIZAT DE INSTRUIRE

2.1. Modelul sistemului computerizat de instruire

Procesul de instruire este asigurat şi menţinut de o gamă largă de acte normative, manuale, complexe instructiv-metodice şi altele.

În urma analizei surselor bibliografice poate fi desprins faptul că, ansamblul materialelor instructiv-metodice de instruire pentru lucrul cu instruiţii, generat de program trebuie să includă: programul de lucru al cursului; tutoriale de învăţare a conţinutului (teoretic) pe teme; ghiduri interactive; seturi de sarcini; exerciţii; lucrări de laborator; simulatoare, teste şi multe altele, realizarea cărora presupune aprofundarea cunoştinţele teoretice, obţinerea abilităţilor practice şi a competenţelor la temele studiate, precum şi materiale vizuale, îndrumare metodice etc.; metode de verificare (testare) a nivelului de asimilare a materialului instructiv de către instruiţi [60].

Optimizarea acestui complex, conform criteriului minimului volumului muncii de instruire, cu condiţia formării cunoştinţelor, abilităţilor şi deprinderilor suficiente, duc la construirea unui mediu de instruire integral, care combină toate componentele enumerate într-un set de beneficii. Este evidentă, din punct de vedere a organizării eficiente a procesului de instruire, importanţa existenţei unui astfel de spaţiu informaţional, precum şi posibilitatea creării acestuia cu ajutorul tehnologiilor informaţionale. Cu eforturi semnificative în direcţia îmbunătăţirii procesului de predare/învăţare/evaluare, s-a început proiectarea unui *sistem computerizat* care să vină în ajutorul tuturor categoriilor de utilizatori (profesori, instruiţi). Cum aceşti participanţi au nivele diferite de cunoaştere şi utilizare a tehnologiilor informaţionale, sistemul trebuie să fie uşor de folosit, să ofere perspective diferite personalizate. Prin urmare, SCI trebuie să fie elaborat anume ca un mediu funcţional de instruire. Conform intenţiei autorilor, la alegerea studentului sau profesorului, programul special poate să accentueze fragmente în SCI, care aparţin unui anumit specific sau să construiască produse cu caracter complex.

Structura sistemului reprezintă un ansamblu al elementelor constitutive şi al relaţiilor dintre acestea. Elementele textului de bază al lucrării constă din fragmente. Relaţiile dintre fragmente nu sunt fixate, ci variază în funcţie de nivelul de cunoştinţe a instruitului, de atitudinea lui personală faţă de învăţare şi de metodele de predare alese. Prin urmare, SCI dispune de o structură dinamică, adaptivă în cadrul procesului de învăţare [7, 162].

Pentru studierea materialului teoretic poate fi necesar:

- familiarizarea cu conţinutul de literatură suplimentară la care se face referire în text;

- familiarizarea cu materialul interactiv, care este folosit în calitate de material video, ne fiind însă obligatoriu, pentru acesta, utilizatorul trebuie să formeze solicitarea;
- interpretarea termenului, găsirea definiţiei etc.;
- obţinerea informaţiei necesare cu caracter informativ din dicţionar, ghid sau a documentaţia normativo-tehnică (la formarea solicitării sau meniului).

Componentele de bază ale SCI sunt blocuri funcţionale: a) asigurarea informaţională; b) asigurarea software; c) asigurarea hardware. Elemente constitutive ca: materialul ilustrativ (desene, scheme, filme, tabele de date); lista bibliografică şi conţinutul adnotat; aparatul didactic, care conţine întrebări de control, teste, lucrări de laborator; exerciţii, materiale metodice; ghidul de referinţă care cuprinde dicţionare, ghiduri, manuale electronice; ecranul demonstrativ; conţinutul grafic; cuprinsul adnotat formează asigurarea informaţională a sistemului de instruire.

Din punctul de vedere al informaticii, totalitatea asigurării informaţionale, software şi hardware, care realizează cele enumerate mai sus, precum şi câteva alte funcţii reprezintă sistemul informaţional automatizat, bazat pe conceptul bazei de date (BD) [172].

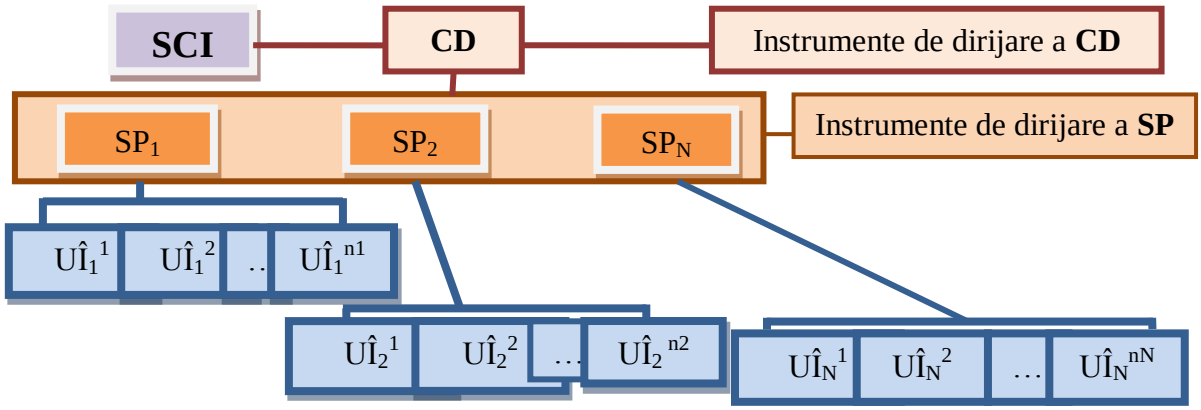
Elementele sistemului de referinţă (ghidare) şi materiale metodice, de obicei, sunt fişiere simple de text, deschise pentru citire şi copiere (cu rezervarea drepturilor de autor), pentru toţi utilizatorii. Prezentarea în formă digitală a informaţiei în manualul de instruire (SCI) şi posibilităţile calculatorului permite realizarea unui dialog activ între manualul digital şi cititorul-utilizator a sistemului de instruire asistat de calculator. Asemeni unui profesor planifică şi determină acţiunile sale în raport cu instruitul, reieşind din situaţia concretă, aşa şi programul computerizat inclus în SCI, trebuie să ia în considerare decursul actual al procesului de instruire.

De organizarea acestui dialog, depinde eficacitatea SCI. Pentru asigurarea corectă a regimului de dialog, autorul trebuie să creeze scenariul dialogului dintre instruit şi sistem în aşa mod, încât după conţinut şi formă să corespundă dialogului dintre student şi profesor. Prin urmare, în programul care realizează interfaţa „om-calculator”, pe lângă îndeplinirea funcţiilor semiotice, trebuie să fie prevăzute variatele posibile de răspunsuri ale instruitului la întrebările adresate, replicile corespunzătoare şi comentariile referitoare la fiecare răspuns, evaluarea pedagogică a acţiunilor instruitului luând în considerare răspunsurile anterioare şi alegerea direcţiei lucrului în continuare. Toate acestea completează *scenariul de instruire*.

Arhitectura sistemului este convenabil de organizat pe *module*. *Modulul disciplinei academice* semnifică în acest context un bloc curricular autonom, cu o anumită structură şi condiţii de funcţionare, poziţionat în cadrul unei discipline sau a unui program de formare. El are o structură dificilă: aici este inclus scopul dezvoltării sale integre, sarcina pentru coordonarea fiecărui element, conţinutul semantic şi rezultatele. Modulul reprezintă realizarea asimilării logice a unei părţi a cursului (capitol, temă), care se încheie cu verificare.

Modulul disciplinei dispune de o compoziţie complexă, construită pe principiile teoriei sistemelor: (a) principiul morfologic (componentele şi elementele se află într-o relaţie interconectată, care oferă motive de a considera modulul subsistem al disciplinei); (b) funcţionalitate (modulul, interacţionând cu celelalte, îşi are desemnarea proprie); (c) genetică (are propria sa istorie de formare, dezvoltare şi modernizare).

În acest context, după părerea cercetătorilor Зайцева Л.В., Новицкий Л.П. [11], Рубина Г.В. [111] şi alţii, una din problemele fundamentale la crearea SCI constă în elaborarea cursului digital (CD), şi a complexului de programe de instruire corelate pentru o anumită disciplină [154]. Prin urmare, SCI constă din cursul digital (CD), utilizând diferite forme şi metode de prezentare a materialului de instruire şi setul de programe de instruire (SP software-ul pedagogic) corelate pentru disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”*. Proiectat într-o nouă abordare, atât ştiinţifică, cât şi pedagogică cursul universitar digital reprezintă produsul software ce oferă utilizatorilor accesul comod şi eficient la cunoştinţele şi informaţiile cele mai noi, metode noi şi eficiente de predare, învăţare şi evaluare a cunoştinţelor, instruire şi formare permanentă, în scopul obţinerii unei experienţe privind înţelegerea şi stăpânirea de cunoştinţe şi competenţe din domeniul cunoaşterii inteligenţei artificiale.



$UÎ_i^n$ - unităţi (doze) de învăţare, CD-curs digital

Fig. 2.1. Structura SCI elaborat

Programele de instruire sau software-ul pedagogic reprezintă un ansamblu de unităţi de dialog om-calculator, în maniera logică, fiecare fiind un set de unităţi informaţionale de învăţare, care răspund unui obiectiv pedagogic precis, întreg ansamblul fiind subordonat unui scop educativ, proiectat pentru însuşirea competenţelor la tema dată a disciplinei *„Inteligenţa artificială”*. *Unităţile de învăţare* sunt porţiuni mici de informaţie (texte introductive, desene, texte-sarcini, răspunsuri aşteptate, comentarii la răspunsuri, texte ce explică informaţiile etc.) [154]. Astfel, în SCI studierea unei teme separate a disciplinei se efectuează conform *scenariului de instruire*, realizat în SP, iar studierea întregii discipline se realizează cu ajutorul CD.

Împărţirea în unităţi de învăţare sau *secvenţe de instruire* mai extinse sau mai comprimate, urmate de feedback, permite parcursuri individuale prin intermediul instruitului, prin dozarea timpului şi a efortului, în funcţie de capacităţile cognitive. Datorită nivelului ridicat de interactivitate, utilizatorul poate să-şi aleagă traseul propriu în studierea informaţiilor dorite. Astfel, una dintre cele mai fructuoase abordări de dezvoltare a modelului computerizat se bazează pe reprezentarea acestuia sub forma unui sistem de ghidare a activităţii cognitive a subiectului, de orientare a procesului de achiziţie de cunoştinţe în conformitate cu o schemă dată. În acest sens există diferite variante de clasificare a activităţii cognitive. Cercetătorul rus Беспалько В .П. propune următoarea clasificare: [38]:

1) Nivelul de *recunoaştere* se caracterizează prin posesia unor cunoştinţe fragmentare despre obiectul de studiu.

2) Nivelul de *cunoaştere* şi înţelegere a cunoştinţelor constă în achiziţia, asimilarea şi consolidarea cunoştinţelor la nivel de concepţii generale.

3) Nivelul de *reproducere* şi valorificare a cunoştinţelor reprezintă explicarea, interpretarea şi analiza unor variate fenomene, situaţii, procese şi rezultatele posibile ale acestora prin aplicarea cunoştinţelor fundamentale proprii.

4) Nivelul de *aplicare* caracterizat prin capacitatea de a utiliza cunoştinţele dobândite la soluţionarea unor sarcini practice de un grad anumit şi de a formula concluzii bine argumentate, prin prezentarea şi interpretarea unei decizii, ca modalitate de ilustrare a regulilor, metodelor, tehnicilor şi procedeelor de analiză şi cercetare deja cunoscute şi asimilate.

5) Nivelul de *transformare (creare)* şi integrare se caracterizează prin abaterea de la facilităţile existente şi activitatea de învăţare, care obţine un caracter flexibil şi de cercetare. La acest nivel instruitul este capabil să creeze noi cunoştinţe. Metodele de instruire, folosite la acest nivel, stimulează gândirea productivă, care are loc în prezenţa unei situaţii problemă şi un grad ridicat de motivaţie a instruitului.

Nivelurile procesului însuşirii cunoştinţelor se caracterizează prin utilizarea unor metode specifice de instruire asistată de calculator, adoptându-se drept criterii gradul maxim de implicare a instruitului în procesul dirijării instruirii propriu-zise, şi obiectivul final al instruirii.

Prin urmare, în dependenţă de scopul instruirii, CD trebuie să dirijeze procesul cognitiv la unul dintre nivelurile indicate. Totodată, ar fi de dorit existenţa unui CD destul de universal, care ar permite setarea caracteristicilor la nivelul dorit de activitate cognitivă, în funcţie de obiectivele de instruire.

În procesul activităţii de învăţare, studentul trebuie să achiziţioneze competenţele necesare, astfel încât funcţia CD reprezentă dirijarea succesiunii acţiunilor cognitive, pentru ca

instruitul să atingă scopul propus. Sunt identificate următoarele tipuri de dirijare (coordonare) a procesului cognitiv [8].

1. *Dirijarea deschisă* (buclă decuplată) realizează dirijarea activităţii cognitive conform unui algoritm prestabilit, fără un diagnostic a stării intermediare a procesului de învăţare.

2. *Dirijarea închisă* necesită o monitorizare continuă a procesului activităţii cognitive şi corecţia acestuia în cazul identificării abaterilor la diferite etape. Este necesar feedback-ul de la student la CD şi verificarea continuă instruirii curente.

3. *Dirijarea mixtă* presupune utilizarea la diferite etape a combinaţiilor dintre tipurile de dirijare deschisă şi închisă.

Toate interacţiunile în timpul instruirii se realizează prin intermediul proceselor informaţionale. Se disting procese informaţionale difuze şi direcţionale [8]. În procesul informaţional difuz informaţia de la sursă (de la SCI) este trimisă către toţi instruiţii, indiferent dacă percep sau nu aceştia. În procesul informaţional direcţional informaţia este orientată de la sursa de informaţii spre un instruit concret, luând în considerare caracteristicile sale individuale.

În funcţie de obiectivele selectate de instruire, CD poate realiza dirijarea automată atât închisă, cât şi deschisă, atât cu procesul informaţional difuz, cât şi direcţional.

Următorul element al SCI este SP. Ţinem să menţionăm că, în dependenţă de tipul cunoştinţelor formate, programele computerizate de instruire, la rândul lor se divizează în:

1. *Programe computerizate de formare a cunoştinţelor cognitive* care au scopul de a forma cunoştinţe la nivelul înţelegerii fenomenelor, teoriilor, legilor, proceselor incluse în materialul instructiv. Aceste programe prevăd realizarea unui proces instructiv utilizând doar informaţia digitală şi posibilităţile calculatorului de a reda materialul instructiv prin grafică, culori, multiplicare. Materialul instructiv este divizat în două compartimente - cel care apare pe ecran în timpul instruirii şi cel care se află în baza de date şi poate fi chemat suplimentar de către instruit. O mare parte din aceste programe mai sunt numite şi manuale electronice. Aceste manuale nu sunt doar nişte cărţi obişnuite realizate sub formă digitală, deseori ele conţin în loc de imagini statice, chiar secvenţe video, care ridică cu mult gradul de asimilare a materialului;

2. *Programe computerizate de formare a cunoştinţelor aplicative* sunt orientate în exclusivitate spre formarea aptitudinilor şi deprinderilor de a opera cu cunoştinţele acumulate. Aceste programe conţin un număr mare de probleme şi exerciţii cu model de rezolvare a lor, astfel realizând un proces de instruire computerizat la nivelul cunoştinţelor aplicative;

3. *Programe computerizate de instruire mixte* înglobează în sine ambele programe examinate mai sus. Ele sunt destul de practice în studierea discipline exacte, când materialul instructiv este neînsemnat, accentul principal fiind pus pe formarea cunoştinţelor aplicative [2].

Structura programelor computerizate de instruire este unică şi include c*omponentele*:

- *Cadrele instructive* aranjate în programul computerizat de instruire într-o anumită ordine şi fiecare dintre ele conţine: porţiuni de material instructiv (unităţi de învăţare); ecranul demonstrativ; material ilustrativ; proba pentru evaluarea cunoştinţelor acumulate (întrebarea pentru evaluare); analizatorul răspunsului; reacţia programei la răspuns; acordarea de ajutor pentru a favoriza găsirea răspunsului; servicii suplimentare, accesorii (figura 2.2).

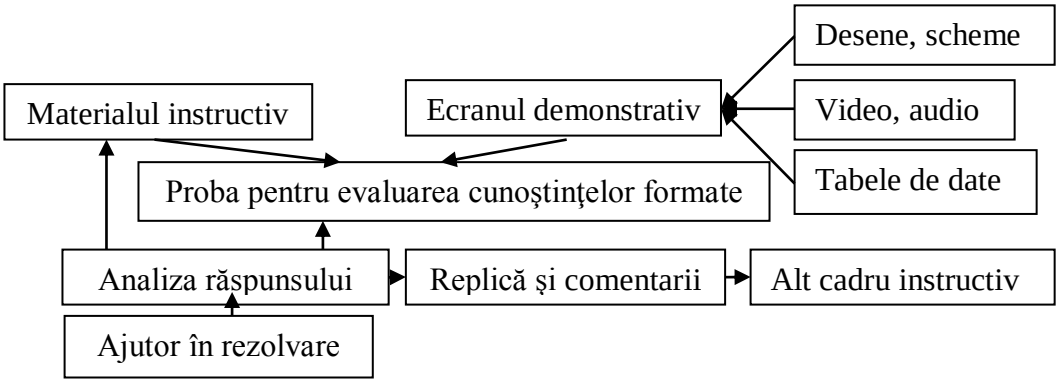


Fig. 2.2. Schema conceptuală a unui cadru instructiv

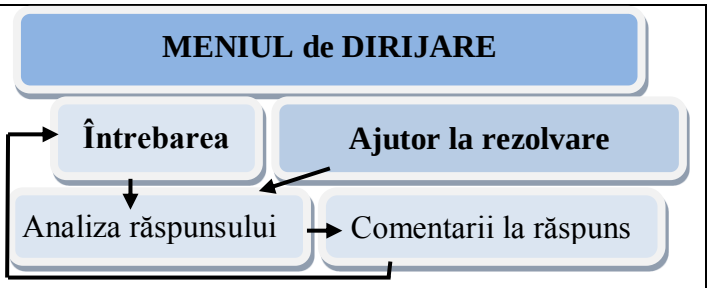
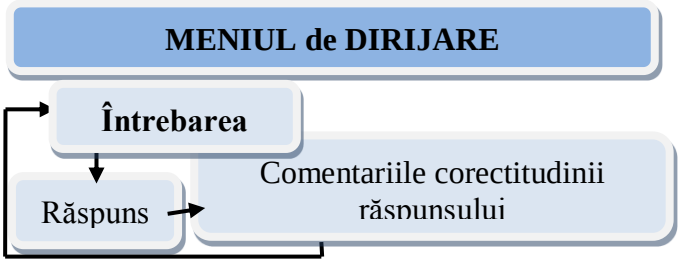
- *Algoritmul artificial de instruire* - subprogramul cadrului instructiv ce realizează algoritmul de interacţiune a programului cu instruitul, pentru ca el să însuşească definitiv porţiunea de material instructiv, inclusă în acest cadru. Pentru aceasta sunt prevăzute sugestii, material instructiv suplimentar, exemple de aplicare a noţiunilor, teoriilor ce se conţin în acest material instructiv;

- *Modelele educaţionale* care dirijează cu procesul de formare a cunoştinţelor.

În funcţie de dozele de informaţii (cadre) incluse în SP, se deosebesc următoarele tipuri de programe de instruire (tabelul 2.1):

Tabelul 2.1. Tipuri de programe de instruire

Tipul	Schema unui cadru instructiv are forma:
1. *Programe computerizate de instruire* (PI) realizează un act instructiv conform unor algoritmi strict determinaţi, pe cât un profesor poate să improvizeze, să modifice tehnologiile educaţionale în procesul instructiv-educativ, realizând cel mai eficient algoritm.	**MENIUL de DIRIJARE** Ecranul / Materialul instructiv **Întrebarea** Introducerea răspunsului Comentarii-explicaţii la răspuns

2. *Programe computerizate de antrenare* (PA) sunt programe computerizate de instruire care prevăd formarea cunoştinţelor aplicative.	
3. *Programe computerizate de evaluare* (PE) sunt programe de apreciere a nivelului (iniţial, curent, final) de cunoştinţe.	

În programele computerizate de instruire cadrele instructive pot fi de diferit nivel de dificultate sau pot fi prezentate instruitului într-o diferită succesiune. De asemenea, menţionăm că, în dependenţă de ordinea de prelucrare a succesivităţii cadrelor instructive în practică se deosebesc trei algoritmi generali de instruire:

- *liniar* (figura 2.3, a) care prevăd prezentarea cadrelor de acelaşi nivel de dificultate, consecutiv unul după altul, pentru toţi instruiţii;
- *ramificat* (figura 2.3, b) include o consecutivitate de cadre în care instruiţii de diferite niveluri de pregătire parcurg căi individuale de instruire, adică în cazul unui răspuns corect, cadrele suplimentare pot fi omise, în caz contrar se adaugă cadre suplimentare. Astfel se realizează un algoritm parţial individual de instruire, ceea ce ne dă posibilitatea să menţinem în lucru mai mulţi instruiţi;
- *adaptiv* pe bază de modele educaţionale (figura 2.3, c) include cadre instructive de mai multe niveluri (de obicei trei) şi diverse modele educaţionale, destinate instruiţilor cu diferite niveluri de pregătire.

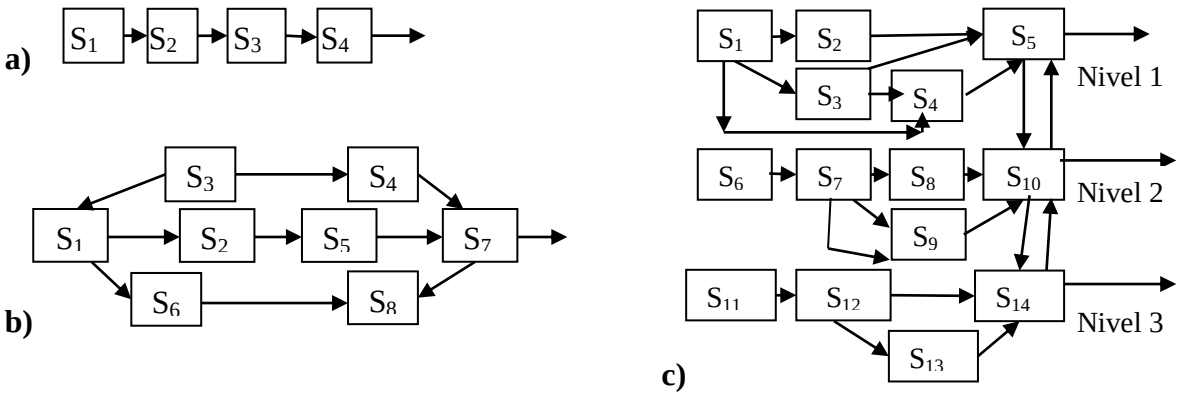


Fig. 2.3. Schemele conceptuale ale diferitor algoritmi de instruire

a)- liniar; b)- ramificat; c)- adaptiv; S_i – cadre instructive (doze de material instructiv)

SP sunt componente fundamentale în SCI la elaborarea cărora se ţine cont de principiile „economia conţinuturilor” şi „legea necesităţii şi diversificării”.

Se cunosc trei etape de elaborare (dezvoltare) ale SP [111]:

1) *empirică* bazată exclusiv pe experienţa şi intuiţia autorului (de obicei, porneşte de la disciplina de studiu spre obiectivele instruirii şi finalizează cu implementarea software-ului);

2) *teoretică*, în cazul în care documentaţia educativ-metodică devine temei psihopedagogic şi definirea se realizează de la proiectarea procesului educaţional, considerat unitate a activităţilor de învăţare şi instruire, spre tehnologiile şi metodele de instruire şi doar apoi, are loc implementarea programată. Instruirea prin intermediul abordării teoretice este considerată ca gestionare (dirijare) a activităţii învăţare.

3) *utilizarea resurselor, ideilor şi metodelor computerizate* în procesul de învăţare. Această etapă se distinge prin optimizarea continuă a selectării şi utilizării materialelor instructive, inclusiv şi a tehnicii de calcul.

Proiectarea programelor de instruire presupune interrelaţionarea mai multor categorii de variabile, respectiv obiectivele programului, conţinutul instruirii, metodele şi mijloacele ce vor fi folosite. Toate acestea trebuie să fie stabilite prin raportare permanentă la criteriile de evaluare, care pot cuantifica, proba succesul sau insuccesul unui program de instruire. Deci proiectarea programelor de instruire reprezintă un proces cu mai multe niveluri, în care Машбиц Е.И. distinge patru niveluri: conceptual, tehnologic, operaţional, de implementare.

La nivelul conceptual, sunt determinate obiectivele pe termen scurt şi lung ale învăţării:

(a) se stabilesc modelele activităţii de instruire şi de învăţare;

(b) se descriu mecanismele psihologice şi principiile de instruire în forma unor regulamente concrete;

(c) se determină tipurile activităţii cognitive ale instruiţilor;

(d) se descriu componentele de bază ale activităţii de învăţare şi nivelul lor de formare;

(e) se definesc metodele de coordonare (dirijare), legătura de feedback, gradul de independenţă al instruiţilor, măsurile de intervenire cu ajutor.

La nivelul tehnologic, se descrie proiectul programului de instruire sub forma unor indicaţii concrete privind coordonarea activităţii de învăţare.

La nivelul operaţional se determină gradul de individualizare a instruirii, tipul dialogului la calculator etc.

La nivelul de implementare (realizare) se stabileşte algoritmul general de instruire reprezentat sub formă de scenariu.

Pentru realizarea unui SP nu este suficient ca acesta să fie elaborat doar de către un informatician/programator. Este necesar ca munca acestuia să fie colaborată cu cea a unui

pedagog şi cu cea a unui specialist din domeniul pentru care este creat acest produs program. Principalele etape de elaborare ale SP sunt [154]:

1. *Stabilirea obiectivelor* care trebuiesc îndeplinite în procesul de instruire, obiective care descriu performanţele finale ale instruiţilor. Conţinutul obiectivelor va include condiţii speciale pentru evaluarea performanţelor, o descriere a comportamentului sistemului şi criteriile după care vor fi evaluate performanţele instruiţilor. Conform taxonomiei obiectivelor pedagogice, după domeniul la care se referă distingem: a) *obiective cognitive* (cunoaştere, comprehensiune, aplicare, analiză, sinteză, evaluare) se referă la asimilarea de cunoştinţe, la formarea de capacităţi intelectuale; b) *obiective afective* vizează formare convingerilor, sentimentelor, atitudinilor; c) *obiective psihomotorii* (percepere, dispoziţie, reacţie, automatism) se referă la operaţii manuale, la formarea de conduite motrice, practice.

2. *Identificarea cunoştinţelor care trebuie predate*, în funcţie de scopul final al procesului de instruire şi de nivelul de pregătire minim pe care trebuie să îl atingă instruitul.

3. *Alegerea itemilor de verificare* în funcţie de obiectivele de instruire, rezultatele îndeplinirii lor vor permite determinarea nivelului de formare a cunoştinţelor, abilităţilor şi competenţelor corespunzătoare.

4. *Selectarea tipului şi formei* SE, având în vedere că: (a) sunt necesare alcătuirea programelor de instruire corespunzător temelor prevăzute studiului individual; (b) ar trebui alcătuite programele de antrenare pentru temele disciplinei, care au fost descrise prescurtat la prelegere; (c) ar trebui create programe de evaluare ale cunoştinţelor; (d) SP (de tip) mixte corespund în mare măsură principiilor dialogului adaptiv, însă necesită cheltuieli semnificative pentru elaborare; (e) SP (de tip) liniare sau ramificate corespund parţial principiilor instruirii adaptive, însă necesită cheltuieli mai mici la constituirea acestora, decât cele adaptive (de multe niveluri).

5. *Organizarea conţinutului şi secvenţelor de învăţare* într-un mod care să permită atingerea obiectivelor.

6. *Alegerea porţiunilor de material instructiv* conţinut în cadrele instructive. În partea instructivă a programului, acestea prezintă în sine o porţiune a materialului de învăţare (texte, imagini şi scheme).

7. *Stabilirea itemilor* de diferită dificultate*, conţinutului testelor* de evaluare a cunoştinţelor însuşite la tema dată.

8. Alegerea răspunsurilor posibile la itemii propuşi.

9. *Alegerea metodelor, a explicaţiilor, demonstraţiilor, elementelor practice, comentariilor şi a concluziilor* folosite în procesul de instruire;

10. La elaborarea programelor ramificate şi combinate (mixtă) este de dorit să alcătuim graful scenariului dialogului, astfel uşurând elaborarea SP.

11. Verificarea experimentală şi finalizarea programelor.

Structura logică a sistemului de instruire.

Structura SCI reprezintă un model computerizat al procesului de instruire. Esenţial în organizarea procesului de instruire reprezintă modelarea conţinutului acestuia, repartizarea materialului instructiv în dependenţă de timp. Structura conţinutului materialului instructiv reprezintă baza teoretică, în jurul căreia, se concentrează regulile şi proprietăţile de bază care au implementare practică.

La etapa stabilirii obiectivelor şi conţinutului materialului instructiv, este necesar de a elabora *modelul cunoştinţelor* instruitului (Mc) şi *modelul disciplinei* (Md). *Modelul cunoştinţelor* reflectă informaţia despre cunoştinţele, aptitudinile şi deprinderile ce trebuie să le manifestate instruitul pe parcursul instruirii computerizate pentru a efectua o instruire adaptivă, strict individualizată. În afară de aceasta, modelul conţine informaţia despre cerinţele faţă de cunoştinţe pe care trebuie să le acumuleze instruitul în fiecare *cadru instructiv,* la studierea temei şi integral disciplinei date. Deci, acest model va determina nivelul cunoştinţelor (fragmentare, cognitive, aplicative etc.) atins în rezultatul instruirii computerizate şi va dirija procesul instructiv în aşa fel, ca nivelul cunoştinţelor obţinute să corespundă cerinţelor acestei programe. Se determină de asemenea succesivitatea studierii *cadrelor instructive,* ierarhia lor în formarea cunoştinţelor de mai multe niveluri, legătura lor cu materialul instructiv din alte teme, discipline etc. *Modelul disciplinei* determină conţinutul disciplinei care va fi studiată, structura (relaţiile reciproce) şi nivelul cunoştinţelor care trebuie atins cu ajutorul acestei programe. În baza Mc şi Md, se elaborează modelul cunoştinţelor şi disciplinei – MC pentru formarea specialiştilor domeniului dat. Reprezentarea cunoştinţelor este o modalitate de transformare (convertire) a cunoştinţelor umane în structurile de date, constituite din reguli, fapte etc.

Modelul instruitului (MI) ia în consideraţie gradul de reactivitate, de atenţie, numărul de probe, de răspunsuri, gradul de concentrare asupra problemei, timpul necesar lui pentru rezolvarea probei de evaluare. Modelul instruitului reprezintă una din bazele de cunoştinţe din structura SCI, care conţine informaţia necesară despre adaptarea, atât la grupul de utilizatori, cât şi la fiecare utilizator în particular. Prin modelul instruitului pot fi înţelese cunoştinţele pedagogului (sistemului de instruire) despre instruit şi utilizarea acestora în organizarea procesului instructiv.

Modelul instruitului îl vom reprezenta sub formă de model-vector: $MI=\{M_{i1},M_{i2}\}$. Componenta $M_{i1}=\{m_1^1,m_2^1,\ldots,m_n^1\}$, unde m_i^1 reprezintă nivelul de cunoştinţe şi competenţe

obţinute anterior la discipline înrudite (de exemplu fundamentele programării, baze de date, sisteme de operare), *i*-numărul disciplinei, *n*–numărul disciplinelor studiate.

La etapa iniţială de instruire, acest model este utilizat pentru adaptarea la grupul de utilizatori şi concretizarea conţinutului instructiv.

În funcţie de contingentul de studenţi, unele teme ale disciplinei pot fi omise sau studiate în volum redus etc. Anume, componenta M_{i1}, se foloseşte la formarea modelului cunoştinţelor (MC). În general, modelul M_{i1} prezintă un set de indicatori: denumirea (numărul) secţiunii disciplinei studiate anterior; nota obţinută la studierea acestei secţiuni; timpul de studiu; nivelul instruitului („insuficient", „minim", „mediu", „superior") etc.

M_{i2} conţine componentele care caracterizează activitatea individuală a instruiţilor în timpul dialogului cu calculatorul. Una dintre variantele posibile M_{i2}:

$M_{i2}=\{m_1^2, m_2^2, m_3^2, m_4^2, m_5^2, m_6^2, m_7^2, m_8^2\}$, unde:

m_1^2 - numărul relativ de puncte acumulate;

m_2^2- numărul de sesiuni de lucru cu sistemul dialog;

m_3^2- numărul de cereri de ajutor de la SCI sau profesor;

m_4^2- numărul relativ până la sfârşitul îndeplinirii itemilor (sarcinilor);

m_5^2- numărul total de încercări de îndeplinire al itemilor;

m_6^2- perioada medie de timp;

m_7^2- numărul de erori în timpul selectării regimului de lucru al SCI;

m_8^2- caracteristici psihofiziologice.

Indicatorul m_8^2 poate fi folosit la afişarea comentariilor. În cel mai simplu caz, este posibilă elaborarea programului de instruire fără modelul (MI), dar în acest caz aceasta nu va satisface pe deplin cerinţele de instruire cu adaptare individuală.

Modelul de dirijare a procesului de instruire modelează algoritmul de formare a cunoştinţelor prin instruirea computerizată precum şi algoritmul de instruire în cadrul instructiv. Elaborarea modelelor de dirijare a procesului de instruire (Mdir) se reduce la alegerea tipului de dirijare (deschisă, închisă, mixtă), tipul proceselor informaţionale (difuze, direcţionale), tipul şi forma SP. Astfel, dirijarea activităţii cognitive se realizează cu ajutorul a două modele de interconectate MC şi Mdir.

Corelaţia dintre modele educaţionale într-un program computerizat de instruire cu modele educaţionale o vom reprezenta grafic în felul următor:

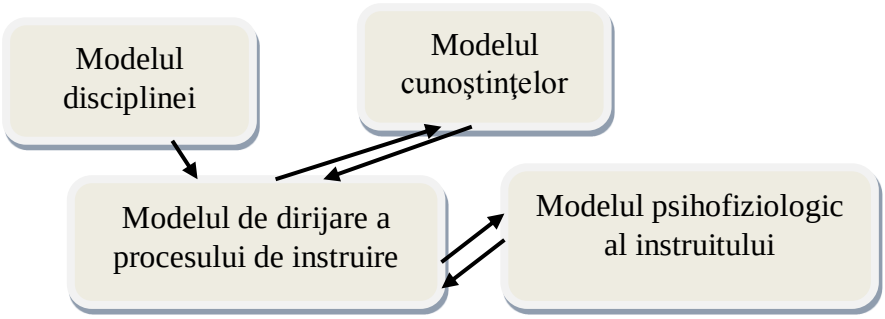


Fig. 2.4. Corelaţia modelelor educaţionale (adaptat după Bounegru T. [2])

Deci SCI, reprezintă sisteme de învăţare digitale universale multifuncţionale, care includ tot setul de materiale didactice: programul de lucru, manual electronic de învăţare, bancă de itemi, mijloace de evaluare.

Structura SCI reprezintă modelul computerizat al procesului de instruire, care include: modelul cunoştinţelor, modelul disciplinei studiate, modelul instruitului, modelul de dirijare. În această ordine de idei, conchidem că, pentru realizarea tuturor funcţiilor, SCI trebuie să conţină cunoştinţe de trei tipuri:

- *despre disciplină* (modelul disciplinei). Modelul disciplinei reflectă structura programului computerizat şi poate fi utilizat la determinarea secvenţei de învăţare şi de evaluare.
- *despre instruit* (modelul instruitului). Modelul instruitului include setul de parametri actualizat în mod dinamic care reflectă caracteristicile generale ale instruitului, precum şi proiecţia cunoştinţelor sale la cunoştinţele sistemului (la modelul disciplinei).
- *despre strategiile de instruire*, tactici şi euristici de conducere a procesului de instruire. Strategia de instruire determină secvenţa de învăţare (pe baza modelului disciplinei) şi generează itemi pentru verificarea cunoştinţelor instruitului (pe baza modelului instruitului).

Prin urmare, în baza celor expuse, reprezentăm grafic în figura 2.5 structura logică a SCI:

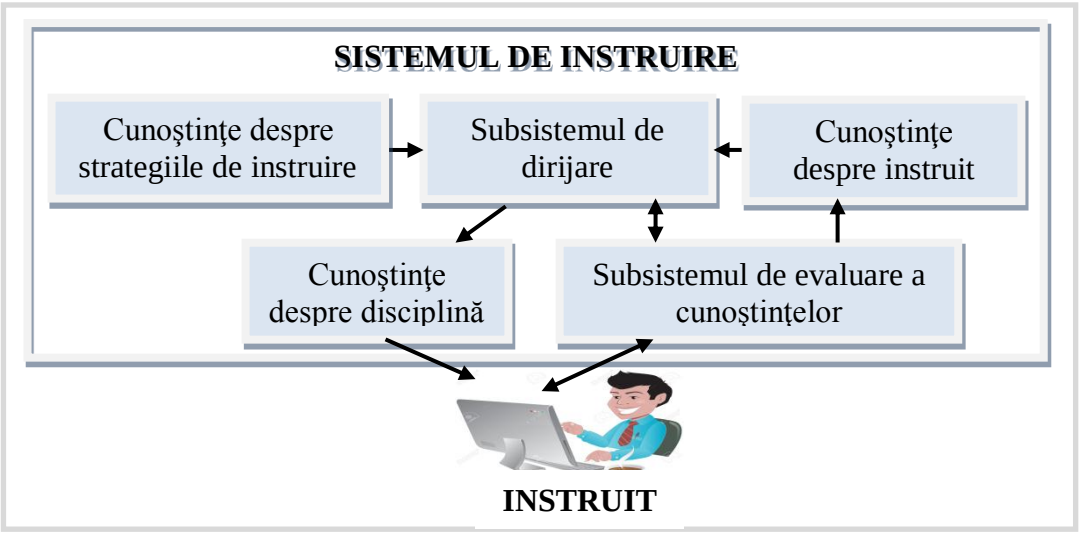


Fig. 2.5.Modelul logic al SCI elaborat

2.2. Elaborarea modelului pedagogic de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor prin implementarea SCI la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”*

La elaborarea SCI, ţinem cont că, există trei abordări de bază a proiectării programelor de instruire: 1) empirică, 2) teoretică, 3) utilizarea resurselor, ideilor şi metodelor computerizate în procesul de învăţământ. În cercetare vom urma abordarea teoretică cu utilizarea resurselor, ideilor şi metodelor computerizate, fără a exclude însă modul empiric de proiectare a SCI.

Tehnologia propusă de elaborare a produselor software pedagogice, reprezintă dezvoltarea poziţiilor descrise în lucrările cercetătorilor Новицкий Л.П., Зайцев Л.В., Грибков В.А. [11] şi, de asemenea, reflectă experienţa personală de muncă a autorului în această direcţie. Astfel, în vederea atingerii scopului propus, şi anume, elaborarea unui SCI care să îndeplinească cerinţele formulate sub următoarele obiective concrete [130]:

1. formularea obiectivelor procesului de instruire cu utilizarea SCI;
2. determinarea modalităţilor finale de evaluare a competenţelor studenţilor;
3. formularea cerinţelor şi condiţiilor de aplicare a SCI;
4. elaborarea metodelor potrivite pentru comunicarea instruitului cu calculatorul;
5. elaborarea metodelor optime de ordonare/prezentare a conţinutului instructiv în SCI;
6. elaborarea SP necesare;
7. efectuarea unui test experimental al sistemului, care evaluează oportunitatea didactică a acestuia la utilizarea în procesul de învăţământ.

În selectarea conţinutului SP, ne-am ghidat de principiul de corespundere a conţinutului formelor şi a metodelor de instruire, criteriilor de validare (precizia cu care programul dezvăluie cunoştinţele studenţilor) şi relevanţei, care este aproape de validare.

SCI, din perspectiva pedagogiei integrative, este asociat constructivismului (cognitiv şi social) şi teoriei sistemelor. Eficacitatea educaţională rezidă din structurarea şi optimizarea conţinutului de profesor (agent pedagogic ş.a.) şi personalizarea conţinuturilor de instruit. De aceea, la proiectarea SCI o atenţie deosebită se acordă asigurării informaţionale.

Macavei E. [173, p. 191] remarcă că prin intermediul învăţării informaţiilor, are loc *formarea competenţelor de cunoaştere* (percepere şi observare, memorare şi gândire), a *strategiilor cunoaşterii* (algoritmice, euristice, inductive, deductive, analogice) a *atitudinii faţă de învăţare, de cunoaştere* (asumarea riscului cognitiv, capacitatea de efort şi *autodepăşire*, curiozitatea, dorinţa de noutate), a *motivaţiei învăţării*. Ionescu M. [15 , p. 59] apreciază selectarea conţinutului, dezvoltarea capacităţilor intelectuale şi a creativităţii, cultivarea intereselor cognitive, formarea aptitudinii de investigare ştiinţifică, precum şi un stil de muncă independentă prin valorificarea tehnologiilor informaţionale.

Analiza efectivului de viziuni savante asupra proceselor de proiectare şi elaborare SE şi ansamblului de factori esenţiali pentru dezvoltarea unui SCI adecvat, expuşi anterior detaliat în prezenta lucrare, ne-a determinat să identificăm elementele utile în proiectarea/modelarea pedagogică a conţinutului. În viziunea cercetătorului rus Дахин А. Н. [153] modelarea în aspect pedagogic poate fi de tip logic sau matematic, în contextul clasificării modelării în trei tipuri: fizic, logic şi matematic. În pedagogie se modelează conţinuturile instruirii, dar şi activitatea de învăţare. În sens îngust, utilitar, modelele ştiinţifice se proiectează ca aparat de predare a unei discipline şi are menirea de a asigura dobândirea competenţelor necesare studenţilor pentru rezolvarea situaţiilor semnificative din viaţă. Дахин А. Н. [153] propune patru etape de modelare pedagogică:

1. Analiza domeniului cercetat;
2. Identificarea şi stabilirea sistemului componentelor obiectului studiat, precum şi formularea criteriilor de verificare a deplinătăţii lor;
3. Selectarea setului minim de componente de bază şi determinarea relaţiilor de interdependenţă între ele (logice, funcţionale, semantice, tehnologice etc.);
4. Dezvoltarea dinamică a modelului: a) formularea şi definirea problemei; b) stabilirea regulilor de funcţionare a sistemului, inclusiv parametrii optimi necesari pentru descrierea comportamentului obiectului; c) analiza posibilităţii de dezvoltare a modelului; d)stabilirea modului în care va reacţiona modelul la acţiunea unor factori externi; e) descrierea şi analiza condiţiilor de incertitudine a obiectului modelat.

După cercetătorii moldoveni Lupu I., Cabac V. şi Gîncu S. [55], modelarea pedagogică implică creativitate şi se realizează după schema din figura 2.6.

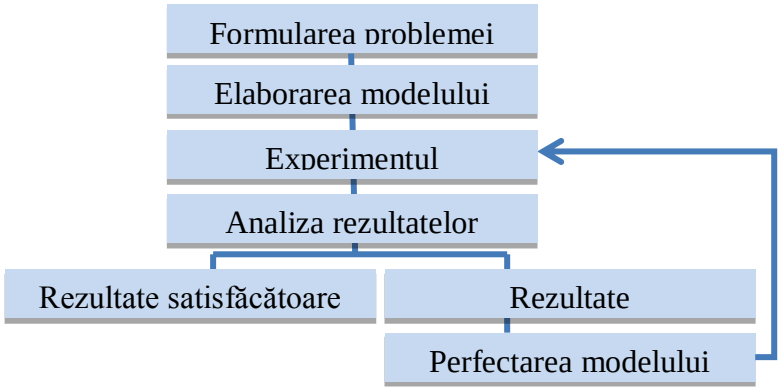


Fig. 2.6. Etapele modelării pedagogice

În cercetarea noastră, procesul de instruire, de formare profesională cuprinde *domeniul programării* caracterizat de cercetătorii autohtoni Deinego N. şi Cabac V. [61] printr-un şir de particularităţi: (a) necesitatea de aliniere continuă la schimbările extrem de rapide, care au loc în domeniul TIC; (b) elaborarea produselor program moderne presupune lucrul în echipă; (c) în condiţiile organizării învăţământului universitar pe cicluri, formarea specialistului presupune

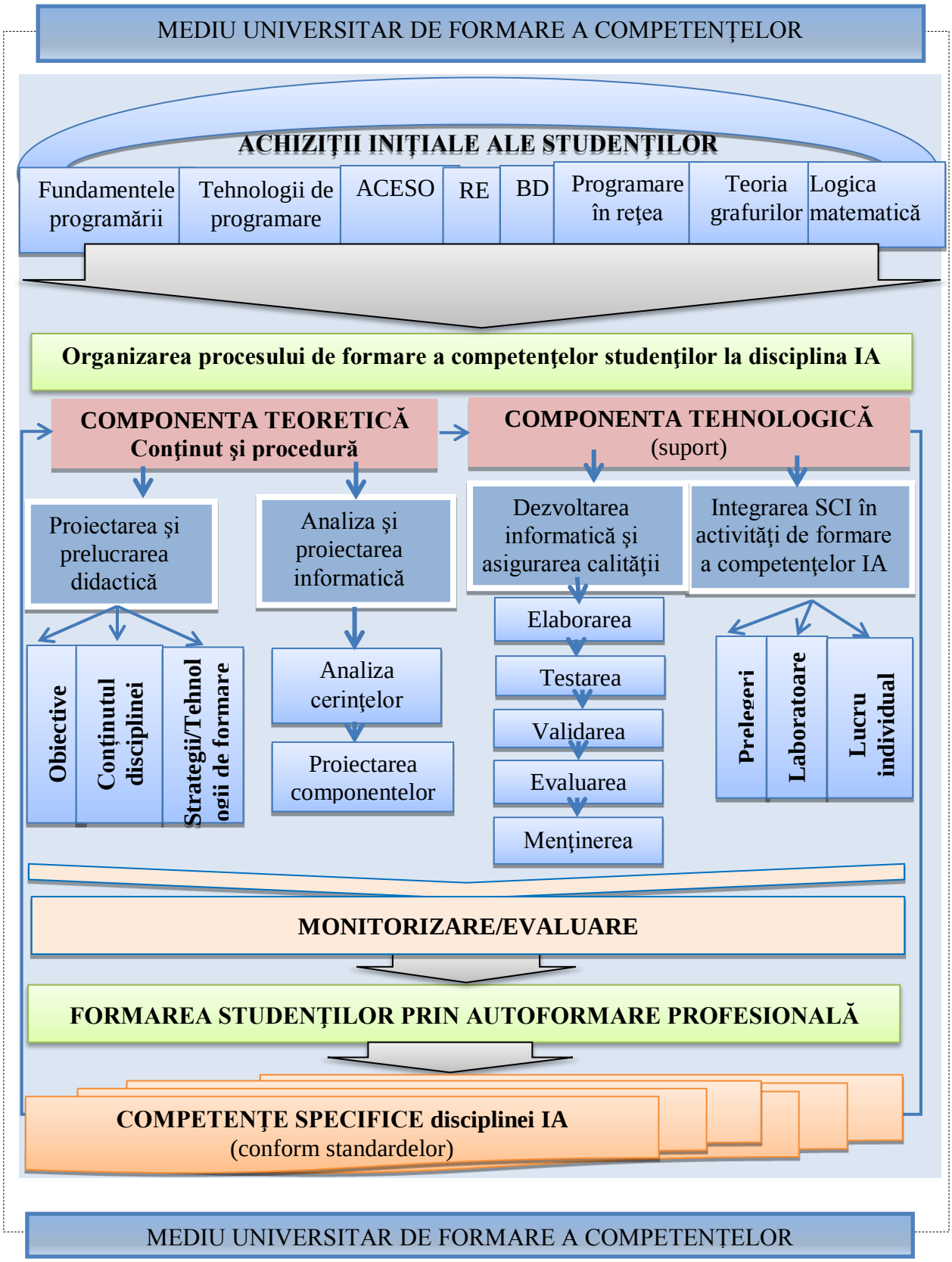
achiziţionarea unui fundament solid, care asigură dezvoltarea profesională şi face posibilă perfecţionarea pe parcursul întregii vieţi.

Obiectul cercetării noastre reprezintă cursul universitar *„Inteligenţa artificială”*. Prin urmare, este necesar să elaborăm modelul cursului, care constituie resursa pedagogică esenţială, reprezentând baza generativă pentru formarea competenţelor profesionale generale, specifice disciplinei şi transversale. *Scopul principal* al cursului *„Inteligenţa artificială”* vizează *studierea metodelor, tehnicilor şi tehnologiilor necesare construirii sistemelor informatice performante şi dezvoltării de aplicaţii inteligente pentru rezolvarea problemelor reale, complexe în domenii care, de obicei, necesită activitatea unor specialişti umani*. Cercetările în inteligenţa artificială au drept rezultat nu numai extinderea remarcabilă a posibilităţilor de aplicare a calculatoarelor ci şi sporirea cunoaşterii noastre despre însăşi procesele cognitive umane.

În contextul celor expuse, dobândirea competenţelor presupune asimilarea de resurse prin aplicarea diferitor metode de predare/învăţare, având ca finalitate rezolvarea unui set de situaţii specifice. Din această perspectivă putem conchide că, avem nevoie de selectarea resurselor necesare pentru elaborarea unui model pedagogic (MP) de formare/dezvoltare a competenţelor.

Astfel, după o analiza profundă a cerinţelor impuse de imperativele timpului şi a practicilor de utilizare a tehnologiilor informaţionale în formarea iniţială a specialiştilor de informatică au fost obţinute valori ştiinţifice, care constituie repere în elaborarea *MP de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor* prin valorificarea SCI la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”* (figura 2.7).

Valorificarea SCI în procesul de formare a competenţelor profesionale a studenţilor are ca finalitate modernizarea şi interactivitatea procesului, prin introducerea unor metode noi şi eficiente de predare a disciplinelor. Modelul pedagogic (figura 2.7) presupune prezenţa a două componente: ***componenta teoretică*** şi ***componenta aplicativă***, care determină elaborarea metodologiei de formare a competenţelor şi integrarea conţinuturilor specifice cursului universitar *„Inteligenţa artificială”* prin valorificarea SCI, şi, respectiv, aplicarea metodologiei şi evaluarea rezultatelor obţinute.



ACESO- „Arhitectura calculatoarelor electronice şi Sisteme de operare”, RE- „Reţele de calculatoare” BD- „Baze de date”

Fig. 2.7. MP de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor prin implementarea SCI la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”*

Pe parcursul mai multor ani, autorul a pus în aplicare componentele actuale ale acestui model complex, axat pe mai multe principii specifice, dintre care esenţiale cercetării noastre sunt:

– *Principiul abordării integrate* conform căruia conţinutul cursului va fi structurat într-un model integrat, format dintr-o mulţime de situaţii specifice inteligenţei artificiale. Soluţionarea fiecărei situaţii va duce în mod implicit la atingerea scopului final.
– *Principiul sistematizării şi continuităţii în învăţare* se referă la asigurarea continuităţii ierarhice între cunoştinţele deja formate şi cele ce urmează a fi formate, prin diferite forme de instruire cu utilizare a tehnologiilor informaţionale. Anume prin intermediul acestui principiu majoritatea competenţelor formate participă la formarea şi dezvoltarea de noi competenţe.
– *Principiul corelaţiei inter-disciplinare* ce presupune abordarea unui demers didactic interferat cu alte discipline de specialitate. Paradigma de programare logică utilizată în inteligenţa artificială este asemănătoare stilului de gândire umană, ceea ce face aproape imposibil de a ignora corelaţia dintre IA şi alte discipline, inclusiv a disciplinelor de specialitate.
– *Principiul integrării teoriei cu practica* ce reprezintă valorificarea cunoştinţelor prin soluţionarea diferitor sarcini practice. Strategia didactică aplicată în acest caz presupune:
  (1) crearea unor situaţii în care studenţii se confruntă cu probleme practice ce nu pot fi soluţionate în absenţa cunoştinţelor teoretice;
  (2) acumularea cunoştinţelor teoretice;
  (3) reîntoarcerea la problemele practice şi soluţionarea lor pe baza noilor cunoştinţe;
  (4) identificarea de noi probleme practice, care pot fi soluţionate cu ajutorul teoriei însuşite.

Aplicarea acestui principiu din perspectiva IA presupune:

  (a) analiza proiectelor deja elaborate;
  (b) dezvoltarea proiectelor elaborate;
  (c) elaborarea propriilor proiecte în baza competenţelor formate şi a proiectelor analizate.

– *Principiul aplicabilităţii* vizează combinarea şi utilizarea strategiilor în funcţie de specificul nevoilor şi problemelor studenţilor.

În acelaşi timp, modelul elaborat în cadrul cercetării se deosebeşte de alte modele existente prin:

(A) *scopul propus* – creşterea calităţii şi optimizarea procesului de studiere a disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”* prin utilizarea SCI sub aspect multifuncţional: ca instrument de învăţare/evaluare în procesul de formare iniţială a viitorilor specialişti în domeniile informaticii;

(B) *conţinuturile selectate* - corelarea cu standardul curricular la disciplinele informatice pentru programele de studii universitare;

(C) *structurarea conţinuturilor* în unităţi de învăţare, prin prisma eficientizării activităţii de învăţare la disciplina IA implementate în SCI, care permit a forma studentului noi competenţe şi a dezvolta competenţele deja formate;

(D) *promovarea unei metodologii didactice* centrate pe student prin *strategii didactice* interactive axate pe dezvoltarea unei gândiri declarative a studentului în baza aplicării faptelor şi regulilor, efectuării a unui studiu de caz, a instruirii în bază de proiecte individuale, lucrul în echipe, problematizarea etc.;

(E) *resursele educaţionale* utilizate în procesul de predare/învăţare/evaluare permit ajustarea demersului didactic, prin modificarea tehnologiei didactice la specificul conţinuturilor, la diferenţele individuale ale studenţilor pentru stimularea înregistrării performanţelor academice cu scopul de a forma şi dezvolta competenţele specifice cursului asigurând finalităţile de studii.

2.3. Metodologia utilizării modelului elaborat

Competenţe, finalităţi formate la disciplina universitară „Inteligenţa artificială”.

Astăzi, în mediul educaţional, finalitatea prioritară a instruirii reprezintă formarea unui caracter integru şi dezvoltarea unui sistem de competenţe, care include un ansamblu integrat şi dinamic de cunoştinţe (cunoaştere, înţelegere şi utilizare a limbajului specific, explicare şi interpretare) şi abilităţi (aplicare, transfer şi rezolvare de probleme, reflecţie critică şi constructivă, creativitate şi inovare). Competenţele fundamentale descrise de standardele de pregătire profesională, acceptate în învăţământul superior din Republica Moldova, sunt formulate pe trei categorii: ***de cunoaştere***, ***de înţelegere***/***aplicare*** şi ***de integrare***.

Pedagogul Guţu V. propune paradigma tridimensională a competenţelor la descrierea competenţei „profesionale” a modelului cu următoarele caracteristici: competenţe generale (de bază) (competenţa gnoseologică, pronostică, praxiologică, managerială, de evaluare, comunicativă şi de integrare socială, de autoinstruire); competenţe profesionale (care presupune posedarea de cunoştinţe, capacităţi, atitudini, necesare pentru realizarea anumitei activităţi profesionale); competenţe curriculare (finalităţi exprimate în termeni de cunoştinţe (cunoaştere), de abilităţi (aplicare), de competenţe (integrare)) [174].

Deşi fiecare disciplină universitară contribuie la formarea competenţelor profesionale, totuşi, unele competenţe se formează preponderent prin unele discipline, iar altele – prin alte discipline. Pornind de la aceasta, fiecare disciplină şi-a conturat un cadru de competenţe specifice care derivă din competenţele profesionale generale şi sunt detalieri ale acestora. Una din disciplinele fundamentale ce contribuie la formarea şi dezvoltarea *competenţelor profesionale specifice* este *„Inteligenţa artificială”*.

În cadrul cercetării autorul a formulat următoarea definiţie operaţională a competenţei: *Competenţa este o structură dinamică a persoanei, ce permite selectarea, mobilizarea şi integrarea unui sistem de cunoştinţe, capacităţi, deprinderi şi valori, numite resurse, în scopul realizării unor acţiuni, în baza conceptelor inteligenţei artificiale, care conduc la soluţionarea/tratarea cu succes a anumitor situaţii specifice. Competenţa specifică inteligenţei artificiale este un rezultat al formării, dezvoltării şi experienţei obţinute în acest domeniu şi poate fi percepută prin performanţa demonstrată de o persoană plasată într-o situaţie complexă.*

Componentele fundamentale ale modelului SCI construit în timpul cercetării se referă nevoii de a identifica, a evalua şi a valida sistemul de ***competenţe specifice*** şi ***conţinuturi*** la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”*. În acest scop a fost elaborată o listă a competenţelor cu caracter sugestiv, care descriu *principalele competenţe specifice* (notate prin CS) şi transversale (notate prin CT), care vor fi formate şi dezvoltate în cadrul cursului *„Inteligenţa artificială”*:

CS.1. Operarea cu concepte, principii şi metode ştiinţifice caracteristice domeniului şi capacitatea de a comunica cunoştinţe referitoare la descrierea algoritmilor specifici inteligenţei artificiale diferitelor domenii de activitate.

CS.2. Proiectarea, elaborarea şi analiza algoritmilor pentru rezolvarea problemelor real complexe, ce implică soluţii inteligente cu un înalt grad de creativitate.

CS.3. Utilizarea şi combinarea conceptelor şi tehnicilor inteligenţei artificiale pentru rezolvarea problemelor folosind programarea declarativă (programarea logică): reprezentarea problemelor şi universul problemei; baze de cunoştinţe şi interogarea lor; demonstrare şi prelucrare, strategii de căutare a soluţiilor; agenţi inteligenţi.

CS.4. Cunoaşterea şi aplicarea facilităţilor limbajului Prolog în proiectarea şi elaborarea bazelor de cunoştinţe destinate rezolvării problemelor la nivel inteligent: clauze Horn şi semantica declarativă Prolog; obiecte şi relaţii, structuri în Prolog; strategii de rezolvare în Prolog; abilitatea de a identifica metoda de rezolvare a unei probleme complexe; abilitatea de a descrie algoritmic metoda şi de a analiza corectitudinea şi eficienţa algoritmului; abilitatea de a implementa şi testa algoritmii ce corespund unor probleme concrete.

CS.5 Conceperea, proiectarea, dezvoltarea şi testarea sistemelor informatice bazate pe cunoştinţe, integrând teoriile ştiinţifice inovative, metodele, tehnicile şi tehnologiile specifice inteligenţei artificiale.

CS.6. Propunerea unor metode, tehnici originale de elaborare a produselor software inteligente pentru diverse domenii de activitate şi cercetare ştiinţifică.

CT.1. Comportarea onorabilă, responsabilă, etică, în spiritul legii, pentru a asigura reputaţia profesiei.

CT.2. Colaborarea, preluarea diferitelor roluri în echipe de proiect şi descrierea clară şi concisă, verbală şi în scris, în limba maternă, a rezultatelor domeniilor de activitate.

CT.3. Demonstrarea spiritului de creativitate, iniţiativă şi acţiune, pentru actualizarea cunoştinţelor profesionale, economice şi de cultură organizaţională.

Un program de studii trebuie să conţină atât competenţele ce vor fi formate/dezvoltate la studenţi cât şi finalităţile de studii. Acest lucru poate fi explicat prin faptul că competenţa este utilizată la descrierea standardelor profesionale, este folosită la locul de muncă, iar în conceperea unei discipline universitare primul pas constă în *identificarea finalităţilor* formării şi a *conţinuturilor* ce permit atingerea acestor finalităţi. Disciplina *„Inteligenţa artificială”* participă la formarea şi dezvoltarea profesională a studentului, accentul instruirii fiind pus pe dezvoltarea gândirii logice şi algoritmice, pe formarea de competenţe de programare declarativă.

În această ordine de idei finalităţile de studiu, ce se propun a fi atinse la disciplina *„Inteligenţa artificială”* sunt dictate de necesitatea formării specialiştilor calificaţi în arta programării atât la nivel naţional cât şi internaţional, fiind formulate astfel:

- Să explice şi să opereze cu conceptele, principiile, metodele şi tehnicile specifice inteligenţei artificiale;
- Să proiecteze şi să descrie algoritmi specifici inteligenţei artificiale pentru implementarea în diferite domenii de activitate;
- Să analizeze şi să elaboreze algoritmi pentru rezolvarea problemelor real complexe, ce implică soluţii inteligente cu un înalt grad de creativitate;
- Să aplice şi să combine conceptele şi tehnicile de bază ale inteligenţei artificiale pentru rezolvarea problemelor folosind programarea declarativă (programarea logică);
- Să proiecteze şi să elaboreze baze de cunoştinţe destinate rezolvării problemelor la nivel inteligent;
- Să explice modul de elaborare a bazei de cunoştinţe a sistemelor inteligente;
- Să proiecteze şi să aplice motorul de inferenţă la exploatarea bazei de cunoştinţe;
- Să utilizeze cele mai noi tehnologii şi medii de dezvoltare a programelor şi sistemelor informatice inteligente pentru a transpune modelele dezvoltate în produse funcţionale;
- Să utilizeze criterii şi metode adecvate pentru evaluarea produselor informatice inteligente.

În interesul cercetării de a evidenţia metodologii de formare a competenţelor specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* am analizat dimensiunile prioritare ale formării acestora. Pentru o vizualizare mai clară, în baza celor expuse în investigaţia noastră redăm grafic, într-un

mod simplu şi intuitiv, elementele componente ale competenţei sub forma a trei vectori: cunoştinţe, capacităţi şi comportamente şi legăturile dintre acestea (figura 2.8).

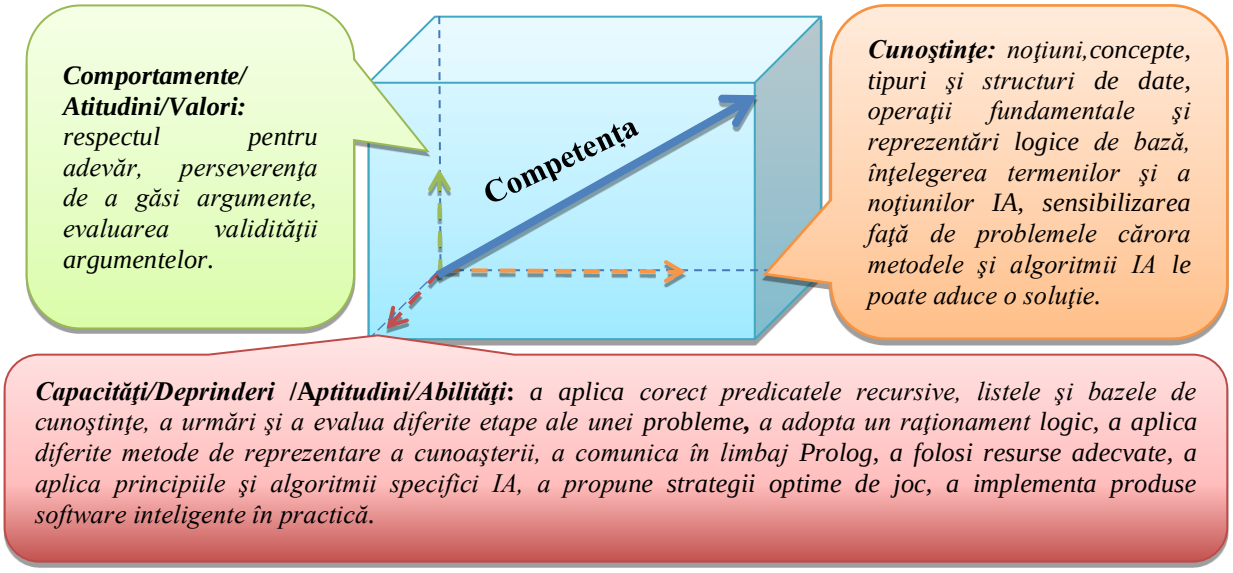


Fig. 2.8. Reprezentarea grafică a structurii tridimensionale a competenţei specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”*

Figura obţinută poate fi privită ca o prezentare schematică şi simplistă a dimensiunilor prioritare ale formării competenţelor specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* prin care se evidenţiază că ea nu este o sumă aditivă a celor trei componente, ci reprezintă rezultanta acestora. Prin urmare, dimensiunile prioritare ale formării competenţelor profesionale specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* pot fi prezentate în felul următor:

- Componenta declarativă (cunoştinţe) a competenţei – *savoir dire* - corespunde unei cunoaşteri/înţelegeri teoretice ale noţiunilor, conceptelor specifice domeniului inteligenţei artificiale, tipuri şi structuri de date, operaţii fundamentale şi reprezentări logice de bază: *a şti ce;*
- Componenta procedurală (deprinderi) - *savoire-faire* - se referă la abilitatea de căutare, analizare şi utilizare a metodelor, tehnicilor, procedurilor şi strategiilor specifice IA în soluţionarea unor probleme şi se dovedeşte a fi mai rezistentă la schimbare decât cunoştinţele declarative: *a şti cum*;
- Componenta conotativă (atitudini, valori) - *savoire-être* - ţine de voinţă, emoţii, afectivitate, motivaţii în contextul condiţiilor sociale bine determinate. Această componentă este percepută ca o dimensiune informală şi corespunde formulării *a vrea să ştii* [164, p.70].

Astfel, într-o altă ordine de idei, analiza structurală a competenţei IA priveşte: dimensiunea cognitivă (*ce ştie studentul*), dimensiunea comportamentală (*ce poate să facă studentul*) şi dimensiunea afectivă (*atitudinea faţă de realitate şi context a studentului*).

În procesul de instruire, componentele descrise se formează prin rezolvarea cu succes a sarcinilor complexe corespunzătoare domeniului *inteligenţei artificiale* şi care sunt consolidate şi completate prin aplicarea *metodologiei de formare* a competenţelor IA, a unei game de tehnici interactive ce asigură o instruire dinamică, formativă, motivantă, reflexivă, continuă. De asemenea la identificarea competenţelor se ţine cont de baza de cunoştinţe a domeniului studiat, în sensul selectării, proiectării, elaborării, ajustării şi utilizării conţinuturilor de învăţare specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”*.

Proiectarea conţinuturilor învăţării. Modelul disciplinei „Inteligenţa artificială”.

Modelul disciplinei determină conţinutul disciplinei care v-a fi studiată, structura şi nivelul competenţelor care trebuie atins cu ajutorul SCI. Reprezentarea cunoştinţelor domeniului studiat trebuie făcută având în vedere şi celelalte baze de cunoştinţe. Astfel, baza de cunoştinţe asupra studentului este în strânsă conexiune cu baza de cunoştinţe a domeniului, în unele abordări, prima fiind chiar un subset a celei de-a doua.

În cazul învăţării prin intermediul SCI vitalitatea componentelor *savoire* este determinată de rolul şi funcţiile realizate. În acest scop funcţiile de informare, formare şi sistematizare sunt atribuite cadrelor de informare. Proiectarea pedagogică a cadrelor de informare trebuie să asigure funcţionalitatea şi permisivitatea SCI, astfel încât conţinutul materiei didactice să poată fi asimilat, exersat sau editat (individual sau în echipă); secvenţele multimedia – percepute corect; fişierele audio – audiate, animaţiile – vizualizate, exersate ş.a..

Deci, dobândirea competenţelor, în opinia noastră, depinde de doi factori importanţi: *conţinuturile şi situaţiile* în care se produce învăţarea. Pentru a facilita dobândirea competenţelor, conţinuturile instruirii trebuie restructurate. Această restructurare poate însemna atât gruparea unităţilor de învăţare, cât şi eşalonarea lor. În abordarea axată pe formarea competenţelor, mijlocul de formare devine *modulul* ca element de bază al programului de formare, deoarece *modelul modular promovează învăţarea integrată*. Astfel, în calitate de principiu de structurare a conţinutului disciplinei în cercetarea noastră a fost ales *principiul modular*.

Organizarea modulară a conţinuturilor învăţării constituie o modalitate de modernizare şi adecvare a acestuia la cerinţele şcolii contemporane. Învăţământul modular este caracterizat prin structurarea conţinuturilor în module didactice, care includ seturi de cunoştinţe, situaţii didactice, activităţi şi mijloace de instruire delimitate, menite a se plia pe cerinţele şi posibilităţile unor grupuri de studenţi.

Modelul modular corespunde, unui model caracterizat prin recurenţă, reversibilitate ciclică şi programe modulare special organizate pentru a răspunde atât particularităţilor instruiţilor, cât şi obiectivelor de tip integrative. De asemenea modularitatea este centrată pe

instruit, pe posibilităţile şi nevoile sale şi, de aici, se remarcă efortul pentru găsirea unor strategii puternic individualizate prin autoinstruire, acordând o mai mare libertate de acţiune celui care învaţă. S-a optat pentru organizarea modulară din mai multe motive:

- permite focalizarea programului de formare pe competenţe predefinite;
- asigură o mai bună organizare şi conducere a învăţării, include toate componentele structurale şi funcţionale ale curriculumului;
- decelează mai bine reuşitele şi dificultăţile de învăţare ale instruiţilor în relaţie cu un modul sau altul;
- facilitează personalizarea traseelor de învăţare; parcurgerea modulelor se poate realiza în ritmuri diferite în funcţie de particularităţile grupei.

Condiţia de organizare modulară a conţinutului disciplinei constă de asemenea în posibilitatea de a identifica ideile generale ale cursului, spre descoperirea şi dezvoltarea cărora este orientat fiecare modul. În plus, este necesar de a accentua un număr de categorii ştiinţifice, sensul cărora este asimilat în structura fiecărui modul. Asimilarea bună a unui modul devine condiţie a tranziţiei la dezvoltarea următorului, care în final asigură formarea sistemului integral de competenţe.

La structurarea conţinutului disciplinei academice pe modulele de studiu, este necesar de a lua în considerare faptul că, fiecare modul următor are interconectate într-o oarecare măsură componentele empirice, teoretice şi practice cu modulule precedente, totalitatea cărora îndeplineşte o funcţie separată.

Tehnologia de proiectare modulară în cadrul cercetării a fost următoarea. Pornind de la competenţele ce urmează a fi formate la studenţi (aceste competenţe au fost descrise mai sus), se construieşte conţinutul de studiu al cursului *„Inteligenţă artificială”*, care a fost divizat în module în felul următor:

(1) s-a selectat una din competenţele disciplinei;

(2) competenţei selectate i s-au asociat temele (conţinuturile sau resursele) care vor fi utilizate la exersarea acestei competenţe. Aceste teme vor constitui conţinutul modulului.

(3) fiecărui modul i s-au asociat submodulele (părţile componente, temele, unităţile didactice) pe care le conţine.

Proiectarea detaliată a submodulelor este reprezentată grafic în Anexa 2. În figura 2.9 este prezentată modelul modular al disciplinei *„Inteligenţa artificială”*.

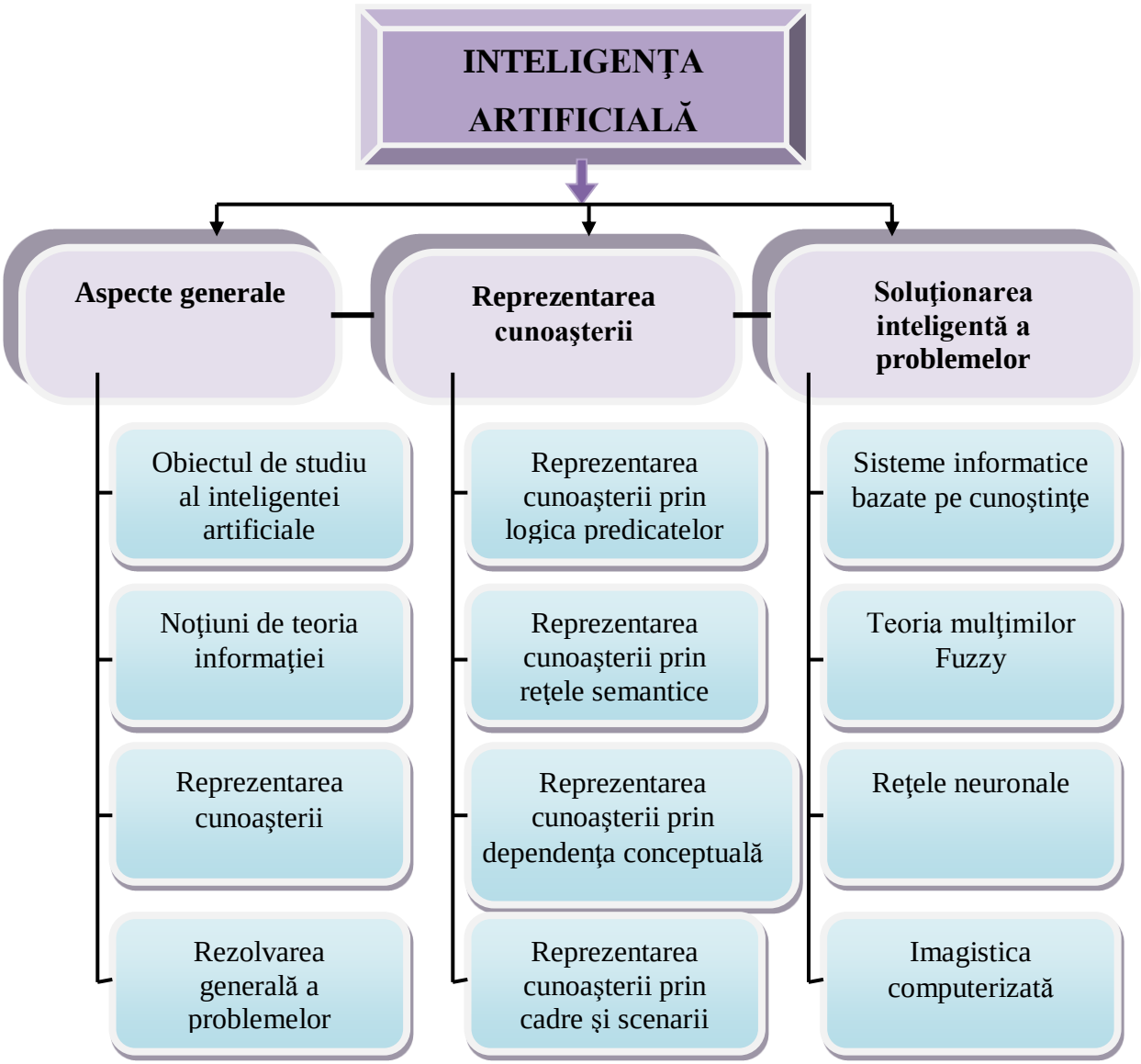


Fig. 2.9. Modelul modular al disciplinei *„Inteligenţa artificială”*

Modelul modular al disciplinei implică o programare precisă a secvenţelor de învăţare, o intensificare a procedurilor didactice, un control permanent al rezultatelor, cu introducerea în timp oportun a activităţilor de corecţie.

Odată selectate şi structurate, conţinuturile necesită a fi transmise de către profesor şi însuşite de către student, ei aflându-se într-o interacţiune continuă. Transmiterea informaţiei reprezintă o etapă importantă în formarea de competenţe. Pentru aceasta este nevoie de selectarea adecvată a ***strategiilor de formare*** şi ***o bună organizare a procesului didactic.***

Componentele ***strategiilor de formare*** a competenţelor sunt sistemul *formelor de organizare* şi *desfăşurare* a activităţii didactice, sistemul metodologic respectiv sistemul *metodelor* şi *procedeelor* didactice, sistemul *mijloacelor* de învăţământ, sistemul *obiectivelor operaţionale.*

Procesul de formare a competenţelor specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* va fi organizat sub formă de: (1) prelegeri – lecţii teoretice; (2) seminare – lecţii practice; (3) lecţii de laborator – lecţii cu un nivel sporit de aplicabilitate a conceptelor IA în elaborarea diverselor proiecte. Ca formă individuală de studiu, în formarea de competenţe, studentul va apela la materialul teoretic, va avea la dispoziţie un set de mijloace (limbaj de programare logică şi mediul de programare declarativă) pentru aplicarea cunoştinţelor în practică.

În strategiile de instruire sunt utilizate astfel de *metode* şi *procedee* ca: prelegerea (expunerea de material teoretic), dezvoltarea gândirii critice, forumul de discuţii, lucrul pe echipe, învăţare centrată pe student, brainstormingul, problematizarea, studiu de caz, lucrul la calculator (individual şi/sau sub conducerea cadrului didactic), lucrări de laborator, colaborarea online, elaborarea proiectelor, activităţi în laboratoarele şi companiile de prestare a serviciilor informatice, de elaborare, adaptare şi menţinere a produselor-program.

În timpul acestui proces dinamic ce constituie un ciclu continuu, *metodologia* bazată pe competenţe implică de asemenea, un grad de formare şi dezvoltare a competenţelor specifice, precum şi a celor personale şi sociale, cum ar fi comunicarea, rezolvarea de probleme, autonomia, stima de sine şi munca în echipă şi are drept rezultat avansarea performanţei. Orice metodologie de instruire se finalizează cu evaluare, prin intermediul căreia se oferă posibilitatea de verificare a nivelului de formare a competenţei studentului.

În literatura de specialitate, în funcţie de nivelul de formare a unei competenţe şi de complexitatea achiziţiei cognitive, sunt delimitate mai multe etape sau stadii de performanţă. În cadrul cercetării noastre s-a construit nivelul de formare a competenţelor la disciplina *„Inteligenţa artificială”* , prin prisma nivelelor de achiziţie cognitivă reflectate de cercetătorul rus Беспалько В.П. [38] şi descrise mai sus în prezenta lucrare (vezi 2.1). Aşadar, din perspectiva formării şi dezvoltării competenţelor specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* , fiecare nivel va reflecta un anumit grad de competenţă la studenţi. Astfel, modelul pedagogic include:

Nivelul I reflectă gradul de posedare a cunoştinţelor, prin definirea principalelor concepte ale inteligenţei artificiale;

Nivelul II presupune mobilizarea de resurse pentru rezolvarea unor situaţii simple. Sunt evaluate *micro-competenţele* formate la fazele iniţiale ale învăţării (cunoaştere simplă, înţelegere);

Nivelul III presupune rezolvarea unor situaţii-problemă prin intermediul cărora studentul va da dovadă *de competenţă* formată în fazele ulterioare ale învăţării (aplicare, analiză);

Nivelul IV presupune tratarea competentă a unor situaţii semnificative în baza cărora studentului îi vor fi evaluate *macro-competenţele* formate în fazele avansate ale învăţării (sinteză, evaluare critică).

Efectuând o sinteză a celor relatate mai sus putem conchide că, competenţa se dezvoltă în etape, iar performanţele dobândite indică nivelul în care instruitul operează singur cu unele cunoştinţe interiorizate, exteriorizându-le în rezolvarea situaţiilor semnificative (care depăşesc problemele cotidiene). Deci, nivelul de performanţă al studenţilor va fi mai ridicat, dacă în procesul lor de formare prin intermediul experienţei acumulate, viziunii profesionale, profesorul, le-ar prezenta şi cultiva studenţilor modele de învăţare eficientă şi independentă, pentru ca ulterior să fie motivaţi să înveţe singuri.

Astfel, autorul şi-a propus de a orienta întregul proces de formare a competenţelor specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* spre îmbunătăţirea experienţelor de învăţare a studenţilor, spre implicarea lor activă în procesul didactic, spre diversificarea metodelor de predare/ învăţare/ evaluare, prin completarea instrumentarului pedagogic şi respectiv promovarea unei metodologii didactice centrate pe student prin strategii interactive cu implementarea TIC.

***Resurse digitale de concepţie proprie valorificate în procesul de formare a competenţelor*.**

Buna organizare a procesului didactic este condiţionată, frecvent, de utilizarea unor mijloace la care profesorul şi studentul recurg în scopul, înţelegerii, fixării, consolidării cunoştinţelor şi capacităţilor. Prin mijloace înţelegem un ansamblu de instrumente care contribuie la realizarea finalităţilor propuse. Tradiţional în procesul de predare-învăţare a disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”* , profesorii din instituţiile de învăţământ superior, utilizează în calitate de instrumente didactice, de obicei, *mediile programării logice* care sunt bazate pe limbaje declarative (de exemplu Prolog). Dar, în opinia noastră, luând în consideraţie progresul tehnologiilor informaţionale, procesul de studiere a inteligenţei artificiale poate fi completat, destul de eficient, cu implementarea *suporturilor/resurse digitale* (SCI) elaborate de autor în calitate de surse sau mijloace de învăţare a cursului *„Inteligenţa artificială”*. Aplicarea acestora în prezenta lucrare, ca *mijloace,* pot contribui la motivarea studenţilor spre autoinstruire, autoevaluare şi autoreglare a propriului proces de cunoaştere. Din acest punct de vedere, este foarte important ca profesorul să îmbine metoda tradiţională cu tehnici şi metode active şi stimulative bazate pe tehnologie, care să-i solicite pe studenţi să-şi îndeplinească sarcinile de lucru şi să atingă obiectivele propuse, ce duc la formarea competenţelor specifice disciplinei *„Inteligenţa artificială”* cu rezultate scontate.

Astfel, formarea competenţelor profesionale a studenţilor informaticieni prin valorificarea SCI constă în faptul că, principiile didactice generale acţionează imediat cu tehnologia (*software*), dezvoltând capacităţile intelectuale şi cognitive, motivaţia învăţării, abilităţile de

muncă individuală, reflecţia personală, spiritul critic, activ şi creativ. La fel, se reduce în mod evident timpul necesar de achiziţionare a cunoştinţelor, a procesului de transmitere a informaţiilor.

Utilizarea resurselor digitale elaborate de autor în formarea profesională constituie o strategie de dezvoltare a procesului de instruire, ceea ce oferă progres şi accelerare a efectelor acestora. În acest sens, *abordarea metodologică a resurselor digitale elaborate devine angajarea progresivă, în care învăţarea prin analiză se corelează cu învăţarea prin acţiune*.

Accentuăm faptul că în abordarea prin competenţe *acţiunile* instruitului devin *mijlocul* principal al *învăţării* sale. Abordarea prin competenţe transformă acţiunea în motorul principal al procesului de formare. Din această perspectivă, *acţunile* ce necesită a fi întreprinse de către fiecare student în procesul de dobândire a competenţelor specifice disciplinei fundamentale universitare *„Inteligenţa artificială”* sunt îndreptate către trei mari strategii (figura 2.10):

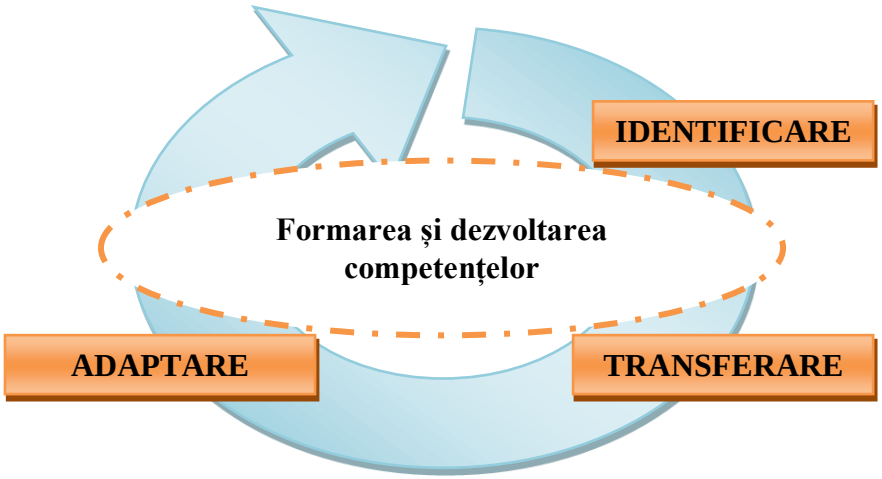


Fig. 2.10. Strategii de învăţare

1. *Identificarea* propriilor resurse (cunoştinţe, experienţe, scheme, automatisme etc.) şi abilităţi (capabilităţi) specifice disciplinei.
2. *Transfererarea* resurselor proprii şi a abilităţilor (capabilităţi) într-un context de învăţare (mediu de programare declarativă), contrastarea lor cu pofilul profesional a unei sarcini specifice.
3. *Adaptarea* competenţelor, adică punerea lor în practică în diverse noi contexte.

Aceste strategii de învăţare sunt bazate pe considerentul că, formarea competenţelor este un proces continuu de interacţiune între student şi mediu. Acest proces începe de la experienţe de învăţare pentru a permite studenţilor să selecteze cele mai importante elemente de transferat într-un nou context, testând utilitatea lor prin practică [175].

Astfel, în timpul acestui proces dinamic ce constituie un ciclu continuu, în mare parte, prin promovarea *metodologiei* de aplicare a SCI, îi revine atribuţia în construcţia cunoaşterii individuale (a cunoştinţelor), a producerii învăţării, stimulării şi evoluţiei [175]. Pentru aplicarea

şi utilizarea eficientă a resurselor digitale în formarea competenţelor profesionale a studenţilor informaticieni, specifice disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”* se pretinde la:

(1) implicare în ritm propriu, accesibil, interacţionând în perechi, grupuri mici, precum şi cu profesorul;

(2) relevarea cunoştinţelor anterioare în expunerea noilor conţinuturi şi elaborarea unei structuri conceptuale, operaţionale;

(3) aplicarea simulării, studiilor de caz, problematizării, în vederea susţinerii curiozităţii, a reflecţiei, evaluării situaţiilor pentru stimularea şi dezvoltarea gândirii critice şi a strategiilor metacognitive;

(4) realizarea feedback-ului cu referire la sporirea aplicaţiilor practice, a varietăţii de probleme solicitate;

(5) evaluarea/autoevaluarea constructivă şi sistematică, angajarea responsabilă în sarcinile de lucru;

(6) crearea unui climat emoţional afectiv/stimulativ de colaborare;

(7) autenticitatea cunoştinţelor relevate în viaţa cotidiană şi valorificarea posibilităţilor;

(8) integrarea unor experienţe proprii în proiecte cu colegii.

Aspecte tehnologice ale realizării sistemului de instruire

În proiectarea şi elaborarea SCI, am optat pentru portabilitate şi uşurinţa în întreţinere, proiectându-l în sistem multi-strat, folosind o aplicaţie client standard, de tip desktop, dar care datorită tehnologiilor folosite poate fi oricând transferată în cadrul unei pagini web, şi astfel oferindu-i o portabilitate maximă.

Tehnologia folosită .NET este un cadru (Framework) de dezvoltare software unitară care permite realizarea, distribuirea şi rularea atât a aplicaţiilor - desktop Windows cât şi aplicaţiilor WEB. Tehnologia .NET pune laolaltă mai multe tehnologii (ASP, XML, OOP, WDSL, WPF, ş.a.) şi limbaje de programare (C++, C#, ş.a.) asigurând totodată atât portabilitatea codului compilat între diferite calculatoare cu sistem Windows, cât şi reutilizarea codului în programe, indiferent de limbajul de programare utilizat. Componenta .NET Framework este livrată împreună cu sistemul de operare Windows. Pentru a dezvolta aplicaţii pe platforma .NET este bine să avem 3 componente esenţiale:

(1) un set de limbaje (C#, J#, Managed C++, Smalltalk, Perl etc.);

(2) un set de medii de dezvoltare (Visual Studio .NET, Visio);

(3) o bibliotecă de clase pentru crearea serviciilor Web, aplicaţiilor Web şi desktop Windows.

Metodologia folosită în realizarea SCI a fost mixtă, bazându-se pe tehnologii de ultimă oră NET Framework. Decizia noastră a avut ca prim argument oferirea instrumentelor (controale) ce oferă acces uşor la baze de date şi permit implementarea elementelor interfeţei

grafice cu utilizatorul. Din acest punct de vedere ca *instrumente de dezvoltare* vom folosi tehnologiile: (a) *Windows Form* - nume dat interfeţei grafice de programare a aplicaţiilor (API) şi care foloseşte pentru dezvoltare mediul integrat Microsoft Visual Studio .NET; (b) *Windows Presentation Foundation (WPF)* – subsistem grafic ce interpretează (renderind) elementele interfeţei utilizator (GUI). Spre deosebire de Windows Form, WPF foloseşte DirectX care este o colecţie de interfeţe de programare (API) destinate manipulării sarcinilor legate de multimedia. WPF permite creare de interfeţe mai bogate în elemente grafice. De asemenea remarcăm că, obiectivele sale specifice sunt orientate spre a unifica o serie de servicii de aplicare, inclusiv interfeţe pentru utilizator, 2D şi 3D desene, fixe şi documente adaptive, tipografie avansate, grafică vectorială, grafică raster, animaţie, datele cu caracter obligatoriu, audio, şi video.

Codurile au fost scrise în mediul de dezvoltare *Microsoft Visual Studio 2010*, şi având la bază *limbajul de programare C#*, care permite programarea structurată, modulară şi orientată obiectual, conform perceperilor moderne ale programării profesioniste. Conceptul de reutilizare a conţinutului este bazat pe formate de descriere a împachetărilor în XML fiind implementate elementele necesare pentru a putea importa şi exporta date. Astfel profesorul dispune de o uşurinţă totală în modificarea datelor, deoarece toate datele se stochează în fişiere XML.

Tot proiectul ce constituie SCI este elaborat având la bază modelul de aplicaţie bazată pe trei niveluri de prezentare: instruire, antrenare, evaluare (figura 2.11) [44].

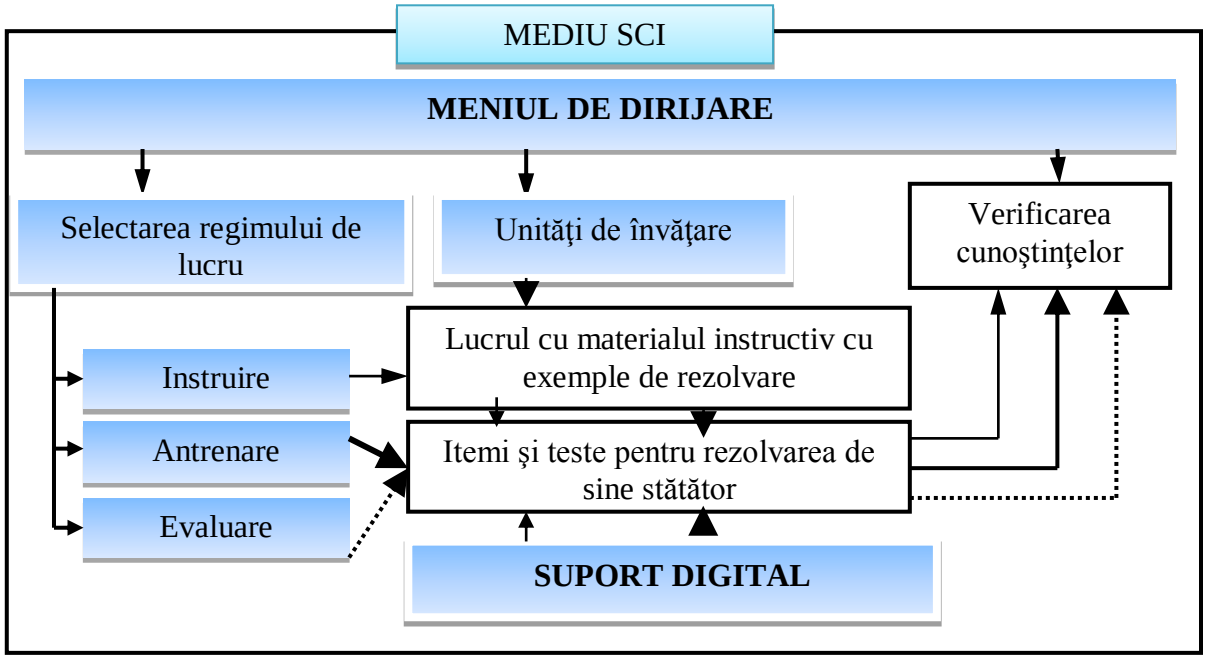


Fig. 2. 11. Componentele sistemului computerizat de instruire (elaborat pentru realizarea procesului de studiere a disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*)

Astfel, din punct de vedere grafic cu aplicarea instrumentelor enumerate creăm interfaţa cu utilizatorul, ce permite studentului să răsfoiască, să selecteze conţinuturilor din SCI. După

lansarea şi selectarea din interfaţa panoului de prezentare a aplicaţiei pentru care vor fi elaborate eventualele resurse didactice, conform tipului activităţi preconizate de efectuat în cadrul lecţiei planificate de profesor la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”* va fi afişată pagina de start (apăsând butonul din centrul ferestrei) pe care o putem accesa şi gestiona datorită unui meniu prezentat în continuare în varianta ce urmează în figura 2.12:



Fig. 2.12. Pagina de navigare a SCI elaborat

Fereastra de start (figura 2.12) este compusă din un Window şi 4 User Controls. Fereastra este ca un host pentru toate User Controalele pe care le vom utiliza, astfel economisim resurse în momentul navigării. Este comod şi optim doar să schimbăm un UserControl în cadrul unei ferestre comparativ cu lansarea acestuia într-o fereastră nouă, care necesită ulterior să o închidem. Prin urmare, UserControlul care deţine butonul de lansare este în strânsă legătură cu celelalte, astfel odată ce a fost iniţializat va rămâne aşa până când aplicaţia nu va fi închisă. În colţul din dreapta sus avem un alt UserControl numit Navigation. Funcţia acestuia este ca în orice moment de timp şi oriunde în aplicaţie utilizatorul să poată naviga la una din cele trei compartimente, fără ca să fie nevoie să revină la pagina de start.

În ultima linie de jos se află un Grid în care sunt 3 link label, făcând click pe fiecare din ele se vor deschide ferestrele corespunzătoare:

- *Confidenţialitate* - sunt stipulate dreptul de autor asupra lucrării, şi toate prevederile care urmează a fi respectate cu privire la aceasta.
- *Condiţii de utilizare* - sunt stipulate modul de utilizare, precum şi produsele software necesare pentru navigarea în interiorul aplicaţiei.
- *Asistenţă* - este o descriere detaliată a aplicaţiei şi a modului de utilizare, precum şi analiza posibilităţilor de conflict ce pot apărea şi soluţii pentru rezolvarea lor.

Partea de sus, unde este afişat titlul aplicaţiei, este construită pe bază de clase ce lucrează cu formatul 3D, astfel oferindu-le o personalizare elementelor interfeţei. Din pagina de start utilizatorului i se propune să acceseze unul din modulele sistemului computerizat de instruire, şi

anume: *Instruire, Antrenare* şi *Testare*. Modulul de *Instruire* asigură prezentarea conţinuturilor (modulul de învăţare) şi asimilarea calitativă a cunoştinţelor prezentate. În modulul de *Antrenare* studentului i se propun diferite situaţii-probleme, exemple de aplicare, precum itemi pentru rezolvarea independentă şi punerea în practică a cunoştinţelor dobândite. În modulul de *Evaluare* sistemul propune studentului doar itemi pentru aprecierea rezultatelor de asimilare a cunoştinţelor, abilităţilor şi deprinderilor, în acest caz, se foloseşte baza de itemi comună. Prin urmare, în SCI creat se poate combina antrenarea şi evaluarea cunoştinţelor, întru-cât acesta conţine atât material teoretic cât şi teste pentru verificare.

În fiecare componentă a SCI se poate adăuga o suită de resurse interactive pentru prezentarea conţinuturilor cursului „*Inteligenţa artificială"*. Aceste resurse au ca obiectiv aprofundarea cunoştinţelor şi interacţiunea cu studenţii şi sunt:

a) *fişiere de tip PDF, prezentări de tip PowerPoint*. Acest tip de resurse sunt folosite în prezent de către majoritatea cadrelor didactice şi conţin în principal un rezumat al lecţiei, precum şi schematizarea şi abstractizarea conceptelor complexe. Acest tip de prezentare poate fi folosit ca suport în timpul activităţii, dar şi partajat apoi cu studenţii pentru a-i ajuta la recapitularea conceptelor de bază, dar şi familiarizarea cu diverse exemple analizate.
b) *resurse video*. Utilizarea acestui tip de resursă a luat amploare în ultima vreme, fiind folosită în special pentru scurte exemple practice sau întărirea unei idei. Un alt mod de utilizare a resurselor video constă în partajarea lor cu studenţii, astfel încât aceştia să poată viziona secvenţa ulterior cursului, reducându-se astfel incompatibilitatea între ritmul unic al predării şi ritmurile individuale de procesare a informaţiei. Cadrul didactic poate opta pentru înregistrarea în totalitate a unei prelegeri sau doar a unor exemple relevante.
c) *test grilă* (intermediare şi finale). Testele grilă pot fi integrate pe parcursul fiecărui curs sau, separat, la sfârşitul acestuia. Integrarea testelor grilă în curs reprezintă o modalitate de autoevaluare oferită studenţilor, fiind posibilă corelarea lor cu textul lecţiei, astfel că, în cazul în care un student nu poate răspunde la o întrebare, acesta va fi redirecţionat la pagina aferentă din textul lecţiei. Acest tip de teste se aseamănă cu întrebările formulate de către cadrele didactice în timpul predării şi au ca scop aprofundarea cunoştinţelor. De asemenea, un test grilă poate fi distribuit la sfârşitul unei unităţi de învăţare astfel încât profesorul să poată evalua studenţii de mai multe ori în timpul unui semestru. Spre deosebire de testele în format tradiţional, acestea sunt mai uşor de gestionat, corectarea fiind făcută automat. De fapt, în funcţie de tipul testului, rezultatele acestuia pot fi verificate şi manual.

De asemenea, cu scopul completării componentelor SCI, au fost integrate şi *alte resurse digitale* sub o dirijare comună, ştiinţifică a procesului de instruire, la toate nivelurile (cunoaştere şi înţelegere, aplicare, integrare), aceasta fiind de asemenea noi în domeniul învăţării inteligenţei

artificiale [176]. *Conţinutul suportului digital* elaborat, ca resursă cu valenţe de formare a competenţelor profesionale specifice a studenţilor, care a fost aplicat este:

1. curriculumul disciplinei *„Inteligenţa artificială”*;
2. indicaţiile metodice la disciplina „*Inteligenţa artificială*”;
3. manual în formă digitală a cursului *„Inteligenţa artificială”* [96, 177, 178];
4. manual electronic la disciplina „*Sistemul de operare MS-DOS”*;
5. manual electronic la disciplina *„Programarea Logică”* [179];
6. dicţionar electronic roman-englez [110];
7. lucrul individual (sarcini didactice propuse pentru activitatea independentă);
8. glosar de termeni la disciplina *„Inteligenţa artificială”* în limbile română, rusă, engleză.

Manualele electronice sunt realizate cu scopul de a cerceta procesul de învăţare a noţiunilor abstracte prin stabilirea corespondenţelor dintre noţiunile abstracte şi obiectele de învăţare din mediul real. Ideea este centrată pe argumentul că din punct de vedere psihologic conceptele reprezintă „forme generalizate de reflectare a însuşirilor obiectelor şi fenomenelor, unităţi cognitive esenţiale ale gândirii” [180, p.241].

Manualele electronice elaborate conţin [177]: *materialul instructiv bine selectat şi ajustat aparte; desene, animaţie, tabele de date etc., care completează materialul instructiv; asigurarea unui anumit nivel de instruire; exemple de aplicare a celor învăţate; ajutor în rezolvarea problemelor de evaluare; probe de evaluare a cunoştinţelor obţinute; aprecierea calităţii cunoştinţelor formate.*

Manualele electronice create sunt: bine întocmite şi organizate; paginile se încarcă rapid; *design*-ul este calm şi nu creează probleme din punct de vedere vizual; meniul de navigare este uşor de folosit, astfel studentul studiază fără careva dificultăţi sau incomodităţi.

S-a acordat o atenţie maximă conţinutului, care este prezentat într-un mod original. În baza acestuia este dezvoltată structura manualelor şi a paginilor. Stilul de descriere este similar pentru toate paginile, de aceea utilizatorul se familiarizează mai uşor cu manualele electronice propuse.

Structura manualelor electronice constituie forma materializată a grafului optimizat. Ca rezultat conţinuturile nu includ concepte, învăţarea cărora suprasolicită memoria de lucru. Cadrele conţinuturilor manualelor electronice reprezintă unităţi finite de informaţie. În procesul de formare a competentei digitale sunt importante trei tipuri de cadre: informaţionale, operaţionale şi de evaluare. Cadrele informaţionale includ definiţii, reguli, scheme, tabele, diagrame s.a., iar transferul datelor în cunoştinţe/abilităţi/competenţe este realizat prin diferite tipuri de feedback. Diversitatea tipurilor de feedback este validată şi în cadrele operaţionale. Cadrele operaţionale completează prin extindere cadrele informaţionale din considerentele că includ sarcini cognitive şi afective.

Conţinuturile manualelor electronice argumentează ideea că natura concretului este diferită şi că „concretul senzorial" se deosebeşte de „concretul logic, gândit" [180, p.237]. Astfel, structura manualelor electronice, optimizată prin graful cunoştinţelor este „crescută" în baza unei noţiuni - cheie şi a trei noţiuni dependente, iar „obiectivele de învăţare afectivă se referă la modificarea intereselor, atitudinilor, valorilor, precum, la progresele în gândire şi la capacitatea de adaptare" [180]. Conţinuturile derivă din manualul profesorului. Diferenţa constă în faptul că partea aplicativă a manualelor electronice a instruitului reprezintă o totalitate personalizată de resurse informaţionale, numărul şi diversitatea cărora depinde de nivelul de pregătire al instruitului, competenţa sa de autoreglare şi, nu în ultimul rând, de stilul de învăţare. Personalizarea conţinuturilor este axata pe soluţionarea individualizată a sarcinilor.

Structura personalizată a manualelor electronice este dezvoltată în modul în care este necesar de a asigura comprehensiunea noţiunilor învăţate. Iniţial noţiunile noi sunt prezentate sub forma de enunţuri, apoi - prin metode de asemănare sau deosebire şi diverse forme de feedback. Forma, tipul şi structura conţinuturilor este proiectată în corespundere cu nivelele cognitiv, afectiv şi psihomotor. Astfel, pentru completarea părţii de activităţi unui instruit îi este suficient manualul profesorului; altul va apela la diverse resurse suplimentare, de exemplu la alte manuale tipărite sau electronice, în special la cele de tip monografic sau dogmatic; al treilea, dispunând de cunoştinţe din mai multe domenii, dar ne având capacitatea de a le asocia, îşi completează portofoliul său informatic prin toate resursele audio, video, textuale disponibile.

Parcurgerea *manualelor electronice* este foarte simplă. Manualule pot fi parcurse navigând înainte şi înapoi, şi prin intermediul cuprinsului. Cuprinsul manualelor este format din denumirile capitolelor. Fiecare capitol din *link*-uri. Denumirile *link*-urilor reprezintă denumirile temelor, ce se conţin în fiecare capitol. Aceste legături interne permit o navigare comodă şi permit o legătură între cuprins şi toate paginile componente şi reprezintă de fapt nişte porţi de intrare directă la temele respective. Fiecare pagină are un sistem de navigare clar şi uşor de folosit [178].

Deoarece am dorit, ca fiecare utilizator să poată naviga cu uşurinţa prin paginile acestor manuale şi în acelaşi timp să poată găsi uşor informaţiile de care are nevoie, am căutat să realizăm un sistem de navigare cât mai eficient şi logic. Pentru aceasta am folosit în fiecare pagină două modele de navigare. În partea de sus a paginii s-a folosit un model de navigare sub formă de legături de text, cu ajutorul cărora uşor putem să alegem capitolul sau tema dorită. La capetele de jos a paginilor s-au adăugat butoane de navigare. Cu butoanele de navigare este comodă mişcarea de la o pagină la alta [178].

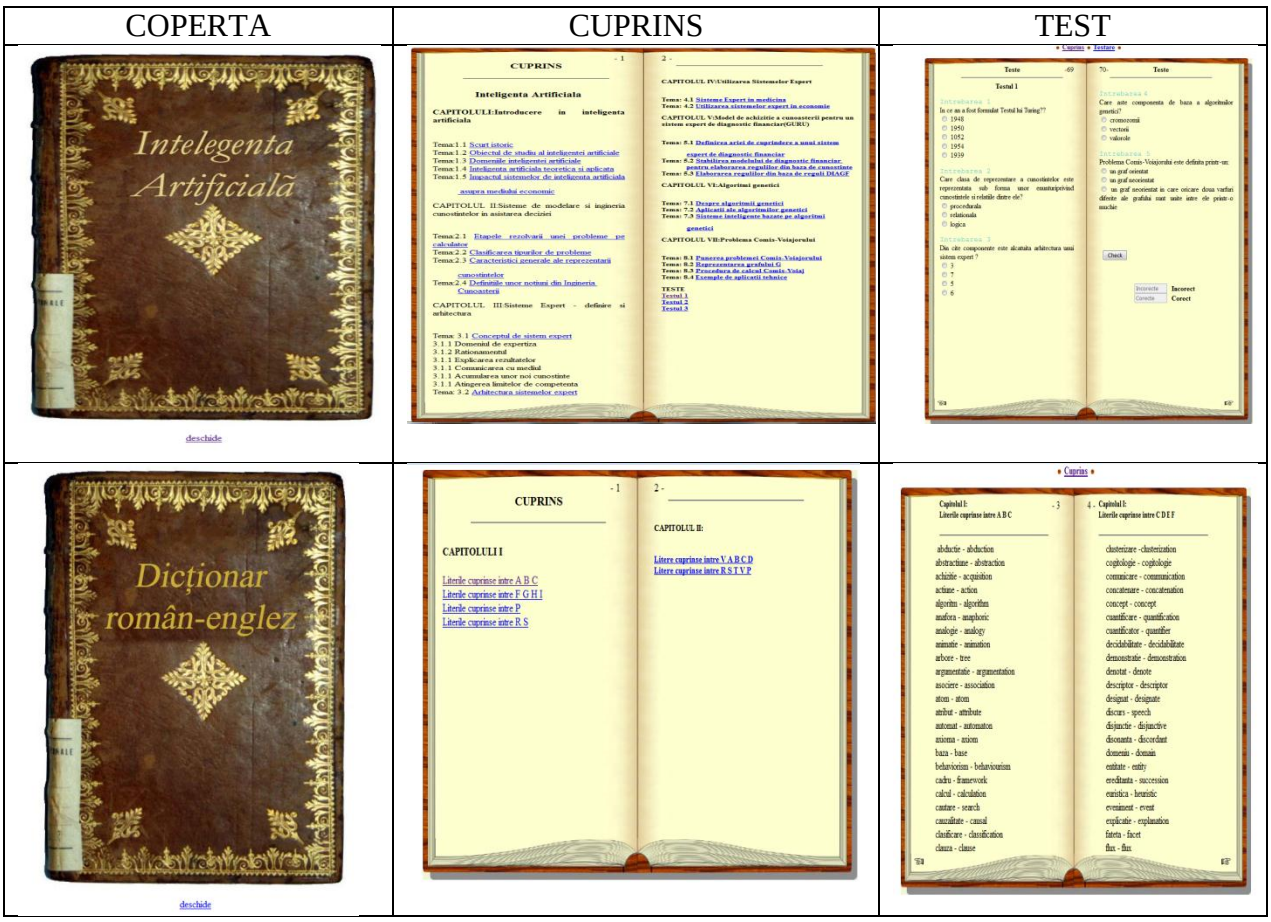


Fig. 2.13. Exemple de cadre din manualele electronice elaborate

La crearea manualelor electronice au fost folosite tehnologiile software: *HTML, Java Script, Macromedia Dreamweaver MX, Macromedia Flash 5* [178].

Aspecte metodologice privind utilizarea SCI elaborat în scop didactic

SCI poate fi utilizat atât de către profesor în cadrul activităţilor didactice, cât şi de sine stătător de către studenţi în afara universităţii. Implementarea aplicaţiilor de către profesor permite organizarea lecţiilor într-un alt format decât cel tradiţional, oferind realizarea adaptiv-individuală a obiectivelor educaţionale. În timpul lecţiilor de *„Inteligenţă artificială”* aria de utilizare a SCI poate fi diferită în funcţie de unitatea de învăţare, viziunea profesorului etc. Pe lângă faptul că, putem studia materialul teoretic în *Modulul Instruire* şi acumula cunoştinţe teoretice, avem de asemenea posibilitatea de a integra cunoştinţele achiziţionate în practică. Prin analiza diferitor exemple propuse în *Modulul Antrenare,* vom forma la instruit deprinderi şi aptitudini sigure. Transferarea/aplicarea şi implementarea resurselor achiziţionate se va realiza la lecţiile de laborator la rezolvarea diverselor probleme şi exerciţii, astfel în memoria de lungă durată a instruitului se vor forma diferite legături semantice [176].

Prin urmare, în opinia noastră recuperarea resurselor pe care fiecare student le deţine este rezultatul învăţării, precum şi valorificarea/mobilizarea acestora în soliţionarea competentă a situaţiilor specifice domeniului inteligenţei artificiale, care reprezintă condiţia fundamentală a

unui proces de formare şi dezvoltare a competenţelor respective. Acest lucru este în special relevant pentru competenţele profesionale, care permit studenţilor să fie specialişti activi ai procesului lor de integrare. În acelaşi timp lucrul cu aceste competenţe facilitează procesul de transferare a experienţelor de învăţare în experienţe de profesionale/de muncă.

Deci, putem vorbi despre competenţă în cazul când resursele recuperate sunt integrate pentru a face ceva. Or, „pentru ca instruitul să însuşească cunoştinţe şi să demonstreze priceperi şi deprinderi, el trebuie să se raporteze, într-un anumit mod la ele, adică să-şi formeze anumite atitudini" [181, p.8]. În acest context, activitatea de învăţare este reprezentată ca lanţ de situaţii de învăţare, care formează conţinutul SCI, cât şi posibilităţile sale de creaţie. Sarcinile cognitive trebuie să alcătuiască nucleul cognitiv al SCI, iar baza metodică cuprinde activitatea în comun a pedagogului şi studenţilor la rezolvarea sarcinilor.

Prin urmare, un alt factor important în procesul de dobândire a competenţelor, sunt situaţiile de învăţare care descriu într-un mod simplu şi sintetic activităţi care pot să ducă la formarea şi dezvoltarea competenţei respective. În cazul nostru, *procesul de instruire va fi organizat în formă de acumulare de cunoştinţe teoretice, integrare a lor în exemple practice şi adaptarea lor pentru noi situaţii prin rezolvarea de probleme.* Contactul dintre teorie şi practică contribuie în mod substanţial la formarea de competenţe, prin rezolvarea de probleme studentul îşi demonstrează competenţa. Fiecărei unităţi de învăţare îi sunt caracteristice un set de probleme. Pentru rezolvarea lor, studentul va fi pus în situaţia de a rezolva un set de probleme din diferite unităţi de învăţare cu nivele diferite de complexitate, utilizând *metode şi tehnici specifice de inteligenţă artificială*.

În inteligenţa artificială reprezentarea cunoştinţelor şi controlul lor sunt esenţiale. Inteligenţa artificială trebuie să fie capabilă să reprezinte obiecte, proprietăţi, reguli, operaţii, acţiuni, situaţii, evenimente, cauze, efecte şi relaţiile dintre acestea şi să lucreze cu aceste reprezentări sau să le modifice în caz de necesitate [171].

Menţionăm că, cele mai utilizate metode şi tehnici de reprezentare a cunoştinţelor în IA sunt cele bazate pe calculul simbolic: metode şi tehnici bazate pe logică (logica propoziţională, logica cu predicate de ordinul I), metoda regulilor de producţie, metode şi tehnici de reprezentare a cunoştinţelor structurate (reţele semantice, cadre, scenarii, dependenţe conceptuale etc.) [171].

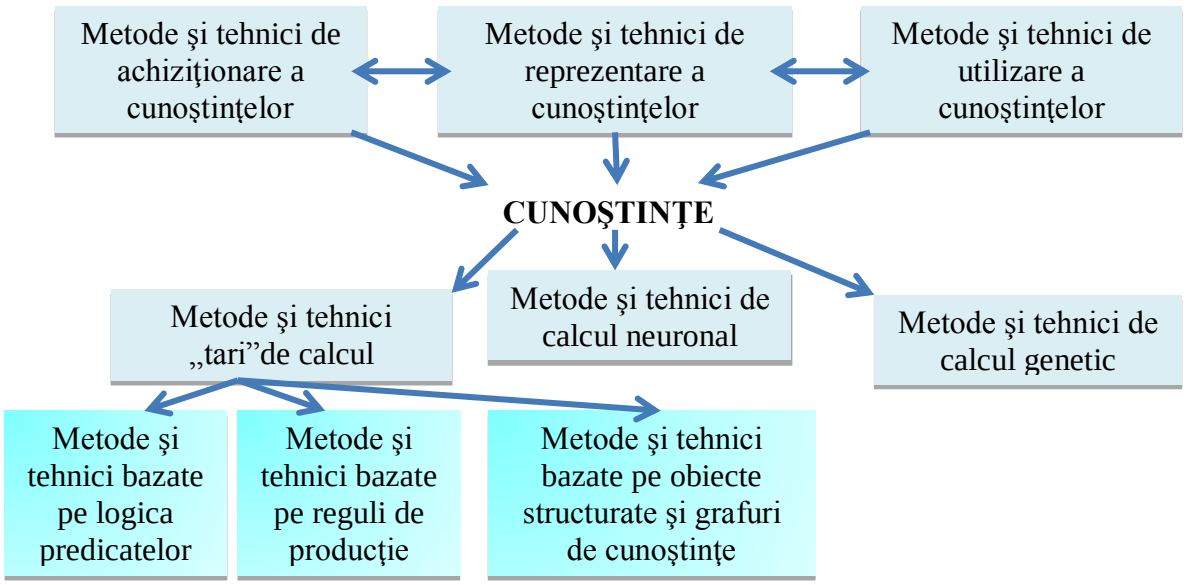


Fig. 2.14. Metode şi tehnici specifice inteligenţei artificiale

În cadrul orelor de laborator studentului îi vor fi propuse mai multe tipuri de sarcini didactice, ***de exemplu***:

Unitatea de învăţare: Reprezentarea cunoaşterii.

Competenţe specifice vizate:

- Operarea cu concepte, principii şi metode caracteristice domeniului inteligenţei artificiale.
- Analiza, modelarea şi rezolvarea problemelor real complexe, ce implică soluţii inteligente, cu un înalt grad de creativitate.
- Implementarea conceptelor domeniului inteligenţei artificiale în baza unui limbaj de programare declarativă (Prolog).

Descriere: De elaborat baza de cunoştinţe pentru secvenţa ce declară că „Ana are carte, Ana are maşină, Maxim are calculator, Maxim are maşină”. Lansaţi programul în repetate rânduri, pentru diferite interogări, selectând formularea scopurilor necesare din cele propuse.

a) Ce obiecte are Maxim? Goal: `are(ana,masina)`
b) Cine are carte? Goal: `are(maxim,X)`
c) Cine are aur? Goal: `are(_,carte)`
d) Cine şi ce obiecte posedă? Goal: `are(_,aur)`
e) Poseda Ana maşină? Goal: `are(X,Y)`
f) Ce obiecte au şi Ana, şi Maxim? Goal:`are(ana,X),are(maxim,Y)`

Se recomandă, în general, programând în Prolog includerea, următoarelor etape:

- Se declară unele afirmaţii (fapte) despre obiecte şi relaţii dintre ele.
- Se descriu regulile care definesc relaţiile dintre obiecte.
- Se formulează una sau mai multe întrebări (interogări, goal).

Pentru rezolvarea problemei se propune reprezentarea cunoştinţelor folosind *metoda de reprezentare prin logica cu predicate*. Logica cu predicate de ordinul I permite ca o propoziţie să fie fragmentată în două părţi de bază: *obiecte* (argumente) şi *predicate*. Predicatul este un enunţ formal despre obiecte şi relaţiile dintre ele. Obiectul este unitatea elementară reprezentată. Numărul de argumente al unui predicat reprezintă aritatea predicatului. Un predicat de aritate *n* poate fi definit ca o funcţie *P* de *n* argumente cu valori de adevăr, *adevărat (a)* sau *fals (f)*. Secvenţa de program Prolog este următoarea:

```
are(ana,carte).
are(ana,masina).
are(maxim,calculator).
are(maxim,masina).
```

În acest caz studenţii sunt familiarizaţi cu crearea bazei de cunoştinţe alcătuită numai din *baza de fapte* şi formularea corectă a interogărilor asupra bazei elaborate. Un *fapt* este un adevăr necondiţionat şi specifică o afirmaţie despre o anumită relaţie.

Propunem în cele ce urmează *un alt exemplu* de situaţie cu caracter exerciţiu.

Descriere: De elaborat regula pentru descrierea relaţiei `acelasi_parinte`. Lansaţi programul în repetate rânduri, pentru diferite interogări. Reflectaţi în raport rezultatele obţinute.

Pentru rezolvarea problemei se propune utilizarea *metodei regulilor de producţie*. Regulile de producţie sunt enunţuri condiţionale uşor de înţeles şi de descris, care specifică o acţiune care va avea loc sub rezerva adevărului condiţiilor. În vocabularul inginerilor de cunoştinţe, ele se mai numesc relaţii: *cauză–efect, premisă–concluzie, ipoteză–acţiune, condiţie–acţiune, test– rezultat, IF–THEN* sau *IF-THEN-ELSE*. În acest caz secvenţa de program Prolog este:

```
parinte(ion, ada). % Fapt: Ion este parintele lui Ada.
parinte(maria, dan).
parinte(andrei, ana_maria).
parinte(maria, suzana).
acelasi_parinte(X,Y):-parinte(P,X), parinte(P,Y).
```

Dacă în fereastra Dialog formulăm întrebarea:

`Goal: acelasi_parinte(dan,suzana)`, atunci răspunsul va fi: `Yes`.

Pentru: `Goal: acelasi_parinte(dan,ada)` răspunsul va fi: `No`, iar pentru: `Goal: acelasi_parinte(suzana,Z)` răspunsul va fi:`Z=dan` şi `Z=suzana`.

Secvenţa în mediul de programare Turbo Prolog este prezentată în figura 2.15.

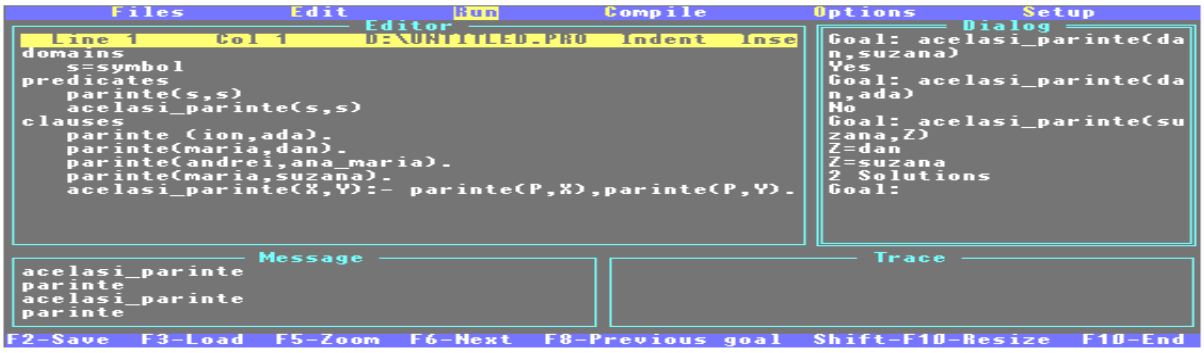


Fig. 2.15. Codul program „acelasi_parinte” şi ferestre Turbo Prolog

Prin urmare, în acest caz studenţii sunt familiarizaţi cu crearea bazei de cunoştinţe alcătuită numai din baza de fapte şi baza de reguli, unde *regulile* sunt afirmaţii, adevărul cărora este determinat de către adevărul a mai multor factori. Regulile sunt nişte raţionamente (deducţii).

În acest context, propunem *un alt exemplu* de situaţie mai complexă.

Descriere: Să se construiască un arbore genealogic arbitrar, care să conţină cel puţin 4 nivele (generaţii). Să se descrie regulile pentru diverse relaţii de rudenie din acest arbore în limbajul Prolog, utilizând numai următoarele relaţii:

```
- parinte(X,Y).   /* X este părintele lui Y */
- barbat(X).     /* X este bărbat */
- femeie(X).     /* X este femeie */
```

Pentru rezolvarea problemei se propune crearea următoarei baze de cunoştinţe alcătuită din *baza de fapte* şi *baza de reguli*.

```
parinte(nicolae,eugenia).    /* baza de fapte */
parinte(maria,eugenia).
parinte(eugenia,vasile).
parinte(dumitru,vasile).
femeie(eugenia).
femeie(maria).
barbat(nicolae).
barbat(vasile).
copil(X,Y) :- parinte (Y,X).          /* baza de reguli */
mama(X,Y)  :- parinte (X,Y),femeie(X).
tata(X,Y)  if parinte (X,Y) and barbat(X).
fecior(X,Y):- parinte (Y,X),barbat(X).
fiica(X,Y) if parinte (Y,X) and femeie(X).
bunel(X,Y)  :- parinte(X,Z), parinte(Z,Y), barbat(X).
bunica(X,Y) :- parinte(X,Z), parinte(Z,Y), femeie(X).
are_copii(X) :- parinte(X,_).
sora(X,Y)   :- parinte (Z,X), parinte(Z,Y), femeie(X).
frate(X,Y)  :- parinte (Z,X), parinte(Z,Y), barbat(X).
sora(X,Y) :- parinte (Z,X), parinte(Z,Y), femeie(X), X<>Y.
frate(X,Y) :- parinte (Z,X), parinte(Z,Y), barbat(X),X<>Y.
stramos(X,Z) :- parinte(X,Z).
stramos(X,Z) :- parinte(Y,Z), stramos(X,Y).
urmas(X,Y)   :- stramos(Y,X).
```

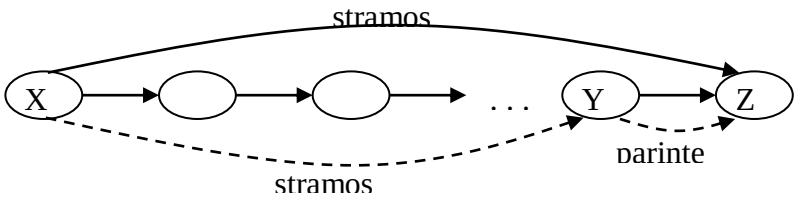
Fig. 2.16. Exemplu de program Prolog pentru construirea arborelui genealogic

În acest exemplu se introduce modul de tratare a *predicatelor recursive*, implementat în relaţia *stramos*, care poate fi definită astfel:

- părinţii sunt strămoşi;

- părinţii părinţilor sunt strămoşi; ş.a m.d.

Predicatul *stramos* poate fi reprezentat grafic astfel:



Aşadar, pentru rezolvarea problemelor, studentul este pus în situaţii de a crea predicate noi cu utilizarea metodelor specifice inteligenţei artificiale, recuperând şi mobilizând resursele interne şi externe pentru atingerea scopului propus. La această etapă studentului îi sunt formate *micro-competenţe* şi *competenţe*. Pentru formarea de *macro-competenţe* este necesară tratarea unei situaţii care să reprezinte o problemă complexă.

Un exemplu de situaţie complexă este problema „*Pionii*”. Pe o tablă orizontală cu 7 pătrate iniţial sunt aliniaţi trei pioni albi şi trei pioni negri cu un pătrat liber între ei. Să se găsească consecutivitatea de transformări a configuraţiei iniţiale pentru a ajunge la configuraţia finală în care pionii albi sunt în dreapta, iar cei negri – în stânga despărţiţi de un pătrat liber:

A	**A**	**A**		**N**	**N**	**N**	→	**N**	**N**	**N**		**A**	**A**	**A**

Pentru a găsi strategia de soluţionare a sarcinii, studenţilor li se propune Jocul logic pe calculator „*Broscuţele*” (figura 2.17). Prin aplicarea efectelor de animaţie a obiectelor jocului, se cere studenţilor să analizeze şi să identifice succesiunea de acţiuni care transformă starea iniţială a problemei în stare finală.

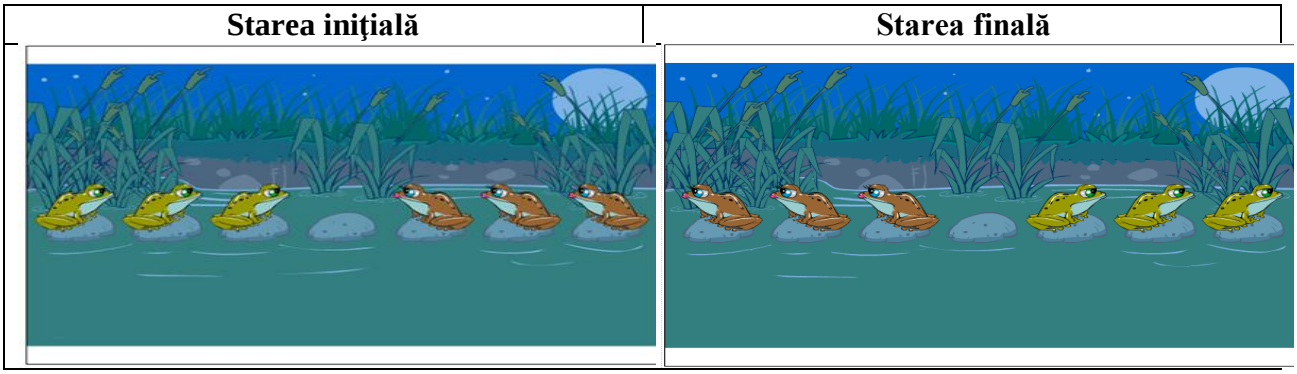


Fig. 2.17. Jocul logic pe calculator „*Broscuţele*”

Ansamblul de obiecte (pioni sau broscuţe) aparţin aceluiaşi domeniu şi reprezintă elementele unei liste. Mai mult decât atât, rezolvarea acestei proleme constă în identificarea soluţiei, folosind *tehnica de rezolvare prin căutare*. Rezolvarea problemei prin căutare implică stabilirea unui *spaţiu de stări* (toate configuraţiile posibile, fără enumerarea obligatorie a tuturor

configuraţiilor) şi *reprezentarea* explicită sau implicită a acestora. Prin joc studenţilor li se creează oportunitatea de a vedea, experimenta şi examina sistemic stările posibile în vederea identificării soluţiei potenţiale prin îndeplinirea următoarelor patru acţiuni:

1) un pion negru poate fi deplasat cu un pătrat spre stânga, dacă pătratul e liber, astfel:

A	N	A		N	N	A	→	A	N	A	N		N	A

2) un pion negru poate sări peste un pion adiacent alb spre stânga, dacă pătratul e liber:

A	N		A	N	N	A	→	A	N	N	A		N	A

-3) un pion alb poate fi deplasat cu un pătrat spre dreapta, dacă pătratul e liber:

A	N	A		N	N	A	→	A	N		A	N	N	A

4) un pion alb poate sări peste un pion adiacent negru spre dreapta, dacă pătratul e liber:

A	A	N		N	N	A	→	A		N	A	N	N	A

Cu toate că sarcina propusă are un grad sporit de dificultate, în cazul nostru, rezolvarea prin utilizarea regulilor (în combinaţie cu o strategie de control) de deplasare în spaţiul problemei până la găsirea unui drum între starea iniţială şi cea finală, reprezentate în Prolog este redusă (figura 2.18). Pentru rezolvarea sarcinii propuse studentul îşi va aplica competenţele formate până la această etapă.

```
domains
  pion=a;n;o
  l=pion*
predicates
  trecere(l,l)
  stare(l)
  solutia
clauses
  solutia:- stare([a,a,a,o,n,n,n]).
        stare([n,n,n,o,a,a,a]):-!. //strategia de control
        stare(X):- trecere(X,Y),stare(Y),write(Y),nl.
  trecere([o,n|L],[n,o|L]).
  trecere([o,a,n|L],[n,a,o|L]).
  trecere([a,o|L],[o,a|L]).
  trecere([a,n,o|L],[o,n,a|L]).
  trecere([X|L],[X|R]):- trecere(L,R).
```

Fig. 2.18. Exemplu de program Prolog pentru problema „*Pionii*”

În programele realizate până acum, am utilizat numai fapte şi reguli care foloseau structuri de date simple. Argumentele predicatelor folosite au fost atomi sau numere. Aceste date simple pot însă fi combinate pentru a construi tipuri de date complexe numite *structuri*. Spre deosebire de predicate care sunt relaţii, structurile sunt obiecte. Structurile nu apar niciodată singure într-o clauză, ci doar ca argumente pentru predicate.

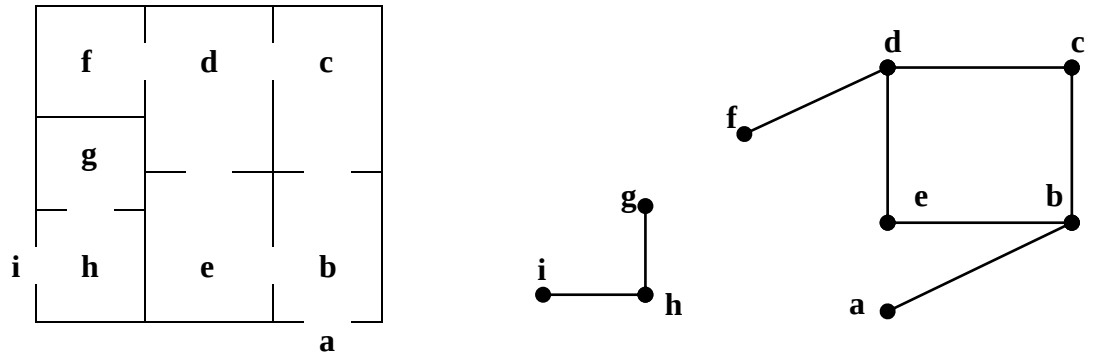
În acest sens, se propun studenţilor situaţii descrise ca în următoarea problemă *„Talente”*: În familia Bright sunt cinci copii. La vârstele de 4, 5, 6, 7 şi 8 ani *Rose* şi fraţii săi şi-au demonstrat talentele în domenii diferite. Unul din ei cântă bine la *pian*. Să se determine vârsta şi talentul fiecărui copil, ţinând cont că: (1) *Becca* are 4 ani şi nu străluceşte în *matematică*; (2) Un magician al *calculatorului* e cu un an mai mare decât *Stu*; (3) *Violonistul* are 7 ani, (4) *Iona* nu are 8 ani; (5) La 5 ani ai săi *Rob* e un copil mai mic decât cel ce străluceşte în *litere*.

În acest caz pentru rezolvarea problemei se propune utilizarea *metodei de reprezentare a cunoştinţelor structurate*. Baza de cunoştinţe include atât *baza de fapte,* cât şi *baza de reguli*, şi este reprezentată în următoarea secvenţă de program Prolog:

```
      egal(X,X).
      mai_mare(X,Y,R):-R=X-Y,R>0.
      membru(X,[X|_]).
      membru(X,[_|Y]):- membru(X,Y).
copii_Familiei(X):- regula(1,X), regula(2,X), regula(3,X),
                    regula(4,X),regula(5,X), regula(6,X),
                    regula(7,X), regula(8,X).
regula(1,[copil(rose,_,_),copil(becca,_,4),     copil(stu,_,_),
             copil(iona,_,_), copil(rob,_,5)]).
regula(2,X):- membru(copil(_,pian,_),X).
regula(3,X):- membru(copil(Nume,matematica,_),X),
               not(egal(Nume,becca)).
regula(4,X):- membru(copil(_,violoncel,7),X).
regula(5,X):- membru(copil(Nume,_,8),X), not(egal(Nume,iona)).
regula(6,X):- membru(copil(_,_,6),X).
regula(7,X):- membru(copil(_,calculator,V1),X),
              membru(copil(stu,_,V2),X), mai_mare(V1,V2,1).
regula(8,X):- membru(copil(_,literatura,V),X),mai_mare(V,5,_).
```

Fig. 2.19. Exemplu de program Prolog pentru soluţionarea problemei *„Talente”*

Un alt exemplu de situaţie complexă din teoria grafurilor: Să considerăm un labirint (figura 2.20, a), care este format din mai multe camere şi care sunt „unite” (legate) prin uşi. Dacă există uşă între camerele *x* şi *y*, atunci se poate trece din camera *x* în *y* şi invers. Deci relaţia „trecere” are proprietatea $xRy \equiv yRx$.



a) b)

Fig. 2.20. Reprezentarea unui labirint cu ajutorul unui garf

Labirintul poate fi reprezentat şi cu ajutorul unui graf (figura 2.20, b). Să admitem că în fiecare cameră este scris numele ei. Dacă omul ar căuta trecerea, atunci s-ar strădui să scrie sau să memorizeze camerele vizitate, altfel se poate „rătăci”. Programul Prolog procedează analogic. Camerele „vizitate” sunt inserate într-o listă cu scopul de a evita ciclul veşnic.

```
domains
  s=symbol   ls=s*
predicates
  apartine(s,ls)     u(s,s)
  trecere(s,s,ls)  trecere1(s,s,ls,ls)
clauses
   u(a,b).  u(b,c).  u(b,e).
   u(e,d).  u(d,c).  u(d,f).
   u(h,i).  u(h,g).
   trecere(X,Y,R):-trecere1(X,Y,[],R),L=[X|R],
                   write(L),nl,fail.
   trecere(_,_,_).
   trecere1(X,X,_,[]).
   trecere1(X,Y,T,L):-u(X,Z),not(apartine(Z,T)),
                      trecere1(Z,Y,[Z|T],L1),L=[Z|L1].
   trecere1(X,Y,T,L):-u(Z,X),not(apartine(Z,T)),
                      trecere1(Z,Y,[Z|T],L1),L=[Z|L1].
 apartine(X,[X|_]).
 apartine(X,[_|L]):- apartine(X,L).
   goal clearwindow,trecere(a,f,L).
```

Fig. 2.21. Programul „Labirint”

Programul „Labirint” determină dacă există o trecere dintr-o cameră, de exemplu, din *a* în una din camerele *b, c,….* În acelaşi timp programul afişează camerele vizitate. Primul argument al predicatului *trecere* este punctul iniţial (*start*), iar al doilea argument este punctul final. Argumentele pot fi şi variabile. Al treilea argument în predicatul *trecere1* este lista în care se inserează camerele „vizitate”. Al patrulea argument este lista în care se inserează calea parcursă. La interogarea `Goal trecere (e,d)` obţinem răspunsul: `[e,d][e,b,c,d],` adică se afişează toate soluţiile.

Metode şi tehnici bazate pe calcul genetic. Metodele şi tehnicile de reprezentare bazate pe calculul genetic au la bază conceptul de cromozom, ca unică structură de reprezentare adaptată.

Rezolvarea problemei Comis - Voiajorului cu ajutorul algoritmului genetic

Problema Comis - Voiajorului (PCV), matematic este definită astfel: *fie G = (V, E), unde V şi E este un graf neorientat în care oricare două vârfuri diferite ale grafului sunt unite printr-o latură căreia îi este asociat un cost strict pozitiv. Cerinţa este de a determina un ciclu care începe de la un nod aleator a grafului, şi trece exact o dată prin toate celelalte noduri şi care se întoarce la nodul iniţial, cu condiţia că ciclul să aibă un cost minim. Costul unui ciclu este*

definit ca suma tuturor costurilor ataşate laturilor ciclului [182, p. 1]. Prin urmare, G = (V, E) este un graf conectat neordonat, definit de un set de noduri V şi de un set de laturi E.

Într-un limbaj non-matematic însă, problema constă în găsirea celui mai scurt traseu posibil care trece prin N oraşe, astfel încât fiecare oraş să fie vizitat o singură dată şi să se ajungă în oraşul de origine (din care a pornit).

Această problemă populară de combinatorică este simplu de înţeles, însă greu de rezolvat. Problema conţine un set de oraşe localizate în coordonatele *(x, y)*. Scopul este de a aranja oraşele în aşa ordine în cromozomul individului, astfel încât suma distanţelor ale oraşelor adiacente ce merg la rând în acest cromozom să fie minimă. Dificultatea acestei probleme este în numărul mare de combinări posibile. De exemplu, pentru 10 oraşe sunt 3628800 combinări posibile, iar numărul de soluţii posibile este de N! şi creşte dramatic la adăugarea doar a câtorva oraşe. Această explozie în complexitate exclude rapid posibilitatea de a calcula complet problema. Iar din motiv că această problemă este în categoria problemelor NP – complete, nu există un algoritm care ar da cea mai bună soluţie, într-un timp acceptabil. Însă, acest tip de probleme poate fi soluţionat prin metode de rezolvare cu ajutorul *algoritmilor genetici.*

Pentru a realiza un algoritm genetic de rezolvare a PCV este nevoie mai întâi de toate, de formulat o codificare robustă a soluţiilor problemei în cromosoma indivizilor. Această codificare este de dorit să fie realizată astfel încât orice instanţă posibilă ale acestei codificări să reprezinte o soluţie admisibilă a problemei. Mai mult de atât, codificarea soluţiilor trebuie realizată astfel încât funcţia de fitness să calculeze rapid calitatea individului, la fel şi operatorii algoritmului să opereze rapid cu această codificare.

Pentru problema cercetată, cea mai intuitivă şi simplu de realizat codificare este de a reprezenta traseul, ce constituie soluţia problemei, sub formă de şir de numere întregi, unde fiecare număr întreg reprezintă numărul oraşului de la 1 la N. În aşa formă, oricare două oraşe se consideră adiacente, atunci când numerele acestora sunt adiacente în acest şir sau sunt pe extremităţi. De exemplu, pentru 4 oraşe o soluţie admisibilă este: 3142. Unde oraşul 3 este adiacent cu oraşele 1 şi 2, oraşul 1 este adiacent cu oraşele 3 şi 4, oraşul 4 este adiacent cu oraşele 1 şi 2, iar oraşul 2 este adiacent cu oraşele 4 şi 3. Altfel formulat, orice permutare a N numere reprezintă o codificare a unei soluţii. Scopul algoritmului genetic este de a găsi aşa o permutare, care constituite traseul minim între oraşe.

După crearea modului în care vor fi codificate soluţiile trebuie de creat operatorii de selecţie, de crossover şi de mutaţie pentru rezolvarea acestei probleme, care nu produc duplicate în informaţia genetică a individului sau indivizi, ce reprezintă o soluţie neadmisibilă a problemei.

Cu toate acestea este de remarcat că, conţinuturile cursului universitar *„Inteligenţa artificială”* sunt, în mare parte, destul de dificile. De exemplu, pentru studenţi este complicat de

a înţelege cum are loc crearea operatorilor menţionaţi (de selecţie, de crossover şi de mutaţie). În acest scop, autorul a elaborat o aplicaţie care implementează un algoritm genetic pentru rezolvarea PCV folosind toţi aceşti operatori şi, care construieşte graficul de performanţă al algoritmului. Astfel, se poate de depistat, care operator este cel mai reuşit în anumite situaţii ale problemei. Aplicaţia elaborată de autor este aplicată ca instrument în cadrul disciplinei *„Inteligenţa artificială”*, ce contribuie la simularea grafică a procesului de găsire a drumului optimal în PCV cu 50 de oraşe, după schema din figura 2.22.

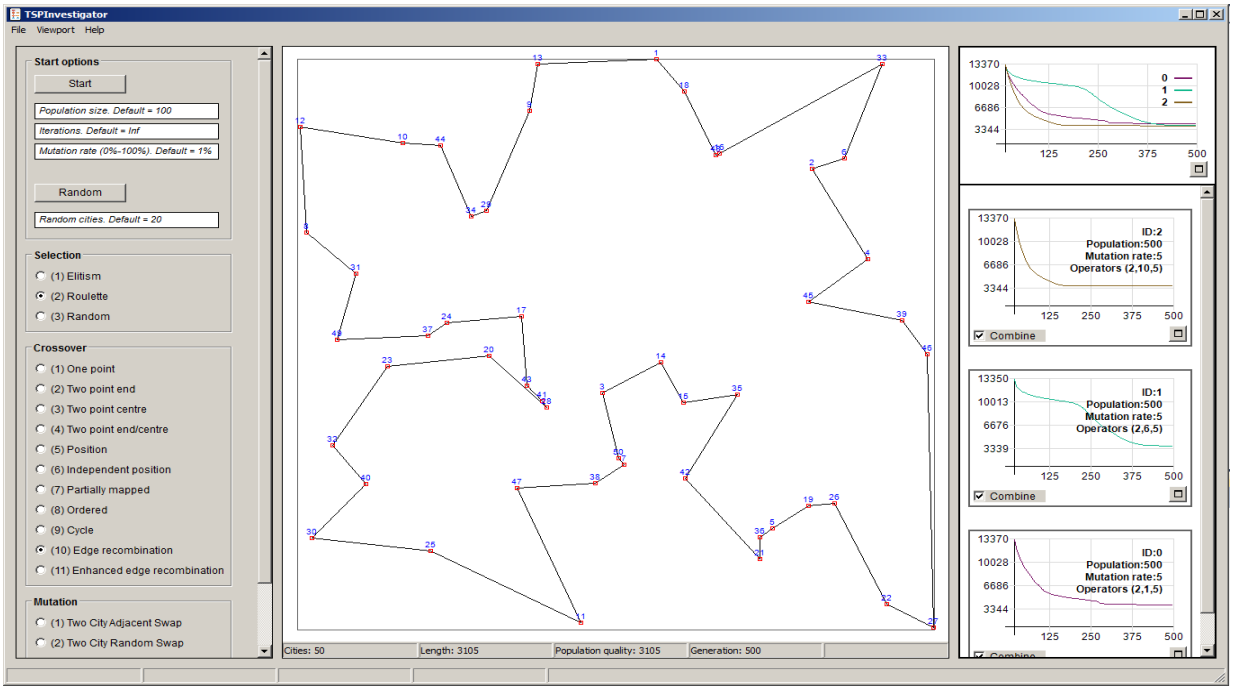


Fig. 2.22. Soluţia PCV cu 50 oraşe

În vederea realizării unei funcţionalităţi, aplicaţia îndeplineşte un set de cerinţe rezumate astfel:

- implementarea tuturor operatorilor de selecţie, crossover şi mutaţie;
- posibilitatea de a seta un număr arbitrar, iniţial de indivizi ai populaţiei;
- posibilitatea de a indica un număr de iteraţii care algoritmul genetic să-i parcurgă;
- posibilitatea de a indica rata de mutaţie înainte de a începe algoritmul;
- posibilitatea de a indica un număr aleator de oraşe care vor fi create automat în poziţii aleatoare;
- posibilitatea de a indica manual poziţia oraşelor;
- posibilitatea de salva şi de a citi din fişier poziţia oraşelor;
- posibilitatea de a elimina toate oraşele din algoritm pentru a poziţiona altele;
- vizualizarea oraşelor în fereastră;
- vizualizarea celei mai bune soluţii la fiecare iteraţie a algoritmului;

- fiecare rulare a algoritmului este vizualizată sub formă de grafic de performanţă a algoritmului; fiecare rulare îşi are graficul său aparte şi, prin urmare, poate fi construit graficul fiecărei rulări a algoritmului;
- posibilitatea de a combina mai multe grafice de performanţă ale algoritmului în unul singur pentru a vedea diferenţa dintre diferite configuraţii ale algoritmului; un grafic oarecare poate fi adăugat la combinaţia de grafice sau extras;
- posibilitatea de a vizualiza pe toata suprafaţa ecranului atât graficele unei rulări cât şi graficul care reprezintă combinarea a mai multor grafice;
- posibilitatea de a vizualiza toate graficele concomitent.

Implementarea unor astfel de aplicaţii de simulare în procesul de predare facilitează percepţia, înţelegerea mai rapidă a unor fenomene sau procese dificile. Având un comportament analog cu sistemul real, acestea oferă posibilitatea modificării unor parametri şi observarea comportamentului procesului.

Orice metodologie de instruire se finalizează cu evaluare în baza căreia este verificat nivelul de formare a competenţei studentului. În strategiile de evaluare au fost incluse astfel de metode ca: evaluarea computerizată, prin teste pe calculator; evaluarea formativă, prin realizarea lucrărilor de laborator şi a două testări curente. Evaluarea finală a competenţelor studenţilor se realizează sub formă de examen, iar nota finală se constituie din următoarele componente: 40% - evaluarea finală de examen, 30% - portofoliul digital compus din lucrări de laborator; 30% - media lucrărilor de evaluare de pe parcursul semestrului.

Evaluarea computerizată prin intermediul SCI este realizată în modulul *Evaluare* şi oferă studentului posibilitatea să se *autoevalueze* în procesul învăţării (item după fiecare unitate de studiu, test la sfârşit de capitol) şi după învăţare (test sumativ la sfârşit de capitol/modul sau test final). *Ca instrumente de verificare a competenţelor au servit atât testele pe calculator, cât şi cele pedagogice proiectate pentru testările curente şi cea finală.* Rolul testelor pe calculator în acest proces strategic constă în a evalua existenţa efectului sinergic şi a automatiza *componenta cognitivă a competenţei*. Evaluarea computerizată poate fi proiectată şi după fiecare pas de învăţare (itemul include o probă standardizată de evaluare a cunoştinţelor prezentate pe ecran) sau integrativ (testul include un ansamblu de itemi care se referă la o unitate de studiu). Deci, la diferite etape se propun teste de determinare a nivelului de cunoştinţe şi competenţe.

În acelaşi timp, modulele pot fi selectate individual, în dependenţă de competenţele *a priori* şi de stilul de învăţare. Aprecierea răspunsurilor se face în procente. În acest caz, obiectivele instrucţionale nu se includ în structura itemului sau testului pe calculator. Evaluarea este realizată prin cadre ce includ, de obicei, un număr redus de itemi, ca în figura 2.23:

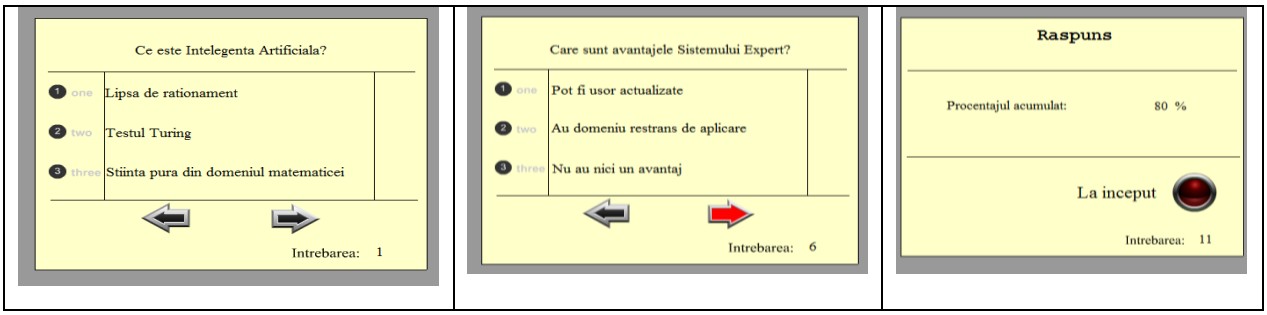


Fig. 2.23. Exemple de cadre de evaluare

În cercetarea noastră, autorul paralel cu evaluarea computerizată a proiectat şi elaborat teste pedagogice tradiţionale (testări curente şi finală, Anexa 5, 5 a, 5 b) pentru a evalua nivelul de formare a tuturor competenţelor vizate (sau doar a celor care fac obiectul evaluării formative şi sumative) pentru fiecare student, în care au fost reunite diferite tipuri de sarcini didactice (teoretic, aplicare şi integrare) elaborate pe nivele de deţinere a competenţelor descrise mai sus în prezenta lucrare (vezi 2.3.2.). Evaluarea formativă include realizarea de către student a lucrărilor de laborator şi a două testări curente. La lecţiile de laborator studenţilor li se propun o serie de mici proiecte ce formează portofoliul digital, şi care vin să scoată în evidenţă anumite proprietăţi ale unor componente şi a unui proiect cu un grad mai ridicat de complexitate, în dependenţă de capacităţile fiecărui student.

La proiectarea testelor formative şi sumative sunt incluse sarcini de tipul ce:

I. permit evaluarea prezenţei resurselor necesare pentru demonstrarea micro-competenţei – *cunoaşterea şi înţelegerea* noţiunilor şi conceptelor studiate, ca de exemplu:

Ce reprezintă fiecare din următorii termeni?

a) 6.8	d) _A	g) var_	j) stud(Nume, data(12,12,1986))
b) _1	e) Ion	h) f(x, ion)	k) Xy
c) _a	f) variabila	i) z(Y, x)	l) aB

II. permit evaluarea nivelului de stăpânire a competenţei – *aplicarea* resurselor acumulate pentru rezolvarea unor situaţii standarde, ca de exemplu:

Să se reprezinte sub forma unor fapte şi/sau reguli PROLOG următoarea propoziţie:
„*O persoană se consideră specialist experimentat într-un domeniu, dacă ea are vârstă mai mare de 30 ani şi are vechimea de muncă în acest domeniul mai mare de cinci ani*.”

III. permit evaluarea nivelului de stăpânire a macro-competenţei– *integrarea* resurselor pentru a trata situaţii complexe (de tip problemă).

Să se definească predicatul recursiv pentru calcularea valorii funcţiei:

$$f(x,y)=\begin{cases} x, & dacă\ \ y=0 \\ f(x,y-1), & dacă\ \ y>0, x=0 \\ f(x-1,y-1)+f(x,y-1), & dacă\ \ y>0, x>0 \end{cases}$$

Mărimea testului şi timpul de rezolvare variază în raport cu mărimea unităţii de instruire evaluate. Se înţelege că, paralel cu testul, se construieşte şi baremul de corectare şi notare prin reunirea răspunsurilor la fiecare item. Modelul de barem utilizat este cel unde itemii au punctaje care dau un total de 100 de puncte. Punctajele se convertesc în note după următorul tabel:

Tabelul 2.2. Barem

Punctaj acumulat	96-100	86-95	76-85	61-75	46-60	30-45	21-29	11-20	0-10	eliminat din sală pentru conduită contradictorie Codului de etică
Nota	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**

Alocarea în barem a punctajelor se face după criterii ce ţin de întinderea răspunsului, complexitatea acestuia, gradul de dificultate etc.

Testul se aplică frontal în unitatea de timp estimată ca suficientă nivelului mediu (de exemplu, 30 min pentru testele curente, 135 min pentru testul final). Se poate nota timpul de rezolvare pentru fiecare student. Verificarea testului, în raport cu baremul construit se realizează într-un tabel care cuprinde fiecare item cu un anumit punctaj. Se pot reuni punctajele: (a) pe student; (b) pe itemi. Punctajele pe itemi se raportează la punctajul total posibil pentru a se observa gradul de realizare a fiecărui item.

În cadrul experimentului pedagogic, desfăşurat de autor, rezultatele evaluării, au fost studiate şi analizate pe verticală (item) şi pe orizontală (student) înafara orelor. Din analiza rezultatelor detaliate se obţin performanţele/progresele individuale ale studenţilor, precum şi caracteristicile itemilor, dar şi evidenţierea situaţiilor dificile fiecărui student.

2.4. Concluzii la capitolul 2

1. Arhitectura modelului SCI proiectat de autor conţine cunoştinţe de trei tipuri: *despre disciplină* (modelul disciplinei), care reflectă conţinuturile formării şi sarcinile de învăţare/evaluare; *despre instruit* (modelul instruitului), ce include setul de parametri actualizaţi în mod dinamic, reflectând caracteristicile generale ale instruitului; *despre strategiile de instruire*, tactici şi euristici de conducere a procesului de instruire.
2. Realizarea informatică de către autor a SCI ca un complex de programe pentru calculator, cuprinde proiectarea interfeţei, stabilirea modelului de accesibilitate, dezvoltarea tehnică a resurselor multimedia şi integrarea informatică prin utilizarea de *instrumente noi de dezvoltare,* precum: *Windows Form, Windows Presentation Foundation, Microsoft Visual*

Studio, asigurând din punct de vedere tehnologic instruirea, antrenarea şi evaluarea, şi oferind, conţinuturilor interactivitate, adaptivitate şi posibilitatea ajustării pentru alte discipline.

3. În scopul obţinerii unui randament maximal al exploatării în activitatea didactică universitară a *produselor informatice dezvoltate* de autor, a fost elaborat şi fundamentat teoretic *modelul pedagogic* de formare şi dezvoltare a competenţelor profesionale ale studenţilor prin implementarea SCI la disciplina *„Inteligenţa artificială”*. Modelul pedagogic elaborat conţine două componente: *teoretică* şi *tehnologică (aplicativă)*, care determină elaborarea metodologiei de formare a competenţelor la „*Inteligenţa artificială*” prin valorificarea SCI cu potenţial de aplicare adiţională la efectivul metodelor şi strategiilor fundamentale în practica de predare şi, respectiv, aplicarea metodologiei şi evaluarea rezultatelor obţinute.
4. Prin consultarea diverselor surse de specialitate (Cadrul Naţional al Calificărilor, programe de studii, cerinţe ale angajatorilor, dinamica pieţei muncii şi a cunoaşterii, interesele şi nevoile de învăţare ale studenţilor) şi prin utilizarea matricei corelării finalităţilor de studii autorul a fost propus competenţele specifice ce urmează a fi formate/dezvoltate în cadrul disciplinei *„Inteligenţa artificială”* şi conţinutul de instruire, punându-se un accent deosebit pe: combinarea conceptelor şi tehnicilor inteligenţei artificiale; proiectarea şi elaborarea bazelor de cunoştinţe; aplicarea algoritmilor specifici şi strategiilor de căutare a soluţiilor pentru rezolvarea problemelor cu tehnici inteligente folosind programarea declarativă;
5. Integrarea pedagogică şi informatică a părţilor componente ale SCI s-au axat pe *organizarea şi integrarea modulară a conţinuturilor specifice* cursului, asigurând procesul de asimilare a cunoştinţelor în condiţiile unui ciclu didactic complet, care include scopul şi obiectivele, motivaţia pentru asimilarea calitativă, conţinuturile, metode şi forme de învăţare directe, mediate şi activităţi independente de autoinstruire, autoevaluare şi evaluare a rezultatelor de asimilare a cunoştinţelor, abilităţilor şi deprinderilor care sunt parte a structurii sale.
6. Extinderea *valenţelor metodologice*, graţie modelului pedagogic elaborat: (a) *transformă* modul de transmitere şi achiziţionare a cunoştinţelor, adoptă strategii de activitate cu actorii procesului instructiv; (b) *stimulează* cogniţia, metacogniţia şi construcţia flexibilă a cunoştinţelor; (c) permite *accesibilitatea informaţiilor* în timp moderat şi consum financiar variabil; (e) *compatibilitatea* şi calitatea limbajului de programare a *software*-urilor, conţinuturilor de învăţare permite transmiterea acestora atât în regim de contact direct instruit-profesor deplin sau/şi parţial sau la distanţă, cât şi în format de învăţare autoreglată.

Rezultatele obţinute permit soluţionarea problemei de cercetare şi realizarea obiectivelor înaintate în scopul sporirii calităţii procesului didactic la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”* orientate spre formarea şi dezvoltarea competenţelor specifice cursului respectiv şi asigurarea finalităţilor de studii prin implementarea şi valorificarea SCI.

3. ARGUMENTAREA EXPERIMENTALĂ A EFICIENŢEI MODELULUI ŞI METODOLOGIEI DE FORMARE ŞI DEZVOLTARE A COMPETENŢELOR STUDENŢILOR PRIN UTILIZAREA SCI

3.1. Scenariul şi derularea cercetării didactice (experimentului pedagogic)

Una din tendinţele procesului educaţional modern constă în realizarea instruirii oriunde, oricând, adaptabilă la necesităţile instruiţilor şi la diversele niveluri ale acestora. Astfel, metodele educaţionale computerizate aplicate în procesul de predare-învăţare facilitează calea spre finalităţile determinate de obiectivele pe care profesorul şi le planifică pentru o anumită componentă structurală de învăţare şi/sau evaluare.

Modelul de sistem computerizat elaborat, ca şi întreaga cercetare, promovează ideea abordării prin competenţe a procesului de instruire. Prin intermediul sistemului computerizat de instruire studentului îi sunt formate un şir de competenţe specifice pentru disciplina de studiu *„Inteligenţa artificială”*. Spre deosebire de alte discipline de studiu, conţinutul inteligenţei artificiale, în ultimul timp s-a dezvoltat considerabil. Astfel, în cadrul orelor de prelegeri, seminar şi laborator activitatea profesorului necesită a fi orientată spre formarea şi dezvoltarea de competenţe la studenţi, astfel încât prin dobândirea lor, ei să facă faţă diferitor situaţii, care necesită a fi rezolvate, inclusiv a celor întâlnite în activitatea cotidiană.

În ultimii ani conform curriculumului disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*, a crescut numărul de ore acordat lucrului individual al studenţilor. În contextul noilor resurse pedagogice ale instruirii computerizate şi disponibilităţi tehnologice ale calculatorului accentul în instruire se transferă anume pe lucrul individual al studenţilor. Astfel, SCI elaborat vine ca o resursă (instrument) de învăţare şi cunoaştere suplimentară, structura şi conţinutul căreia depinde de scopul de utilizare. Desigur dacă timpul ne permite putem să-l folosim şi în timpul orelor de auditoriu.

SCI realizat de noi în contextul concepţiei didactice a disciplinei *„Inteligenţa artificială”* şi în conformitate cu tehnicile de programare moderne şi elementele de grafică şi de modelare, acceptate în cadrul pregătirii universitare a specialiştilor din domeniile informaticii, contribuind la valorificarea studierii elementelor de programare aplicată prin dezvoltarea de aplicaţii educaţionale cu potenţial de practicare IAC a adus şi la proiectarea inevitabilă a unui mediu de învăţare constructiv şi formativ de implementare a produsului educaţional finit.

În urma actualei investigaţii ştiinţifice şi experimentale au fost: reliefate idei generale sintetice privitoare la teoria şi strategia de implementare a produselor software educaţionale în învăţământul superior, având ca bază exemplul de studiere a cursului universitar „*Inteligenţa artificială”* la USM; sistematizate tehnicile şi metodologia de elaborare a complexului de software educaţional pentru studierea inteligenţei artificiale (limbajului necesar Prolog);

structurat aparatul informatic privitor la elaborarea, stocarea, prelucrarea, furnizarea resurselor didactice elaborate pentru procesul de predare/învăţare/evaluare/autoevaluare a disciplinei studiate.

Cercetarea didactică a derulat în următoarele etape:

a) Constituirea teoretică a cercetării pedagogice (obiectivele cercetării, ipoteza cercetării, metodologia cercetării);

b) Analiza nevoilor cognitive IA conectate utilizării adecvate a noilor modele şi strategii didactice în activitatea didactică universitară;

c) Proiectarea şi elaborarea SCI, de concepţie proprie, din perspectiva formării şi dezvoltării competenţelor studenţilor la studierea inteligenţei artificiale în vederea optimizării procesului instructiv;

d) Testarea şi asigurarea calităţii SCI, de concepţie proprie, din perspectiva formării şi dezvoltării competenţelor la studenţi, pe exemplul studierii IA, în vederea determinării stabilităţii şi funcţionalităţii produsului educaţional digital în conjunctura de testare a unităţilor sistemului elaborat;

e) Implementarea SCI, cu scopul de a îmbogăţi, eficientiza şi actualiza procesul de predare/învăţare a cursului universitar de IA;

f) Colectarea, analizarea, sintetizarea şi interpretarea datelor experimentale obţinute.

Premisa investigaţiilor noastre a fost: formarea şi dezvoltarea competenţelor descrise prin curriculum universitar la disciplina *„Inteligenţa artificială”* cu utilizarea unor strategii moderne de predare/învăţare/evaluare.

Obiectivul general propus: studierea impactului pe care îl are utilizarea sistematică a SCI în cadrul disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*, din perspectiva rezultatelor academice obţinute de aceştia, precum şi din perspectiva interesului acestora pentru această disciplină.

Obiectivele specifice:

1: Elaborarea, pilotarea şi revizuirea SCI utilizat în studiul unităţilor de învăţare la disciplina IA, prin prisma eficientizării activităţii de învăţare.

2: Măsurarea nivelului de formare a competenţelor din curriculum universitar la IA, în urma instruirii folosind SCI, ca element constitutiv în metodologia propusă.

3: Verificarea ipotezei ştiinţifice, că prin utilizarea SCI pentru lecţii de laborator, seminare, în timpul lucrului individual, se îmbunătăţeşte semnificativ calitatea instruirii şi a performanţelor studenţilor în studiul inteligenţei artificiale prin creşterea eficienţei activităţii de achiziţie activă şi interactivă a cunoştinţelor, a formării competenţelor şi a interesului pentru învăţarea inteligenţei artificiale.

Specificul cercetării efectuate constă în utilizarea masivă a tehnicii de calcul, a tehnologiilor informaţionale şi de comunicaţie şi implicarea în experiment a unui număr mare de studenţi. Investigaţia a fost promovată sub două aspecte: verificarea metodologiei elaborate şi implementarea modelului în studierea disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*, din perspectiva formării şi dezvoltării competenţelor studenţilor anului doi ai universităţii.

Metodologia cercetării a însumat următoarele tipuri de metode:

- *Pedagogice* - documentarea ştiinţifică, observarea, conversaţia, analiza produselor activităţii studenţilor, compararea, chestionarul, experimentul pedagogic (de constatare, de formare şi de control);
- *Statistice* - prelucrarea şi interpretarea statistică a datelor colectate din punct de vedere cantitativ, calitativ, grafic; prin indicatorii variaţiei: media aritmetică, verificarea gradului de omogenitate a seriei, dispersia.

În scopul sublinierii aspectelor privind promovarea sistemului computerizat de instruire în procesul educaţional ca resursă pentru activităţile de predare/învăţare şi utilizarea acestuia în diferite condiţii, precum şi verificarea impactului aplicării metodologiei propuse, în cadrul cercetării noastre a fost organizat şi realizat un *experiment pedagogic*. Organizarea experimentului s-a efectuat în baza rezultatelor cercetărilor teoretice şi metodice expuse în capitolele anterioare. Dumitriu C. [183] menţionează că, *experimentul* reprezintă cea mai importantă metodă de cercetare, deoarece furnizează date precise şi obiective. În cercetarea noastră s-a utilizat această metodă, pornind de la experimentul de constatare, scopul principal al căruia a fost determinarea nivelului de familiarizare a studenţilor cu principalele competenţe din domeniul inteligenţei artificiale.

Experimentul s-a desfăşurat prin *tehnica eşantioanelor paralele* (eşantion experimental şi de control). „Eşantionul reprezintă o submulţime a populaţiei statistice avute în vedere” [184, p.148]. Vom numi *eşantion experimental* (EE) eşantionul care a fost instruit prin aplicarea modelului şi metodologiei de implementare a SCI elaborat şi *eşantion de control* (EC), eşantionul care a fost instruit în mod tradiţional. Bineînţeles, pe *durata desfăşurării experimentului pedagogic* a fost urmărit în ce măsură (efectul) *variabila independentă*: instruirea cu ajutorul SCI în sensul formării şi dezvoltării competenţelor studenţilor la inteligenţa artificială şi asigurarea studenţilor cu materiale didactice electronice, prezentarea cazurilor de aplicabilitate a programării logice în inteligenţa artificială etc.; influenţează *variabila dependentă*: nivelul formării competenţelor la studenţi în inteligenţa artificială (rezultatele obţinute de studenţi la testele pedagogice), care determină nivelul actual de pregătire a lor. Suplimentar a fost comparat nivelul de motivaţie al studenţilor - *variabila intermediară*.

Metoda testelor a fost aplicată în etapa de formare experimentală. Testele pedagogice de cunoştinţe elaborate şi utilizate au fost echivalente, pentru unităţile de învăţare a ambelor eşantioane cercetate, conţinând itemi cu răspuns închis, de completare, de asociere, de alegere a răspunsului corect, precum şi itemi cu răspuns deschis, în ordinea crescândă a dificultăţii, care au vizat cunoaşterea, înţelegerea, aplicarea, analiza, sinteza şi evaluarea. S-au proiectat 3 teste pedagogice, denumite astfel: Testarea I, Testarea II şi testul final (examen).

Metoda observaţiei (sistematice) şi *metoda anchetei* pe bază de chestionar s-au aplicat în scopul evaluării rezultatelor calitative ale instruirii cu ajutorul SCI, precum şi pentru evaluarea SCI, din punctul de vedere al calităţii prelucrării didactice şi informatice. În acest scop, s-au utilizat chestionare în diferitele etape ale cercetării şi pentru cele două tipuri de eşantioane de subiecţi.

Perioada de desfăşurare a experimentului pedagogic. Experimentul a fost organizat şi derulat pe parcursul anilor academici 2014-2015, 2015-2016.

Baza experimentală. În calitate de eşantioane experimentale au servit grupe de la anul doi ale Facultăţii Matematică şi Informatică a Universităţii de Stat din Moldova, secţia cu frecvenţă la zi. Întregul lot de cercetare (N) este format din 91 de persoane. În tabelul 3.1 este ilustrată componenţa eşantioanelor, anul de studii şi numărul de studenţi din fiecare grupă academică care au participat la experiment.

Tabelul 3.1. Structura eşantioanelor

Perioada desfăşurării	*Eşantionul experimental*		*Eşantionul de control*	
	Grupa academică	**Nr. de studenţi**	**Grupa academică**	**Nr. de studenţi**
2014-2015	I 21 subgrupa I	14	I 21 subgrupa II	12
2015-2016	IA 21	34	I 21	31
Total pe eşantioane		48		43
TOTAL				91

Prelucrarea rezultatelor experimentului pedagogic: Pentru validarea rezultatelor experimentale şi verificarea ipotezei cercetării ştiinţifice, asupra rezultatelor obţinute de către studenţi vor fi aplicate criteriile statistice, şi anume: **Criteriul Cramer-Welch** sau **t Student** şi **testul U Mann - Whitney** [185, 186, 187, 188, 189] pentru fiecare eşantion separat.

După cum ştim, ipoteza de cercetare nu poate fi confirmată sau infirmată, deoarece toate analizele se fac pe baza ipotezei statistice nule. Formulăm ipotezele statistice derivate din ipoteza cercetării ştiinţifice:

ipoteza nulă H_0: nivelul mediu de pregătire în eşantionul experimental (eşantionul 1) este apropiat de nivelul mediu de pregătire în eşantionul de control (eşantionul 2);

ipoteza alternativă H_1: nivelul mediu de pregătire în eşantionul experimental (eşantionul 1) se deosebeşte semnificativ în sens statistic de nivelul mediu de pregătire în eşantionul de control (eşantionul 2).

Argumentarea şi explicarea criteriilor statistice selectate [131]:

În cadrul experimentelor pedagogice, uneori, criteriul de testare *t Student* este substituit cu un criteriu alternativ *Cramer-Welch*, acesta din urmă reprezentând o versiune de test aplicabilă la eşantioane de control şi experimentale cu un număr mai restrâns de participanţi, ca în cazul nostru pentru eşantioanele anului 2014-2015 a căror volum nu întrece 12 şi respectiv 14 participanţi fiecare. E de remarcat că valoarea empirică a criteriului *Cramer-Welch* este valoarea aproximativă a valorilor empirice ale testului *t Student*, cu condiţia ca volumul populaţiei să nu întreacă 30 de participanţi. În cazul nostru eşantioanele experimentului din perioada anului 2015-2016 au un volum al populaţiei mai mare de 30 participanţi, ceea ce ne permite să aplicăm pentru validarea rezultatelor testul *t Student*. De asemenea este important a sublinia că valorile critice pentru testul *Cramer-Welch* sunt dependente doar de nivelul de semnificaţie α şi sunt exprimate de valorile critice ale testului *t Student*. În acest context, un studiu realizat de către Новиков Д.А., demonstrează că valorile empirice ale testului *t Student* şi cele după *Cramer-Welch* pentru valori suficient de mici a volumului populaţiei (<=30) nu diferă substanţial unele de altele [187, p. 46-47]. Prin urmare, algoritmul şi schema de aplicare ale criteriului *Cramer-Welch* vor fi aceleaşi ca şi pentru testul *t Student*.

1. Criteriul Cramer-Welch [185] conform căruia pentru două eşantioane *X* (cu un volum al populaţiei egal cu N_1) şi *Y* (cu un volum al populaţiei egal cu N_2) se determină valoarea empirică *T* în baza mediilor şi dispersiilor pentru cele două eşantioane.

Estimarea asemănărilor dintre două eşantioane, conform criteriului *Cramer-Welch*, se realizează conform algoritmului:

„ (1) Calculăm valoarea empirică T_{emp} conform formulei:

$$T_{emp} = \frac{\sqrt{N_1 N_2} * \left|M_x - M_y\right|}{\sqrt{N_1 D_x + N_2 D_y}} [3.1],$$

unde N_1, N_2 reprezintă volumul eşantioanelor *X* şi *Y* respectiv;

$$M_x = \frac{1}{N_1}\sum_{i=1}^{N_1} x_i \text{ şi } M_y = \frac{1}{N_2}\sum_{i=1}^{N_2} y_i [3.2],$$

unde M_x, M_y media caracteristicilor eşantioanelor *X* şi *Y* respectiv;

$$D_x = \frac{1}{N_1 - 1}\sum_{i=1}^{N_1}(x_i - M_x)^2 \text{ şi } D_y = \frac{1}{N_2 - 1}\sum_{i=1}^{N_2}(y_i - M_y)^2 [3.3],$$

unde D_x, D_y dispersia caracteristicilor eşantioanelor *X* şi *Y* respectiv.

(2.) Comparăm valoarea obţinută cu valoarea critică $T_{cr.}(0.05)=1.96$" [ibidem].

Însă estimările asemănărilor dintre două eşantioane, în cazul testului ***t Student*** se calculează în modul următor: valoarea empirică

$$t_{emp} = \frac{|M_x - M_y|}{\sqrt{\frac{D_x(N_1-1)+D_y(N_2-1)}{N_1+N_2-2} * (\frac{1}{N_1}+\frac{1}{N_2})}}, \qquad [3.4]$$

se compară cu valoarea critică $t_{cr}(\alpha;N_1+N_2-2)$, unde α=0,05 este nivelul de semnificaţie şi N_1+N_2-2 numărul gradelor de libertate.

Decizia în test presupune:

- Se acceptă ipoteza nulă a identităţii repartiţiilor, la nivel de semnificaţie α=0,05 fixat, dacă valoarea calculată $T_{emp} \leq T_{cr.}(0.05)=1,96$ (în cazul testului *t Student* $t_{emp.} \leq t_{cr}(0,05;N_1+N_2-2)$;
- Se respinge ipoteza nulă în caz contrar.

2. Testul U Mann-Whitney [185, p. 128-134; 186 p.192] este aplicat în cazul estimării deosebirilor dintre două eşantioane după nivelul unei caracteristici concrete. De altfel, unii autori îl denumesc testul *Mann – Whitney Wilcoxon* (Vasilescu, 1992), nu pentru că cele două teste ar reprezenta acelaşi lucru, ci pentru a reflecta contribuţia celor trei statisticieni la dezvoltarea *testului U*. Vom utiliza acest test pentru compararea metodelor de predare-învăţare prin prisma rezultatelor obţinute de studenţii din grupa experimentală şi de control.

Conform algoritmului pentru estimarea deosebirilor dintre două eşantioane independente *X* (cu un volum egal cu N_1) şi *Y* (cu un volum egal cu N_2) se determină conform algoritmului:

„(1) pentru a determina valoarea exactă a testului statistic, trebuie, în primul rând, să cumulăm cele două şiruri într-unul singur N_1+N_2 valori şi să ordonăm crescător sau descrescător datele;

(2) se atribuie ranguri valorilor ordonate ale şirurilor reunite;

(3) se identifică rangurile valorilor pentru fiecare eşantion aparte; notăm cu T_1 suma rangurilor pentru primul eşantion, respectiv, cu T_2 suma rangurilor pentru al doilea eşantion;

(4) se calculează cantităţile:

$$W_1 = N_1 * N_2 + \frac{N_1(N_1+1)}{2} - T_1, \qquad [3.5]$$

$$W_2 = N_1 * N_2 + \frac{N_2(N_2+1)}{2} - T_2, \qquad [3.6]$$

unde W_1 şi W_2 reprezintă criteriul statistic (după Wilcoxon) destinat testării propriu-zise a ipotezei H_0; unde, N_1, N_2 reprezintă volumul eşantioanelor *X* şi *Y* respectiv; T_1, T_2 – suma rangurilor caracteristicilor eşantioanelor *X* şi *Y* respectiv;

(5) statistica testului este valoarea minimă dintre W_1 şi W_2: $U=min(W_1,W_2)$. Cu cât este mai mică valoarea lui *U*, cu atât precizia deosebirilor este mai mare."

Decizia în test presupune:

- Se respinge ipoteza nulă a identităţii repartiţiilor, la nivel de semnificaţie α=0,05 fixat, dacă valoarea *U* calculată este mai mică sau egală cu valoarea critică $U_{cr.(0,05)}$, adică $U_{emp} \leq U_{cr.(0,05)}$ [186, p.195];
- Se acceptă ipoteza nulă în caz contrar, adică dacă $U_{emp} > U_{cr.(0,05)}$.

În cazul când volumul eşantionului N>20 se realizează acelaşi demers matematic în aflarea lui *U* însă, din acest moment intervine un pas suplimentar.

(6) Determinarea probabilităţii. Daca anterior aceasta a fost realizată prin compararea lui *U* obţinut cu valorile corespunzătoare din tabel, acum se trece la calcularea lui *z* şi consultarea acestuia în tabelul de valori. Formula lui *z* este:

$$z = \frac{U - \frac{N_1 N_2}{2}}{\sqrt{\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}}} \qquad [3.7]$$

În această situaţie se consultă *z* în tabel şi se urmăreşte dacă valoarea obţinută este mai mare decât cea din tabel. Dacă *z* obţinut este mai mare decât *z* din tabel (la un prag de semnificaţie de minim 0,05) atunci ipoteza nulă este respinsă şi se demonstrează că exista o diferenţă reală, semnificativă între cele doua eşantioane.

Considerăm că aceste teste pot fi utilizate în aprecierea eficienţei SCI implementat de noi deoarece:

(1) eşantioanele sunt independente din punct de vedere al caracteristicii măsurate cantitativ;

(2) mărimea eşantionului este suficientă pentru a reda caracteristicele esenţiale ale testului dat, respectiv (14 şi 12 studenţi pentru anul 2014-2015; 34 şi 31studenţi pentru 2015-2016);

(3) se poate evalua dacă una dintre valori este clasată mai mare decât cealaltă.

3.2. Descrierea experimentului de constatare

Cercetarea ştiinţifică întreprinsă în perioada pre-experimentală ne-a determinat să divizăm activităţile decisive în derularea experimentului de formare. Astfel, etapa de constatare a fost segmentată în sub etape distincte realizate pe parcursul anilor 2013-16: *etapa de analiză; etapa de proiectare, dezvoltare, testare şi asigurare a calităţii; etapa de constatare.*

Etapa de analiză, a fost realizată în perioada 2013-2015. La această etapă a experimentului s-au analizat programele analitice existente, pentru cursul *„Inteligenţa artificială”* la specialităţile *Informatica, Informatica Aplicată, Management Informaţional*, actele normative referitoare la învăţământul superior, recomandările referitoare la competenţele studenţilor. De asemenea s-a studiat literatura de specialitate şi s-a efectuat o analiză a literaturii psihologice, pedagogice, metodologice şi tehnice ce se referă la tema de cercetare; s-au studiat

tehnologiile şi metodele de predare moderne şi posibila aplicare a lor în diferite condiţii în cadrul studierii inteligenţei artificiale. Pe parcursul acestei perioade s-au studiat şi analizat particularităţile instruirii computerizate a studenţilor anului II, ciclul I a FMI a USM, testele de început de an de studiu, testele intermediare, examenele semestriale. Scopul acestei etape a fost crearea unei baze ştiinţifico-teoretice de utilizare a SCI în procesul de predare a inteligenţei artificiale, în particular a limbajului de programare logică Prolog.

În scopul elucidării alegerii prioritare a mijloacelor de instruire, precum şi depistării necesităţii practice de implementare a SCI în procesul de studiere a disciplinei „*Inteligenţa artificială*" s-a desfăşurat un sondaj printre studenţii de la diferite specialităţi ale FMI, USM. Textul chestionarului este prezentat în Anexa 6. Eşantionul a cuprins 91 de studenţi [124].

La nivel de *determinare iniţială* chestionarea a avut ca scop de a determina *modul de învăţare* al disciplinelor informatice din planul de studiu universitar, precum şi *stabilirea gradului de contribuţie şi utilizare a SCI* la pregătirea studenţilor, din perspectiva formării şi dezvoltării competenţelor profesionale. De asemenea prin acest studiu am dorit să investigăm care sunt *opiniile, atitudinile studenţilor cu referire la rolul SCI* în formarea unor competenţe profesionale, precum şi *interesul* acestora pentru studiul disciplinelor informatice. Datele au fost colectate în perioada anilor academici 2014-2016 şi prelucrate statistic în aplicaţia SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), aceasta reprezentând cele mai utilizate instrumente statistice pentru culegerea şi analiza datelor calitative ale cercetării.

Analiza calitativă a răspunsurilor la chestionarul Nr.1 (Anexa 7) reflectă [124, 190]:

Conform chestionării realizate, din totalul respondenţilor incluşi în studiu 64,6% au indicat că le place *în foarte mare măsură* domeniul informaticii, însă doar 12,5% le place într-o *măsură mai mică*. Cu o pondere mai mare de orientare spre domeniul informaticii se atestă în rândul băieţilor în proporţie de 39,4% şi respectiv 51,5% care au optat pentru variantele de răspuns - *în foarte mare* şi *în mare măsură*, pe când, corespunzător, 21,1% şi 63,2% dintre fete s-au aliniat aceleiaşi variante de răspuns. Situaţia dată poate fi explicată prin mediul specific al facultăţii, adică prin faptul că la informatică vin mai mulţi băieţi, decât fete(tabelul A7.1, a)-tabelul A7.1, c) Anexa 7).

Analiza calitativă a răspunsurilor la chestionar a impus, de asemenea, constatarea faptului că unul dintre *motivele alegerii domeniului informaticii sunt disciplinele din planul de studii* (83%). Angajarea în câmpul muncii în domeniul de formare profesională favorizează înţelegerea specificului domeniului informaticii: 66,7% din totalul studenţilor angajaţi în câmpul muncii la momentul studiului au menţionat că le place *în foarte mare măsură* domeniul ales. Rezultatele studiului scot în evidenţă faptul că, pregătirea în domeniul de formare profesională în

informatică oferă posibilitatea de a descoperi lucruri noi (92,6%), de a fi angajat în câmpul muncii (75,5%) şi de a obţine un salariu pe măsura aşteptărilor (90,7%) (tabelul A7.2 Anexa 7).

Datele chestionării arată că 82,1% studenţi se consideră responsabili de formarea lor profesională. Aceste date sunt susţinute şi de cele referitoare la obţinerea succesului prin eforturi regulate şi metode eficiente de lucru (87,3%) şi la practica de a studia de sine stătător discipline pentru formarea profesională (83%). Acest fapt ne conduce spre ideea că studenţii investigaţi sunt axaţi pe formarea continuă a lor, dat fiind progresul tehnico-ştiinţific. Pe baza rezultatelor obţinute a fost construită diagrama reflectată în figura A7.4. (Anexa 7).

De asemenea, s-a determinat că studenţii chestionaţi acordă în mediu 3,9 ore pentru pregătire, cei mai mulţi alocă între 4-5 ore (41%), între 2-3 ore (37%) şi mai mult de 6 ore (17%). Ilustrarea grafică a rezultatelor este dată în figura A7.6. (Anexa 7).

În contextul celor expuse, un interes deosebit prezintă ideea privind *formele de lucru* şi *mijloacele de instruire preferate* de studenţi la studiere cursurilor (disciplinelor) din planul de studiu universitar. După cum observăm, din analiza cantitativă a datelor obţinute (figura A7.7, Anexa 7), cele mai preferate forme de lucru de către studenţi în ceea ce priveşte pregătirea lor profesională sunt: *lucru la calculator* (100%), *cercetări individuale* (83%). Subliniem însă că, pe lângă formele de lucru enumerate, o importanţă deosebită la pregătirea studenţilor şi formarea lor profesionale o are şi *lucru în echipă cu colegii* (51,9%). Cu certitudine, *lucru în echipă* al studenţilor este important în activitatea de învăţare şi dezvoltare profesională, deoarece anume astfel se formează competenţe de cooperare şi colaborare eficientă, se dezvoltă unele abilităţi de acumulare a cunoştinţelor prin: analizare şi realizare de proiecte pe calculator, împărtăşire de idei noi, tehnologii utilizate la elaborare a produselor program, comparare a diversităţii de opinii, care nu sunt prezentate de cadrul didactic în timpul cursului, informaţii care pot fi la fel de importante pentru formarea lor profesională.

În acelaşi timp subiecţii participanţi la acest studiu au evidenţiat de asemenea şi mijloacele instructiv-educaţionale utilizate de către studenţi la pregătirea profesională a acestora. Reprezentarea grafică a rezultatelor obţinute este reflectată în următoarea figură A7.8 (Anexa 7). Răspunsurile obţinute sunt motivate prin următoarele: *manualul* – pentru accesibilitate, relatare constructivă a datelor importante; *calculatorul* – pentru modul său concret de a afişa informaţia, care oferă rapiditate şi asimilare de durată a cunoştinţelor, rapiditate şi exactitate în efectuarea programelor; *conspectul* – pentru conţinutul său compact; *culegerea de probleme* – pentru orientarea sa practică.

Analizând răspunsurile studenţilor, ajungem la concluzia, că sursele de bază de obţinere a informaţiei în procesul de studiu sunt considerate de către studenţi *computerul* şi *produsele software de instruire*. *În primul rând* menţionăm că, din totalul de 90,9% studenţi (figura A7.8,

Anexa 7) se atestă o utilizare mai mare a produsele software de instruire printre fete (100%) decât printre băieţi (84,8%). În acelaşi timp, avem o proporţie mai mare de utilizare printre cei ce nu lucrează în domeniul de pregătire profesională în informatică (91,3%) faţă de 88,9% dintre cei ce deja sunt angajaţi în câmpul muncii. *În al doilea rând*, utilizează software-ul de instruire majoritatea (93,8%) dintre studenţii eşantionului experimental şi 87% dintre cei ai eşantionului de control (tabelul A7.8.1, Anexa 7) [72].

În viziunea studenţilor *argumente* ale utilizării calculatorului şi produselor software de instruire ar fi: *perioada scurtă de timp* necesară pentru studierea materialului predat cu ajutorul acestora, susţin 69,1% dintre studenţi; *volumul mai mare şi calitatea mai bună* a acestuia (78,2%); precum şi *motivarea personală de a căuta informaţie* suplimentară (45,3%). De asemenea, 70,9% de studenţi afirmă că utilizarea software-ului de instruire în cadrul universităţii ar reprezenta un *indicator* al *modernizării învăţământului superior* (tabelul A7.10a),b), Anexa7).

În acelaşi timp, dorim să aflăm cât de des şi cât timp de studiu sunt consultate software-urile de instruire. Trezeşte curiozitatea şi este demn de atenţie faptul că studenţii care acordă un timp mai îndelungat pregătirii (55,6%) consultă într-o măsură mai mare software-urile de instruire. În acelaşi timp, putem constata că 44,4% dintre studenţii angajaţi în câmpul muncii consultă *zilnic* aceste software comparativ cu doar 22,2% dintre cei ce *nu activează*. Acest fapt ar putea fi explicat şi prin situaţia în care studenţii angajaţi ar fi impuşi de poziţia profesională să-şi dezvolte continuu competenţele, apelând la astfel de software. Cu alte cuvinte, pentru studenţii deja angajaţi în câmpul muncii consultarea software-urilor de instruire le oferă posibilitatea de îmbogăţire a cunoştinţelor profesionale, de asemenea, de consolidare a competenţelor profesionale (tabelul A7.12, a) - c), Anexa 7).

Bineînţeles, această distribuţie se datorează de asemenea şi faptului că studenţii domeniului cercetat sunt mereu într-un continuu proces de studiu, având în vedere dinamica spectaculoasă a dezvoltării produselor software, hardware şi dataware. Ţinând cont însă că, în cazul nostru particularităţile cunoştinţelor corespunzătoare disciplinelor predate/învăţate sunt din domeniile informaticii şi tehnologiilor informaţionale care au ca suport utilizarea calculatorului în obţinerea competenţelor, obţinerea competenţelor trebuie să se realizeze în urma verificării şi evaluării atât a cunoştinţelor însuşite, cât şi a deprinderilor în utilizarea corectă şi eficientă a calculatorului. Acestea trebuie să se obţină prin prezentarea de către cel examinat, direct la calculator a diverselor proiecte care să demonstreze profesorului - examinator gradul/nivelul competenţei.

În fine, se constată faptul, că studenţii folosesc calculatorul nu doar ca obiect de studiu în activităţile de predare/învăţare, ci şi în calitate de formă de lucru şi mijloc didactic, pentru a-şi asigura un grad mai ridicat de eficienţă a învăţării.

Rezultatele chestionării atestă că învăţarea este semnificativ mai eficace când instruirea este adaptată în funcţie de nevoile individualizate ale fiecărui student. Astfel, s-a constatat că studenţii ce utilizează individual produse software de instruire învaţă mai mult decât cei instruiţi în maniera convenţională. De asemenea, instruirea personalizată, orientată pe student este semnificativ mai eficientă, deoarece aceştia reţin aceeaşi cantitate de cunoştinţe într-un timp cu 20 până la 50% mai mic decât atunci când sunt instruiţi în manieră tradiţională.

Astfel analizând opiniile studenţilor încadraţi în studiul desfăşurat, privind necesitatea utilizării software-ului de instruire la formarea lor profesională, obţinem o proporţie impunătoare de 82% la doar 4% studenţi care consideră că *în măsură mare* şi respectiv *deloc* prin folosirea acestor produse la formarea şi dezvoltarea lor ca specialişti. Pe baza rezultatelor obţinute a fost construită diagrama reflectată în figura 3.1.

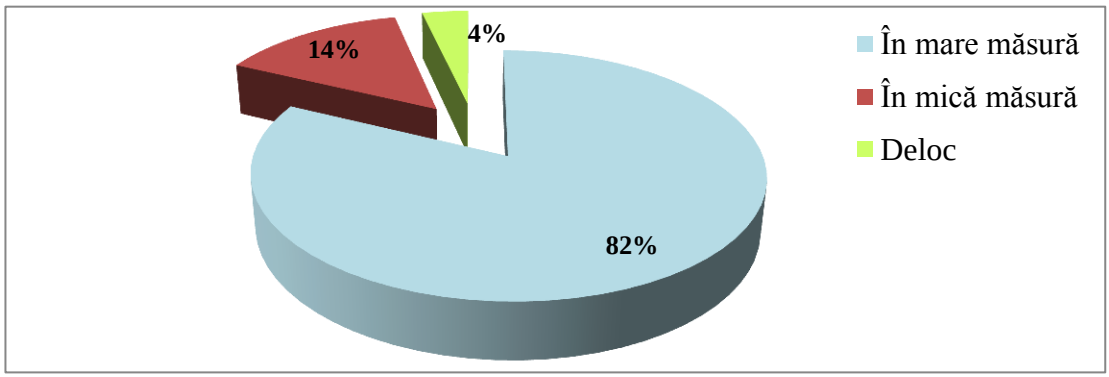


Fig. 3.1. Repartizarea răspunsurilor studenţilor la întrebarea *„În ce măsură consideri că este necesară utilizarea software-ului de instruire în pregătirea ta profesională în cadrul universităţii?”*

Deci, majoritatea studenţilor (din cei ce şi-au expus părerea privind rolul software-ului de instruire în formarea profesională), consideră că utilizarea software-ului de instruire influenţează procesul de formare profesională [72, 190].

Generalizând rezultatele obţinute, putem concluziona că, începând de la anul întâi este necesar de a fi aplicate noile tehnologii computerizate în predarea şi studierea cursurilor universitare, combinând diferite metode de lucru în auditoriu cu activitatea individuală a studenţilor. În acelaşi timp, folosirea unui ritm propriu, individualizat, de învăţare este una dintre formele de adaptare la multiplele diferenţe individuale ce se constată într-un grup de studenţi. Este necesară elaborarea teoretică şi experimentală a metodei de încadrare a software-lui în procesul de predare/învăţare/instruire. De menţionat, de asemenea, că astfel de resurse duc la: eficientizarea procesului de învăţământ; posibilitatea adaptării programelor personale de instruire; posibilitatea acomodării rapide cu schimbările şi noile cunoştinţe din diverse domenii; posibilităţi extinse de studiere interdisciplinară şi reducerea esenţială a costurilor unui proces instructiv continuu, caracteristic unei societăţi informaţionale.

În acelaşi timp, implementarea şi utilizarea sistemelor software de instruire favorizează transformarea procesului instructiv-didactic în unul interactiv, în care este stipulat rolul şi sarcinile fiecărui actor, în acest fel favorizând studentul de a se interesa şi de a cunoaşte mult mai multe despre domeniul profesional.

Etapa de concepere şi aplicare a SCI. În pofida faptului că de pe piaţa de dezvoltare a produselor software, în particular, ale celor educaţionale, din când în când mai ajung pe la noi unele ecouri estompate referitoare la careva elaborări, mai mult sau mai puţin reuşite, nu sunt prea frecvente cazurile de lansare a unor idei care ar căpăta în final o formă materială reuşită, definitivată din punctul de vedere a programării, a unor aplicaţii educaţionale autonome, complexe pentru instruirea orientată spre formarea şi dezvoltarea *competenţelor* la studenţi.

În scopul organizării şi derulării experimentului de formare din start ne-am propus să elaborăm SCI în conformitate cu modelul pedagogic (figura 2.7) pentru studierea disciplinei „*Inteligenţa artificială"* cu potenţial de aplicare în practica de predare/învăţare/evaluare a unor module incluse în disciplina dată la FMI a USM. Ideea şi-a pornit materializarea de la sondarea terenului privitor la teoria şi practica de elaborare a suportului digital cu o asemenea direcţie metodico-ştiinţifică, inclusiv de concepere a unor produse digitale, mai mult sau mai puţin, complexe pentru studierea disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială"*, în special, şi a limbajului Prolog. De fapt, această etapă cuprinde următoarele faze [130]:

- *evaluarea problemei, proiectarea didactică şi informatică a sistemului*, în urma căreia, am definit clar conceptul proiectului şi am proiectat o primă arhitectură a sistemului, care eventual suferă mici modificări în etapele care urmează;
- *dezvoltarea sistemului,* la această etapă s-a decis asupra modelului de reprezentare a cunoştinţelor folosite şi a mediului (sau cadrul - Framework) în care se face implementarea. În continuare, s-a transpus arhitectura sistemului definită la pasul anterior în module funcţionale în mediul de dezvoltare ales, rezultând un sistem funcţional.
- *prelucrarea didactică* a unităţilor de învăţare ce vor fi transpuse în SCI;
- *testarea, validarea şi evaluarea sistemului,* la această etapă obţinem versiuni experimentale ale sistemului, mai apropiate de nevoile şi aşteptările utilizatorilor, pentru ca într-un final să asigurăm calitatea SCI.

Etapa de constatare a experimentului pedagogic a fost precedată atât de planificarea interacţiunii studenţilor din eşantioanele participante la experiment (tabelul 3.1) cu SCI, cât şi de procesul de implementare a produselor educaţionale elaborate [131].

De asemenea un obiectiv al acestei etape a vizat determinarea nivelului de cunoştinţe, deprinderi, aptitudini ale studenţilor la începutul perioadei de cercetare şi a structurii valorice a grupelor testate. Pentru atingerea acestui obiectiv în cadrul experimentului de constatare a fost

determinat nivelul iniţial de pregătire al studenţilor participanţi la experiment în baza mediei notelor la disciplinele informatice până la semestrul în care s-a predat disciplina *„Inteligenţa artificială”*. Rezultatele obţinute au servit drept sursă fundamentală de date pentru determinarea gradului de posedare al competenţelor studenţilor la programare şi sunt reflectate în prezenta lucrare în Anexele 8, 11, 12. Repartizarea grafică a acestor rezultate în grupe la etapa de constatare (pretestare) sunt prezentate în figura 3.2.

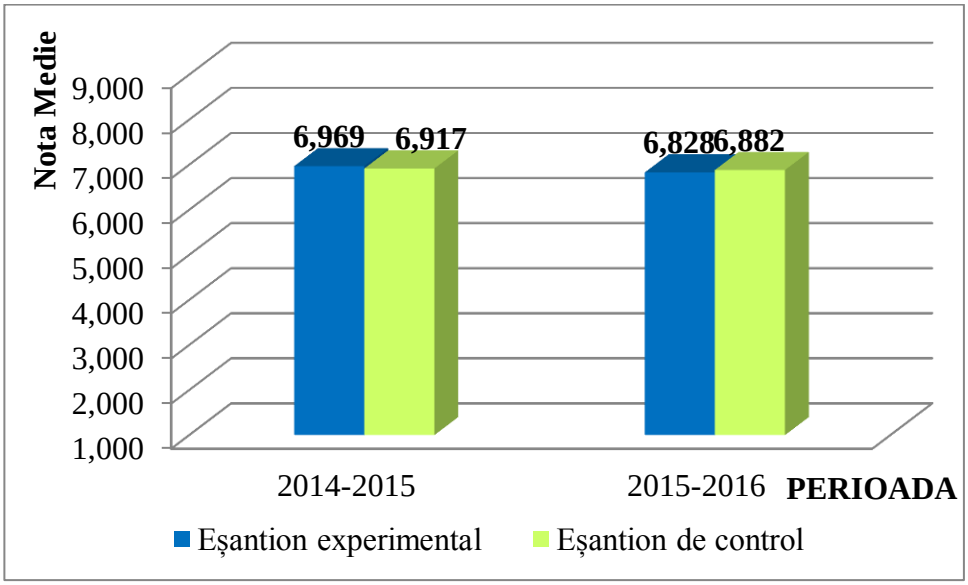


Fig. 3.2 Notele medii acumulate a grupelor la nivelul iniţial

În baza analizei calitative a rezultatelor obţinute de studenţi şi în paralel cu sistemul naţional de notare, se va aplica şi scara de notare cu calificative recomandate în Sistemul European de Credite Transferabile (A, B, C, D, E, FX, F). Astfel au fost evidenţiate 4 niveluri de performanţă după cum urmează în tabelul 3.2:

Tabelul 3.2. Stabilirea nivelului de performanţă în funcţie de media acumulată şi calificativul corespunzător.

Rezultat final	Calificativ ECTS	Calificativ naţional	Nivelul de performanţă
1,00-3,00	F	nesatisfăcător	Nivel insuficient
3,01-4,99	FX		
5,00-6,00	E	slab (necesită îmbunătăţări)	Nivel minim
6,01-7,00	D	satisfăcător	
7,01-8,00	C	bine	Nivel mediu
8,01-9,00	B	foarte bine	
9,01-10,00	A	Excelent	Nivel superior

Distribuţia nivelurilor vizate în fiecare grup supus studiului se prezintă în tabelul 3.3, calculele detaliate sunt reflectate în Anexa 13.

Tabelul 3.3. Distribuţia nivelurilor de performanţă vizând cunoştinţele la etapa de constatare (%)

Perioada desfăşurării	Grupa	Eşantion	Ponderea nivelului de performanţă							
			Nivel insuficient		Nivel minim		Nivel mediu		Nivel superior	
			subiecţi	%	subiecţi	%	subiecţi	%	subiecţi	%
2014-2015	I 21	EE	1	7,14	7	50	4	28,57	2	14,29
		EC	3	25	1	8,33	6	50	2	16,67
2015-2016	IA 21	EE	5	14,71	12	35,29	15	44,12	2	5,88
	I 21	EC	6	19,35	6	19,35	16	51,61	3	9,68

Datele obţinute în urma distribuţiei nivelurilor de performanţă sunt prezentate în diagrama din figura 3.3, unde se observă diferenţa de procentaj în cele două eşantioane cercetate pe perioada corespunzătoare a experimentului.

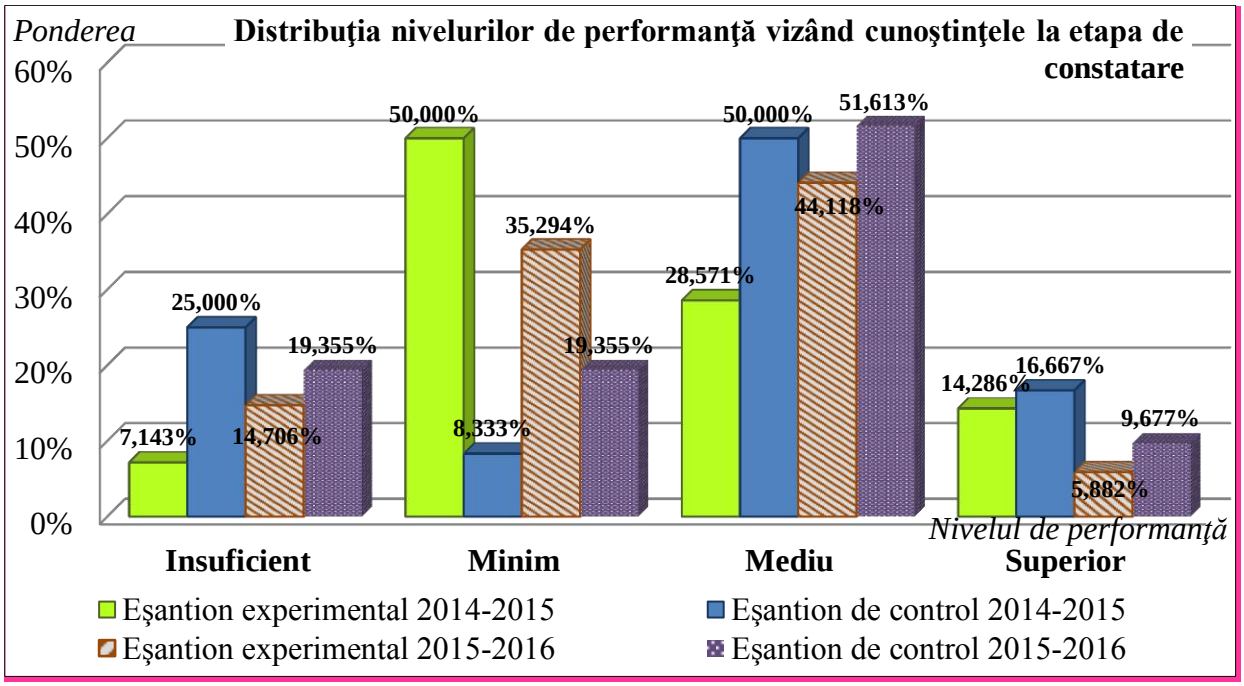


Fig. 3.3. Diagrama ponderii nivelului de performanţă al studenţilor la etapa de constatare

În urma analizei rezultatelor obţinute, în perioada 2014-2015 în eşantioanele din grupa I21 supuse studiului se constată prevalarea nivelului mediu (78,57% din toţi studenţii), cotă îngrijorătoare a nivelului insuficient (32,14 % din toţi studenţii) şi nivelul minim (58,33% % din toţi studenţii), nivelul superior cuprinde 30,96 % din toţi studenţii. Însă în perioada 2015-2016 în grupa IA21 (eşantion experimental) şi în grupa I21 (eşantion de control) prevalează nivelul mediu în cotă de 95,73% din toţi studenţii, cotă îngrijorătore se constată însă la nivelul insuficient de 34,06% şi nivelul minim de 54,64% din toţi studenţii, nivelul superior cuprinde 15,56 % din toţi studenţii. Deci studiul efectuat a demonstrat existenţa unor lacune importante în formarea şi dezvoltarea competenţelor ce ţin de programare la studenţii specialităţii „Informatica”, „Informatica Aplicată” la disciplina IA în perioada 2014-2016.

3.3 Organizarea şi descrierea experimentului de formare a competenţelor studenţilor obţinute în baza valorificării SCI

Experimentul pedagogic de formare (EPF) a demarat cu implementarea la nivel de lucrul individual şi lecţii de laborator a componentelor SCI. Finalitatea EPF rezidă în a determina gradul de eficienţă a SCI de concepţie proprie în procesul de studiere a disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*.

Pe parcursul experimentului de formare au fost urmărite efectele variabilelor independente: modalităţile de promovare a formelor de organizare în sensul formării şi dezvoltării competenţelor studenţilor la disciplina *„Inteligenţa artificială”*, asigurarea studenţilor cu materiale didactice în format electronic prin accesul lor la SCI; asupra variabilei dependente: nivelul de formare şi dezvoltare a competenţelor la studenţi în programarea logică şi inteligenţa artificială, care determină nivelul actual de pregătire a studenţilor. Variabilele independente enumerate au fost ţinute sub control, iar în grupele experimentale a fost introdus încă un factor – *instruirea prin intermediul SCI*. Suplimentar a fost comparat nivelul de motivaţie al studenţilor - *variabila intermediară*. Experimentul pedagogic a fost realizat conform schemei reprezentate în figura 3.4.



Fig. 3.4. Schema de efectuare a experimentului pedagogic formativ

La selectarea eşantioanelor s-a urmărit respectarea omogenităţii componenţei lor în raport cu nivelul mediu de pregătire al acestora. Amintim, că nivelul de pregătire al studenţilor a fost determinat în baza mediei notelor la disciplinele informatice până la semestrul în care s-a predat disciplina *„Inteligenţa artificială”* (Anexa 8, 11, 12), valorile obţinute au servit drept indicatori ai nivelului iniţial de competenţe la programarea calculatoarelor al studenţilor.

Pentru a demonstra că la începutul experimentului eşantioanele nu diferă semnificativ în sens statistic, adică au aceiaşi repartiţie (au un nivel de pregătire apropiat) asupra datelor colectate în timpul cercetării au fost aplicate criteriile cu ipotezele statistice trecute anterior în revistă:

1. Pe eşantioanele studiate în perioadele 2014-2015 cu un volum de 26 participanţi, aplicând criteriul *Cramer-Welch* (formula [3.1]), şi respectiv 2015-2016 cu un volum de 65 participanţi, aplicând criteriul *t Student* (formula [3.4]), am obţinut valorile indicatorilor statistici reflectate în tabelul 3.4. Statistica datelor şi calcule referitoare la omogenitatea acestor eşantioane sunt prezentate în Anexa 9 şi Anexa 14.

Tabelul 3.4. Valorile empirice calculate ale criteriilor statice

Valoarea empirică	Eşantioanele E/C, Perioada desfăşurării	Volumul eşantionului E/C	Criteriul aplicat	Rezultatele calculelor statistico-matematice
T=0,07	21I, 2014-2015	14/12	Cramer-Welch	Anexa 9
t=0,12	21IA/21I, 2015-2016	34/32	*t* Student	Anexa 14

Datele prezentate denotă faptul că:

- valoarea empirică obţinută, conform criteriului *Cramer-Welch* (formula 3.1) T_{emp}=0,07≤T_{crit}=1,96 (pragul de semnificaţie α=0,05).

- valoarea empirică obţinută în cazul testului *t Student* t_{emp}=0,12≤ t_{cr}*(0,05;63)*=1,998, unde $N_1+N_2-2=63$ grade de libertate şi pragul de semnificaţie α=0,05.

Observăm că pentru ambele perioade ale experimentului diferenţele sunt ne semnificative, prin urmare nu respingem ipoteza H_0. Deci, nu există diferenţă semnificativă între nivelul mediu de pregătire iniţială al studenţilor în eşantionul experimental (eşantionul 1) şi nivelul mediu de pregătire iniţială al studenţilor în eşantionul de control (eşantionul 2) în perioadele cercetate.

2. În continuare vom aplica testul *U Mann - Whitney,* pentru confirmarea rezultatelor de mai sus. Rezultatele aplicării testului pentru compararea metodelor de predare-învăţare în grupa experimentală, prin implementarea SCI şi în grupa de control, prin utilizarea metodelor tradiţionale, sunt reprezentate în tabelul 3.5. Statistica datelor şi calcule referitoare la omogenitatea acestor eşantioane conform criteriul U Mann - Whitney sunt prezentate în Anexa 10 şi Anexa 14.

Tabelul 3.5. Valorile empirice calculate prin aplicarea testului U

Valoarea U_{emp}	Valoarea critică U_{cr}**(0,05)**	Eşantioanele E/C, Perioada desfăşurării	Volumul eşantionului E/C	Rezultatele calculelor statistico-matematice
77,5	41-50	21I, 2014-2015	14/12	Anexa 10
498,5	349-401	21IA/21I, 2015-2016	34/31	Anexa 14

Dat fiind faptul că valorile obţinute sunt mai mari ($U_{emp.}$ >$U_{cr.}$*(0,05)*) decât pragul de referinţă precizat în tabel pentru nivelul de semnificaţie α=0,05, vom conchide că testul nu este semnificativ şi nu vom respinge ipoteza nulă H_0, conform căreia nu există diferenţe semnificative între nivelul mediu de pregătire iniţială al studenţilor în eşantionul experimental

(eşantionul 1) şi nivelul mediu de pregătire iniţială al studenţilor în eşantionul de control (eşantionul 2) în perioadele cercetate.

În rezultat datele elucidate prin ambele criterii statistice aplicate ne ajută să remarcăm că efectivul eşantioanelor participante la experiment pot fi considerate eşantioane omogene cu diferenţele nesemnificative între nivelurile de competenţe ale studenţilor la programarea calculatoarelor.

Descrierea experimentului de formare

Este de remarcat că de-a lungul EPF calculatorul, şi suportul digital implementat nu au fost incluse cu scopul de a substitui profesorul şi rolul acestuia în procesul didactic. Înglobarea sistemului digital în studiul cursului de *„Inteligenţă artificială”* au format un ansamblu armonios de instrumente creative chemate să favorizeze, să amelioreze, să perfecţioneze, să fertilizeze, să varieze, să întregească formele tradiţionale de predare/învăţare/evaluare prin intermediul produselor program educaţionale componente ale SCI. În cadrul EPF profesorului îi revine rolul de persoană autorizată în postura de formator IT ce dirijează activitatea studentului.

Pentru a verifica fiabilitatea modelului şi metodologiei elaborate, experimentul de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor a fost desfăşurat în cadrul cursului *„Inteligenţă artificială”*, care conform planului de studii al USM conţine 6 credite, în număr total de 120 ore dintre care 90 ore contact direct sub formă de 30 ore teoretice (prelegere), 60 ore – laborator, iar 90 de ore sunt destinate pentru lucru individual. Prelegerile s-au realizat în torente, iar lecţiile de laborator s-au petrecut cu fiecare grupă în parte. Toate lecţiile de laborator în eşantionul de control au avut loc în mod tradiţional, iar în eşantionul experimental lecţiile de laborator tradiţionale au fost intercalate cu activităţi de instruire/evaluare/autoevaluare în SCI. În eşantionul experimental lecţiile de laborator s-au promovat conform algoritmului procesului de instruire, descris în capitolul II (figura 2.7). În acest sens, modelul de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor la IA a fost aplicat parţial (datorită numărului mai mic de ore) prioritate acordându-se modulurilor unu şi doi, conform căruia formarea şi dezvoltarea competenţelor studenţilor la disciplina IA se realizează în mediul de programare PROLOG.

Pentru formarea şi dezvoltarea competenţelor este necesară atât activitatea teoretică de informare, dar mai ales activitatea practică, desfăşurată într-un context profesional real, precum şi crearea condiţiilor adecvate pentru acumularea de experienţe noi, aici şi acum, ce va depinde de competenţa cadrului didactic şi aptitudinile studenţilor. Proiectarea orelor de contact direct pe unităţi de învăţare este prezentată în Anexa 2, mai detaliat în curriculum-ul disciplinei (Anexa 1).

De asemenea în scenariul EPF s-au realizat două evaluări formative şi 11 lucrări de laborator (lucru individual), care sunt folosite ca instrument diagnostic pentru surprinderea progresului, precum şi urmărirea dinamicii achiziţiilor înregistrate de eşantionul experimental de

studenţi. În aceiaşi ordine de idei şi evaluarea finală (examenul în formă scrisă) a prevăzut testarea competenţelor stipulate din start încă în cadrul EPC, măsurarea cărora continuă şi pe parcursul desfăşurării EPF (rezultatele cărora sunt prezentate în Anexa 15, Anexa 16). Rezultatele obţinute pe eşantioane la testul final pe perioadele experimentului (2014-2015, 2015-2016) sunt reprezentate grafic în următoarea diagramă (figura 3.5):

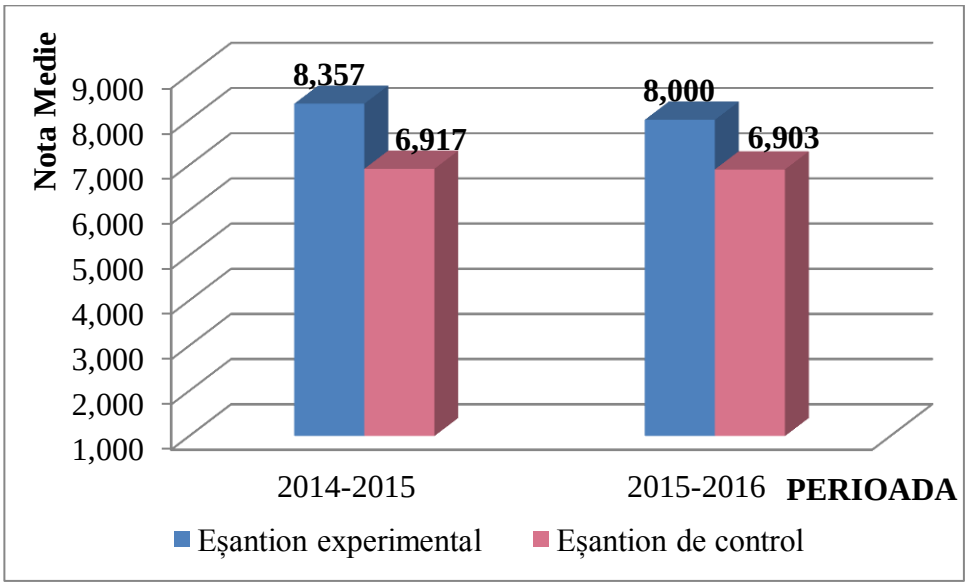


Fig. 3.5. Notele medii pe eşantioane după desfăşurarea experimentului

Distribuţia nivelurilor vizate în fiecare eşantion supus studiului în urma analizei rezultatelor de la testul final se prezintă în tabelul 3.6.

Tabelul 3.6. Distribuţia nivelurilor de performanţă vizând cunoştinţele la testul final (%)

Perioada desfăşurării	**Grupa**	**Eşantion**	**Ponderea nivelului de performanţă**							
			Nivel insuficient		**Nivel minim**		**Nivel mediu**		**Nivel superior**	
			subiecţi	%	subiecţi	%	subiecţi	%	subiecţi	%
2014-2015	I 21	EE	0	0,0	2	14,29	8	57,14	4	28,57
		EC	0	0,0	8	66,67	3	25	1	8,33
2015-2016	IA 21	EE	0	0,0	13	38,24	14	41,18	7	20,59
	I 21	EC	2	6,45	13	41,94	12	38,71	4	12,9

În baza date de mai sus am realizat următoarea diagramă (figura 3.6) demonstrativă a ponderii nivelului de performanţă în urma testului final.

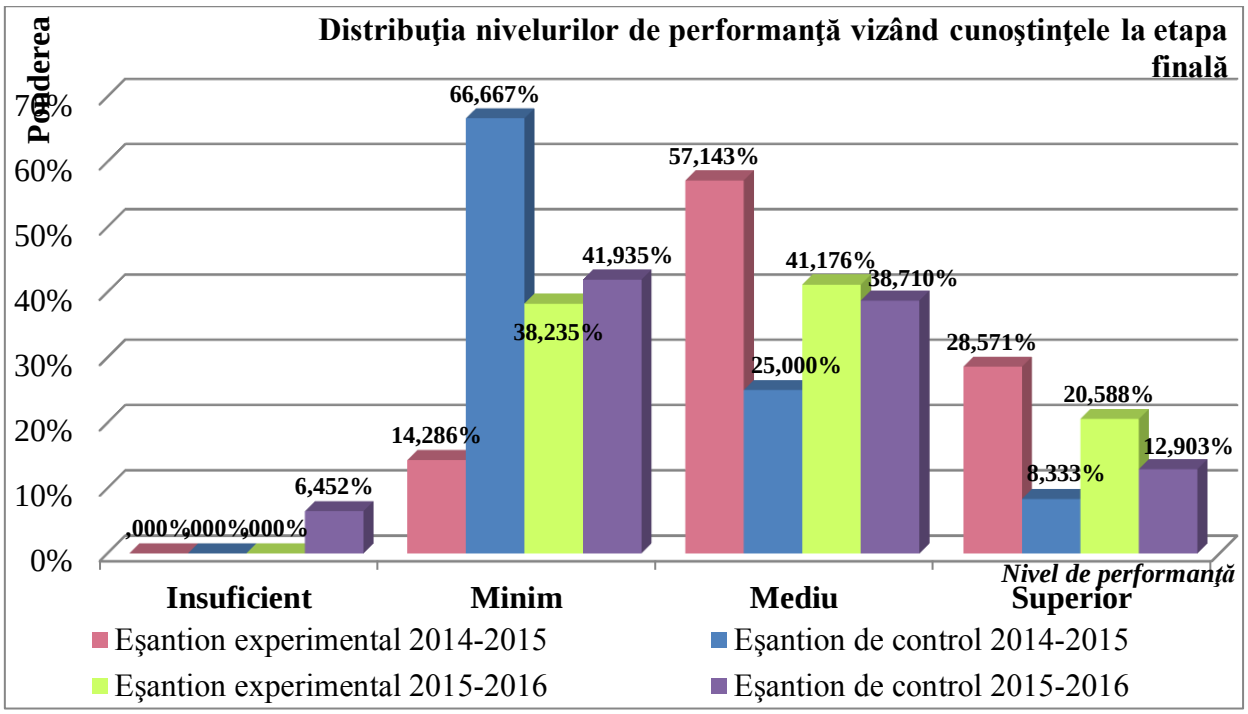


Fig. 3.6. Diagrama ponderii nivelului de performanţă în urma testului final

În urma analizei rezultatelor obţinute putem concluziona următoarele:

1. în perioada 2014-2015

- *nivelul minim* a fost atins în medie de 14,29 % în EE şi de 66,67 % în EC;
- *nivelul mediu* a fost atins în medie de 57,14 % în EE şi de 25,00 % în EC;
- *nivelul superior* a fost atins în medie de 28,57 % în EE şi de 8,33 % % în EC.

2. în perioada 2015-2016

- *nivelul insuficient* a fost atins în medie de 0% în EE şi de 6,45% în EC;
- *nivelul minim* a fost atins în medie de 38,24 % în EE şi de 41,94 % în EC;
- *nivelul mediu* a fost atins în medie de 41,18 % în EE şi de 38,71 % în EC;
- *nivelul superior* a fost atins în medie de 20,59 % în EE şi de 12,9 % % în EC.

Observăm că utilizarea SCI din perspectiva formării şi dezvoltării competenţelor studenţilor la studierea inteligenţei artificiale este eficientă. Pentru a elucida dinamica progresului academic la cursul de *„Inteligenţă artificială”* al studenţilor în cele două eşantioane am comparat competenţele la etapa iniţială (PRE) şi competenţele la etapa finală (POST) (Anexa 17). De asemenea remarcăm că este înregistrată o creştere vizibilă a abilităţilor antrenate în cadrul experimentului de formare mai ales, în lotul de cercetare experimental ale ambelor contingente. Datele comparative sunt prezentate în tabelul 3.7.

Tabelul 3.7. Dinamica progresului academic a eşantioanelor la etapele EPC către EPF

Nivel de performanţă	Perioada 2014-2015				Perioada 2015-2016			
	EC		EE		EE		EC	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
Insuficient	25,00%	0,00%	7,14%	0,00%	14,71%	0,00%	19,35%	6,45%
Minim	8,33%	66,67%	50,00%	14,29%	35,29%	38,24%	19,35%	41,94%
Mediu	50,00%	25,00%	28,57%	57,14%	44,12%	41,18%	51,61%	38,71%
Superior	16,67%	8,33%	14,29%	28,57%	5,88%	20,59%	9,68%	12,90%

Din analiza datelor din tabelul 3.7 putem conchide:

1. în perioada 2014-2015

- *nivelul insuficient* a scăzut în EC cu 25,00 %, iar în EE a scăzut cu 7,14 %;
- *nivelul minim*a sporit în EC cu 58,33 %, iar în EE a scăzut cu 35,71%;
- *nivelul mediu* a scăzut în EC cu 25,00 %, iar în EE a sporit cu 28,57%;
- *nivelul superior* a scăzut în EC cu 8,33%, iar în EE a sporit cu 14,29%.

Făcând o analiză a rezultatelor celor doua eşantioane din anexele 8, 15 şi a dinamicii rezultatelor din tabelul 3.7 observăm că:în eşantionul de control au marcat progres 16,67% din studenţi (50% au progresat şi 33,33% au regresat: 50%-33,33%=16,67%) şi în eşantionul experimental au marcat progres 92,28%. Diferenţa de progres, care reprezintă *indicele de eficienţă a metodologiei experimentale*, constituie: 92,28%-16,67%=75,61%.

2. în perioada 2015-2016

- *nivelul insuficient* a scăzut în EC cu 12,9%, iar în EE a scăzut cu 14,71%;
- *nivelul minim* a sporit în EC cu 22,94%, iar în EE a sporit cu 2,94%;
- *nivelul mediu* a scăzut în EC cu 12,9%, iar în EE a scăzut cu 2,94%;
- *nivelul superior* a sporit în EC cu 3,23%, iar în EE a sporit cu 14,71%.

Analogic analizăm rezultatele eşantioanelor din anexele 11, 12, 16 şi a dinamicii rezultatelor din tabelul 3.7 obţinem: în eşantionul de control au marcat progres 22,58% din studenţi (51,61% au progresat şi 29,03% au regresat) şi în eşantionul experimental au marcat progres 94,12%. *Indicele de eficienţă a metodologiei experimentale*, pentru această perioadă constituie 71,54%.

Aşadar, constatăm că între rezultatele înregistrate în cazul variabilei dependente (competenţa) din etapa pretestare (constatare) şi posttestare, s-au produs anumite modificări, semnificative statistic.

3.4. Analiza şi interpretarea rezultatelor cercetării ştiinţifice prin metode digitale

Cu certitudine, din rezultatele experimentale obţinute putem face următoarea ipoteză că *există o diferenţă semnificativă în sens statistic între nivelul mediu de pregătire în inteligenţa*

artificială al studenţilor din eşantionul experimental faţă de cei din eşantionul de control (ipoteza alternativă H_1).

După cum ştim, ipoteza de cercetare nu poate fi confirmată sau infirmată, deoarece toate analizele se fac pe baza ipotezei statistice nule. Deci formulăm *ipoteza statistică nulă H_0: nu există nici o diferenţă semnificativă în sens statistic între nivelul mediu de pregătire în inteligenţa artificială al studenţilor din eşantionul experimental faţă de cei din eşantionul de control.* Analiza o vom face conform etapelor de realizare a experimentului pedagogic: perioada 2014-2015 şi perioada 2015-2016. Verificarea ipotezei nule se v-a face prin intermediul a două teste statistice *t Student* şi *U Mann - Whitney*.

Pentru validarea şi argumentarea ipotezei în sensul acestor diferenţe, asupra datelor experimentale obţinute de către studenţi efectuăm o analiză statistico-matematică, folosind cele mai populare la ora actuală instrumente specializate de prelucrare digitală a datelor statistice, şi anime pachetul de programe SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Sciences).

1. În cele ce urmează vom aplica mai întâi *testul t Student* pentru două eşantioane independente în scopul analizei evaluării finale la ambele eşantioane din anul academic 2014-2015 (Anexa 17). Testul dat permite verificarea existenţei de diferenţe semnificative între două grupuri comparate, în ceea ce priveşte mediile variabilei dependente analizate (în cazul nostru variabila dependentă reprezintă nota la testul final la cursul de IA, iar variabila independentă - eşantionul). Condiţiile aplicării *testului t* pentru eşantioane independente sunt [186, p.267, 189, p.97, 188, p.283]:

1. independenţa eşantioanelor - fiecare subiect face parte doar dintr-un eşantion, iar aceste eşantioane sunt independente;

2. variabila dependentă este cantitativă, măsurată pe scale de interval sau proporţii;

3. variabila dependentă este normal distribuită; unii autori consideră totuşi că *testele t* sunt destul de robuste, putând fi aplicate şi atunci când această condiţie este încălcată;

4. omogenitatea dispersiilor - eşantioanele să aibă dispersii şi volume aproximativ egale, în caz contrar rezultatele putând fi eronate.

În SPSS se execută următoarele comenzi: *Analyze -> Compare Means -> Independent-Samples T Test*. În lista *Test Variable(s)* vom transfera variabila dependentă „*Examen”,* iar variabila independentă „*Tipul_Eşantion”* în lista *Grouping variable*. Apoi urmează să definim grupurile, executând un clic pe butonul *Define groups*, vom nota prin 1 – „eşantionul experimental”, iar prin 2 – „eşantionul de control”. După clic pe *Continue*, apoi *OK* vom obţine următoarele tabele de ieşire:

Tabelul 3.8. Rezultatele *testului t Student* pentru două eşantioane independente, perioada 2014-2015

Statistica grupelor (Group Statistics)

	Tipul_Eşantion	N	Media	Abaterea standard	Eroarea standard a mediei
Examen	Experimental	14	8,3571	1,33631	0,35714
	Control	12	6,9167	1,50504	0,43447

Test pentru eşantioane independente (Independent Samples Test)

		Testul Levene de omogenitate a varianţelor		Testul T de omogenitate a mediilor						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2-tailed)	Diferenţa dintre medii	Eroarea standard a diferenţei	**95%** intervalul de încredere pentru diferenţă	
									de jos	de sus
Examen	Se presupun varianţe egale	0,054	,817	2,586	24	,016	1,44048	,55711	,29066	2,59029
	Nu se presupun varianţe egale			2,561	22,28	,018	1,44048	,56242	0,2749	2,60601

În tabele generate de acest test regăsim tabelul statisticilor descriptive, în care, pentru fiecare eşantion sunt prezentate următoarele valori: numărul subiecţilor analizaţi, media, deviaţia standard şi eroarea standard a mediei. Astfel, avem 14 studenţi în eşantionul experimental, media notei la testul final la cursul IA a acestora este de 8,3571 cu o abatere standard de 1,33 şi o eroare standard a mediei de 0,35, precum şi 12 studenţi în eşantionul cel de control, având o medie a notelor la testul final de 6,9167 cu o abatere standard de 1,50 şi o eroare standard a mediei de 0,43 ($M_{EE}>M_{EC}$).

Al doilea tabel prezintă statisticile rezultante în urma testului t pentru două eşantioane independente, în care avem: datele generate de testul Levene al egalităţii varianţelor, valoarea *testului t*, numărul gradelor de libertate (df = N-2), semnificaţia (Sig. (2-tailed)), diferenţa dintre media scorurilor eşantioanelor, precum şi intervalul de încredere a acestei diferenţe cu o probabilitate de 95%. De asemenea observăm că ni se prezintă două seturi de rezultate atât în ipoteza egalităţii varianţelor, cât şi în ipoteza că aceste varianţe nu sunt egale. Analizăm valoarea testului Levene $F(24)=0,054$, cu un nivel de semnificaţie (sig.) $p=0,817\geq0,05$ (valoare nesemnificativă), acceptăm faptul că varianţele celor două eşantioane sunt egale şi citim rezultatele pentru testul t din primul rând. Observăm că pentru numărul de grade de libertate (df) valoarea $t_{(24)}=2,586$ este mai mare ca valoarea de referinţă $t_{cr(24)}=2,06$ a *testului t* la un prag de semnificaţie minim mai mic de 0,05. Plus la aceasta şi valoarea semnificaţiei sale $p=0,016$ nu depăşeşte valoarea prag 0,05. Aşadar testul *t Student* pentru două eşantioane este semnificativ statistic, prin urmare, vom respinge ipoteza nulă şi vom susţine ipoteza alternativă conform

căreia *există o diferenţă semnificativă între nivelul mediu de pregătire în inteligenţa artificială al studenţilor din eşantionul experimental faţă de cei din eşantionul de control*. Mai mult, putem să adăugăm că deoarece semnul valorii obţinute *t* este pozitiv invocă faptul că *nivelul performanţelor din eşantionul experimental este semnificativ mai ridicat în comparaţie cu cel din eşantionul de control*.

Mai mult decât atât pe aceste eşantioane cu un volum de 26 participanţi, aplicând criteriul *Cramer-Welch* (formula [3.1]), am obţinut valoarea empirică $T=2,585>T_{crit}=1,96$ (pragul de semnificaţie α=0,05), ceea ce invocă că diferenţele sunt semnificative, prin urmare respingem ipoteza H_0. Statistica datelor sunt prezentate în Anexa 15. De asemenea rezultatul obţinut $T=2,585 \approx t_{(24)}$=2,586 a *testului t* la un prag de semnificaţie minim mai mic de 0,05, demonstrează că valorile empirice ale testului *t Student* şi cele după *Cramer-Welch* pentru valori suficient de mici a volumului populaţiei (<=30) nu diferă substanţial unele de altele.

În continuare vom aplica testul *U Mann - Whitney*, care spre deosebire de testul *t* aplicat anterior este un test neparametric, şi verifică dacă două eşantioane independente sunt echivalente din punctul de vedere al poziţiei celor două serii de date. Cu alte cuvinte în cazul testelor neparametrice se analizează dacă distribuţia variabilei (măsurată cel puţin la nivel ordinal sau de interval) în eşantioanele comparate este din aceeaşi populaţie (este asemănătoare sau nu) [186, p.254, 189, p.128, 188, p.288].

Menţionăm că, modelul matematic de calculare a valorii U Mann - Whitney, a fost trecut anterior în revistă, însă opţiunile din meniul SPSS sunt: *Analyze->Nonparametric Tests->2 Independent Samples*. Aplicaţia selectează automat testul U Mann - Whitney, deoarece în câmpul *Tests Type* este bifată implicit opţiunea *Mann - Whitney U*. În lista *Test Variable List* includem variabila dependentă *„Examen”*, iar în caseta *Grouping variable* vom transfera variabila independentă „*Tipul_Eşantion”*. Apoi vom defini grupurile, executând un clic pe butonul *Define groups*, în formularul deschis, introducem 1 pentru „eşantionul experimental”, şi 2 pentru „eşantionul de control”. După aceasta executăm un clic pe *Continue*, apoi *OK*.

Tabelul 3.9. Rezultatul analizei pentru testul U Mann – Whitney, perioada 2014-2015

Ranguri

	Tipul_Eşantion	N	Media rangurilor	Suma rangurilor
Examen	Experimental	14	16,82	235,5
	Control	12	9,63	115,5
	Total	26		

Teste statistice

	Examen
Mann-Whitney U	37,500
Wilcoxon W	115,500
Z	-2,479
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,013

Rezultatele testului U Mann - Whitney sunt furnizate în tabelul 3.9. Datele elucidate în tabelul rangurilor indică: numărul de participanţi, media rangurilor şi suma rangurilor pentru fiecare eşantion studiat. Observăm că media rangurilor din eşantionul experimental (16,82) este mai mare decât cea a eşantionului de control (9,63), de unde rezultă că studenţii din grupul experimental au obţinut rezultate mai mari. Diferenţa mare dintre cele două medii ale rangurilor se confirmă şi în tabelul statisticilor, în care avem valorile testului U Mann - Whitney (37,500), Wilcoxon W (115,500), conversia valorii U în scor Z (2,479) şi semnificaţia statistică (0,013). Din compararea directă observăm că valoarea calculată U=37,5 **este mai mică** decât valorile prag de semnificaţie prezentate în tabele speciale $U_{cr.(14;12)}$=45, iar probabilitatea ataşată valori U calculate p=0,013≤ 0,05, deci testul prezintă semnificaţie statistică. Chiar mai mult valoarea Z=2,479 este mai mare decât valoarea prag (1,96) corespunzătoare nivelului de semnificaţie 0,05, ceea ce confirmă că testul este semnificativ statistic. Aşadar, respingem ipoteza nulă şi prin urmare *există o diferenţă semnificativă între nivelul mediu de pregătire în inteligenţa artificială al studenţilor din eşantionul experimental faţă de cei din eşantionul de control.*

Deoarece există diferenţe semnificative, avem nevoie să ştim şi dimensiunea acestei diferenţe, element pe care ni-l furnizează *mărimea efectului*. Ca indicator al mărimii efectului poate fi folosit coeficientul de determinare $\mathbf{r^2}$. Deci, mai întâi calculăm coeficientul de corelaţie ***r*** *Bravais-Pearson*, pentru care trebuie să ne asigurăm că cele două variabile îndeplinesc condiţiile de calcul ale statisticilor parametrice. Vom presupune că ambele variabile au o distribuţie normală, deoarece este evident faptul că se situează la un nivel scalar de măsură [186, p.120]. Lansarea procedurilor de calcul ale corelaţiilor în SPSS se realizează prin accesarea meniului: *Analyze->Correlate->Bivariate.* În caseta ce se deschide includem spre analiză variabilele „Examen" şi „Tipul_eşantion", în conformitate cu planul de cercetare. În următoarea secţiune, *„Test of Significance"* stabilim tipul de ipoteză *Two-tailed* cu care lucrăm. După aceasta executăm un clic pe *Continue*, apoi *OK*. Ilustrarea rezultatelor acestei analize este dată în tabelul 3.10.

Tabelul 3.10.Rezultatele corelaţiei bivariate r Bravais-Pearson

Correlations

		Tipul_Esantion	Examen
Tipul_Eşantion	Pearson Correlation	1	-,467(*)
	Sig. (2-tailed)		,016
	N	26	26
Examen	Pearson Correlation	-,467(*)	1
	Sig. (2-tailed)	,016	
	N	26	26

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Coeficientul de corelaţie obţinut r = -0,467 (>r_{tabel} = 0,37) este coeficient semnificativ deoarece pragul de semnificaţie p=0,016<0,05 (aşa cum rezultă din subsolul tabelului). Totodată, corelaţia este negativă şi moderată, aspecte rezultate din semnul coeficientului de corelaţie şi din valoarea acestuia. Coeficientul de corelaţie semnificativ şi negativ ne arată că subiecţii care iniţial aveau scoruri mici au obţinut în final scoruri mari [186, p.274].

Mărimea efectului relaţiei între performanţa la testul final şi tipul eşantionului este de 0,218, corespunzătoare unei varianţe explicate de 21,8%. Conform reperelor interpretative ale acestui coeficient (r^2>0,14), intensitatea efectului este puternică [186, p.241].

2. În cele ce urmează vom efectua aceleaşi prelucrări statistice şi pe eşantioanele IA21 (EE) şi I21 (EC) care au participat la experimentul pedagogic în anul academic 2015-2016 (Anexa 16). Testul *U Mann - Whitney* generează rezultatele din tabelul următor:

Tabelul 3.11. Rezultatul analizei pentru testul U Mann – Whitney, perioada 2015-2016

Ranguri

	Tipul_Eşantion	N	Media rangurilor	Suma rangurilor
Examen	Experimental	34	38,68	1314,50
	Control	31	26,79	830,50
	Total	65		

Teste statistice

	Examen
Mann-Whitney U	334,500
Wilcoxon W	830,500
Z	-2,566
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,010

Pentru experimentul repetat, ca şi pentru cel anterior media rangurilor din eşantionul de control (26,79) nu o întrece pe cea a eşantionului experimental (38,68), de unde rezultă că studenţii din grupul experimental au obţinut rezultate mai mari.

În acest caz, valoarea calculată U=334,5 **este mai mică** decât valorile prag de semnificaţie prezentate în tabele speciale $U_{cr.(34;31)}$=401, iar probabilitatea ataşată valori U calculate p=0,010≤ 0,05, deci testul prezintă semnificaţie statistică. Chiar mai mult valoarea Z=2,566 este mai mare decât valoarea prag (1,96) corespunzătoare nivelului de semnificaţie 0,05, ceea ce confirmă că testul este semnificativ statistic. Aşadar, respingem ipoteza nulă şi vom susţine ipoteza alternativă conform căreia *există o diferenţă semnificativă între nivelul mediu de pregătire la inteligenţa artificială al studenţilor din eşantionul experimental faţă de cei din eşantionul de control*.

În continuare vom aplica testul *t Student*, pentru confirmarea rezultatelor de mai sus. Rezultatele testului *t Student* sunt ilustrate în tabelul de mai jos.

Tabelul 3.12. Rezultatele testului t Student pentru două eşantioane independente, perioada 2015-2016

Statistica grupelor (Group Statistics)

	Tipul_Eşantion	N	Media	Abaterea standard	Eroarea standard a mediei
Examen	Experimental	34	8,00	1,39262	0,23883
	Control	31	6,9032	1,77679	0,31912

Test pentru eşantioane independente (Independent Samples Test)

		Testul Levene de omogenitate a varianţelor		Testul T de omogenitate a mediilor						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Diferenţa dintre medii	Eroarea standard a diferenţei	95% intervalul de încredere pentru diferenţă	
									de jos	de sus
Examen	Se presupun varianţe egale	2,405	,126	2,783	63	,007	1,0967	,39416	,30912	1,88443
	Nu se presupun varianţe egale			2,752	56,815	,008	1,0967	,3986	,29854	1,89501

În tabelul statisticilor descriptive avem 34 studenţi în eşantionul experimental, media notei la testul final la cursul IA a acestora este de 8,00 cu o abatere standard de 1,39 şi o eroare standard a mediei de 0,238, precum şi 31 studenţi în eşantionul cel de control, având o medie a notelor la testul final de 6,90 cu o abatere standard de 1,776 şi o eroare standard a mediei de 0,319 ($M_{EE}>M_{EC}$).

În continuare, din al doilea tabel analizăm valoarea testului Levene F(63)=2,405, cu un nivel de semnificaţie (sig.) p=0,126≥0,05 este o valoare semnificativă, deci acceptăm faptul că varianţele celor două eşantioane sunt egale şi citim rezultatele pentru *testul t* din primul rând. Determinăm că pentru numărul de grade de libertate (df=63) valoarea calculată $t_{(63)}$=2,783 şi valoarea semnificaţiei sale p=0,008<0,05, ceea ce implică că testul *t* este semnificativ statistic. Astfel, vom respinge ipoteza nulă şi vom susţine ipoteza alternativă conform căreia *există o diferenţă semnificativă între nivelul mediu de pregătire în inteligenţa artificială al studenţilor din eşantionul experimental faţă de cei din eşantionul de control*. Totodată în acest tabel găsim că diferenţa dintre medii este de 1,0967, iar intervalul de încredere cu o probabilitate de 95% cuprinde această diferenţă. Deoarece acest interval nu conţine valoarea 0, demonstrează încă o dată că diferenţa dintre medii este semnificativă. De asemenea putem să adăugăm că deoarece semnul valorii obţinute *t* este pozitiv invocă faptul că *nivelul performanţelor din eşantionul experimental este semnificativ mai ridicat în comparaţie cu cel din eşantionul de control*.

În acest caz estimarea mărimii efectului, având *t* şi *df* grade de libertate, o vom face prin intermediul coeficientului *d* al lui Cohen, după următoarea expresie:

$$d = \frac{2\sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}}{\sqrt{1 - \frac{t^2}{t^2 + df}}}, \qquad [3.8]$$

unde *t* reprezintă valoarea testului *t Student*, iar *df* se referă la numărul gradelor de libertate.
Efectul exercitat de variabila independentă „*tipul_eşantion*" asupra variabilei dependente „*nota*" este de *d*=0,6934. Conform reperelor interpretative propuse de Cohen ($0{,}50 \leq d \leq 0{,}80$) avem un efect mediu, moderat [186, p.246]. Efectul se manifestă în sensul testului statistic, susţinând ipoteza alternativă propusă. Astfel, 69,34% din varianţa notelor obţinute de studenţi la testul final se poate explica prin tipul eşantionului, aspect care confirmă faptul că *nivelul performanţelor din eşantionul experimental este semnificativ mai ridicat în comparaţie cu cel din eşantionul de control*. Prin urmare, se poate face concluzia, că *efectul modificărilor,* referitoare la nivelul de dezvoltare a competenţelor *a fost determinat anume de utilizarea SCI,* toate celelalte variabile ale procesului de instruire fiind ţinute sub control.

Unul din scopurile principale ale unui profesor este de a-i motiva pe studenţi în procesul de cunoaştere. În cercetarea noastră a fost realizat un studiu privind *motivaţia* (variabila intermediară) studenţilor, care reprezintă unul din cei mai importanţi factori ai procesului de dobândire a competenţelor. Succesul în timpul învăţării depinde de mai mulţi factori, printre care un loc primordial îl ocupă *motivaţia*, adică motivele ce induc studierea, atmosfera (atitudinea psihologică sau nivelul de pregătire pentru activitate), necesităţile şi interesele cognitive, scopurile bine determinate şi alte calităţi volitive. *Motivaţia,* fiind un factor psihologic ce influenţează comportamentul, are o influenţă maximă asupra studenţilor, deoarece le *determină comportamentul* în situaţia de învăţare. Motivaţia face ca învăţarea să se producă şi să se autosusţină; este generatoare de energie şi stimulatoare pentru noi experienţe de internalizare a valorilor. Strategiile sunt nucleul ordonator în misiunile universităţii privind formarea iniţială axată pe student, pe potenţialul lui de învăţare, pe stilul care pune în centru auto-responsabilizarea metodologică.

Strategiile didactice interactive sunt esenţial pentru motivaţie este faptul că instigă, impulsionează, declanşează acţiunea, iar acţiunea, prin intermediul conexiunii inverse influenţează însăşi baza motivaţională şi dinamica ei. Relaţia dintre motivaţie, mai bine zis, dintre intensitatea motivaţiei şi nivelul performanţei este dependentă de complexitatea activităţii pe care subiectul o are de îndeplinit.

Cercetătorul Viau R. defineşte motivaţia ca "un concept dinamic, care are originea în percepţia educatului a propriei personalităţi şi a mediului înconjurător şi care îl incită să aleagă activitatea, să se angajeze şi să persevereze în realizarea ei pentru atingerea unui obiectiv" [191]. În viziunea autorului menţionat, *indicatorii* motivaţiei se manifestă prin: *angajamentul, perseverenţa* şi *performanţa* de care dă dovadă instruitul în soluţionarea unor situaţii de muncă sau de învăţare, iar *sursele motivaţiei* (spectrul motivaţional) se regăsesc în percepţia propriei persoane şi în gradul de complexitate a problemei. Această percepţie se referă la:

(a) propriile competenţe;

(b) utilitatea situaţiei propuse spre soluţionare şi a obiectivelor urmărite;

(c) gradul de control asupra activităţii şi consecinţele acestor activităţi.

Generalizând cele expuse, putem conchide că percepţia propriilor competenţe reprezintă cel mai important factor motivator pentru student. În acest sens, pentru a se angaja în rezolvarea situaţiei propuse studentul trebuie, pe de o parte, să se simtă competent de soluţionarea cu succes a acesteia, iar, pe de altă parte, studentul trebuie să posede convingerea utilităţii activităţii, precum şi percepţia propriilor posibilităţi de a-şi controla derularea activităţii şi consecinţele acesteia.

Potrivit acestei structurări a motivaţiei cercetătorul R. Viau a propus un chestionar compus din 33 afirmaţii şi pe care autoarea l-a adaptat specificului cercetării. Afirmaţiile din chestionar se referă la 11 surse ale motivaţiei (spectrul motivaţional) şi gradul de utilizare a noilor tehnologii informaţionale cu impact asupra optimizării didacticilor moderne:

(1) importanţa/sensul învăţării;

(2) atribuirea reuşitei/succesului;

(3) atribuirea eşecului;

(4) anxietatea în situaţii de evaluare;

(5) percepţia competenţei personale;

(6) scopul urmărit: performanţa;

(7) scopul urmărit: învăţarea;

(8) scopul urmărit: efortul minim;

(9) voinţa de a învăţa;

(10) atractivitatea;

(11) valoarea intrinsecă/interesul.

Opiniile studenţilor încadraţi în cercetare au fost prelucrate statistic în aplicaţia SPSS. Rezultatele analizei comparative pe grupe ale răspunsurilor obţinute la întrebările chestionarului sunt prezentate sub formă de tabel statistic (tabelul 3.13) şi diagramă de comparaţie în figura 3.7:

Tabelul 3.13. Răspunsurile studenţilor

Tipul eşantionului / Sursele motivaţiei	Experimental [%]		Control[%]		Total [%]	
	DA	NU	DA	NU	DA	NU
Importanţa/sensul învăţării	41,9	58,1	27,3	72,7	35,5	64,5
Percepţia competenţei personale	45,5	54,5	36,4	63,6	41,6	58,4
Anxietatea în situaţii de evaluare	13,6	86,4	9,1	90,9	11,7	88,3
Scopul urmărit: performanţa	90,9	9,1	87,9	12,1	89,6	10,4
Scopul urmărit: învăţarea	59,1	40,9	57,6	42,4	58,4	41,6
Scopul urmărit: efortul minim	13,6	86,4	12,5	87,5	13,2	86,8
Atractivitatea procesului de predare/învăţare/ evaluare cu ajutorul tehnologiilor moderne în învăţământul superior	100,0	0	93,9	6,1	97,4	2,6
Valoarea intrinsecă/interesul	52,3	47,7	36,4	63,6	45,5	54,5
Voinţa de a învăţa	50,0	50,0	33,3	66,7	42,9	57,1
Atribuirea reuşitei/succesului	54,5	45,5	45,5	54,5	50,6	49,4
Atribuirea nereuşitei/eşecului	0	97,7	2,3	100	1,3	98,7

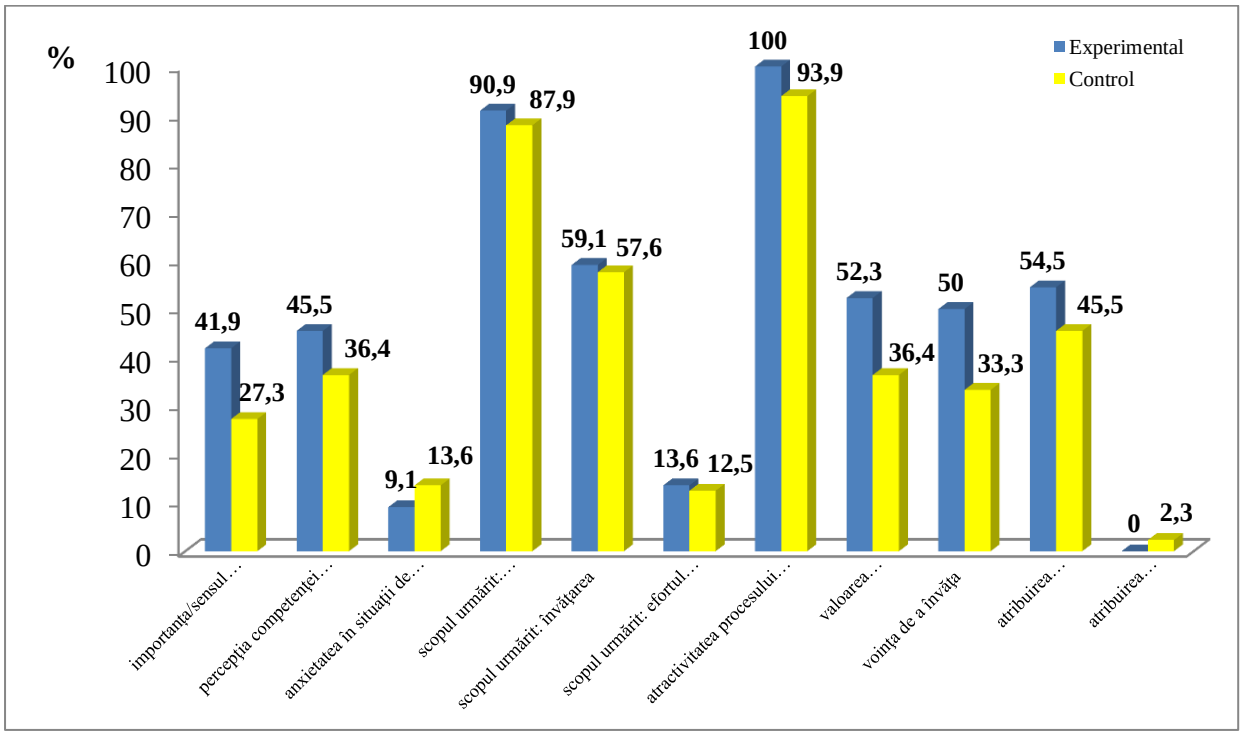


Fig. 3.7. Distribuţia răspunsurilor afirmative ale studenţilor din cele două grupuri

Conform datelor cercetării, din totalul respondenţilor incluşi în studiu pe cele două eşantioane cercetate, se atestă următoarele [192]:

- consideră *utilă învăţarea* inteligenţei artificiale cu o pondere mai mare studenţii din eşantionul experimental 41,5%, faţă de numai 27,3% din eşantionul de control. Utilitatea învăţării este determinată de posibilitatea dobândirii unor competenţe importante în cadrul disciplinei respective;

- posedă un nivel mai superior de percepere al *propriei competenţe* studenţii din eşantionul experimental, în proporţie de 45,5%, se autoapreciază ca fiind capabili să soluţioneze cu succes situaţii-problemă, comparativ cu 36,4% din eşantionul de control;
- datorită gradului de încredere în forţele proprii, în eşantionul experimental numărul studenţilor ce manifestă *anxietate* în situaţii de evaluare este mai mic (9,1%) faţă de numărul studenţilor din eşantionul de control (13,6%). De asemenea, această diminuare poate fi explicată şi datorită utilizării tehnologiilor informaţionale în procesul de predare/învăţare a materialului de studiu;
- scopurile urmărite de studenţi pot fi: susţinerea pe note mari la examenul la disciplina respectivă (*performanţa*); concentrarea asupra dezvoltării unui ansamblu de competenţe (*învăţarea*) sau, considerând disciplina respectivă drept una neimportantă, să depună un efort minim la învăţare şi la evaluarea finală. În acest sens, observăm că studenţii ambelor eşantioane au ca scop urmărit *performanţa,* în proporţie de 90,9% din cel experimental la 87,9% din cel de control;
- în acelaşi timp, subliniem, însă că, cu o pondere destul de mare în ambele eşantioane scopul urmărit este *învăţarea*. Aceasta denotă faptul că, scopul a 59,1% din studenţii eşantionului experimental pun accentul pe dezvoltarea competenţelor profesionale, faţă de 57,6% a celor din eşantionul de control;
- cu certitudine nu pot fi formate competenţe, dacă *efortul depus* este minim, astfel observăm că în ambele eşantioane aproximativ numai 13% din totalul respondenţilor depun un efort minim la disciplina „*Inteligenţa artificială*", comparativ cu aproximativ cele 87%;
- aproximativ unanim respondenţii susţin că, prin implementarea noilor tehnologii informaţionale în cadrul procesului didactic creşte *atractivitatea* acestuia. Datorită creşterii atractivităţii, studenţii ascultă lecţiile şi se implică mai activ în procesul de instruire;
- gradul de percepţie a *valorii intrinsece a cursului/interesul* este mai sporit la studenţii eşantionului experimental (52,3%), faţă de cei din eşantionul de control (36,4%). Aceasta s-ar explica prin interesul studenţilor faţă de metodele, tehnicile şi tehnologiile performante oferite de domeniul inteligenţei artificiale;
- *voinţa de învăţare* în eşantionul experimental este mai ridicată în proporţie de 50,4%, faţă de 33,3% în eşantionul de control. Considerăm că acest nivel se datorează metodelor şi tehnologilor software utilizate în cadrul orelor teoretice şi practice la disciplina respectivă;
- nivelul de percepţie a *succesului/insuccesului* în ambele eşantioane este aproximativ acelaşi: în eşantionul experimental 54,5% atribuie reuşita unor factori interni (45,5% din eşantionul de control), pe când doar 2,3% din eşantionul de control atribuie eşecul soluţionării unei situaţii-problemă cauzelor ce ţin de insuficienţa competenţei personale.

De asemenea, s-a determinat că studenţii chestionaţi acordă în mediu 3 ore pentru pregătire, cei mai mulţi alocă între 2-3 ore (48%), între 4-5 ore (32%) şi câte o oră zilnic (16%). Ilustrarea grafică a rezultatelor este dată în figura 3.8.

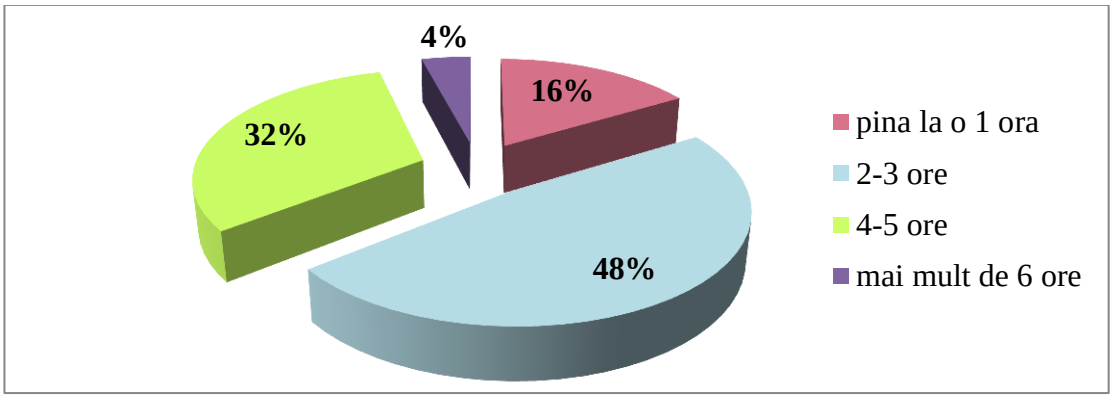


Fig. 3.8. Repartizarea răspunsurilor studenţilor la întrebarea „*Cât timp petreci, în mediu pe parcursul unei zilei, pentru pregătirea către lecţii?”*

Generalizând rezultatele studiului, putem concluziona, că chestionarea efectuată ne-a ajutat să identificăm rolul motivaţiei în procesul de predare/învăţare/evaluare a cursului universitar *„Inteligenţa artificială”*, inclusiv în formarea competenţelor profesionale ale viitorilor specialişti în domeniul informaticii. Menţionăm faptul că analiza matematică a datelor statistice, privind opiniile studenţilor vis-à-vis de avantajele implementării resurselor digitale în procesul de instruire, permite sesizarea unor schimbări semnificative în grupul experimental privind creşterea spectrului motivaţional, gradului de colaborare, succesului academic al studenţilor în procesul de studiere al disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*. Prin aceasta s-a confirmat complet ipoteza cercetării.

În acelaşi timp, implementarea şi utilizarea resurselor digitale favorizează transformarea procesului instructiv-didactic în unul interactiv, în care este stipulat rolul şi sarcinile fiecărui actor, în acest fel favorizând studentul de a se interesa şi de a cunoaşte mult mai multe despre domeniul profesional.

În fine conchidem că, cadrele didactice sporesc gradul de motivaţie a viitorilor specialişti în domeniul TIC prin apreciere, colaborare intensă, evidenţierea studenţilor mai creativi, în vederea formării competenţelor profesionale ale acestora prin aplicarea noilor produse software în procesul de instruire, ţinând cont de recomandărilor didacticienilor/practicienilor cu experienţă în sistemul de învăţământ universitar.

3.5. Concluzii la capitolul 3

1. La etapa de constatare a experimentului pedagogic s-a reliefat necesitatea practică de integrare a produselor software de instruire, în special, graţie avantajelor şi performanţelor instrumentelor respective în raport cu alte mijloace didactice,

direcţionând astfel spre elaborarea unui model pedagogic şi a unei metodologii de implementare eficientă, axate pe implementarea SCI în procesul de studiere a disciplinei universitare *„Inteligenţa artificială”*, în scopul formării competenţelor profesionale a viitorilor specialişti de informatică, care se vor integra cu succes pe piaţa muncii atât naţionale, cât şi internaţionale.

2. La etapa formativă a experimentului pedagogic (realizată pe parcursul anilor de studii 2014-2015 şi 2015-2016) au fost implementate produsele software de instruire elaborate de autor şi valorificate împreună cu studenţii din eşantionul experimental, ca elemente constitutiv adiţionale în metodologia de formare a competenţelor profesionale. În special, s-a pus accentul pe utilizarea SCI, graţie ritmului propriu de învăţare oferit studenţilor, fiind una dintre formele de adaptare la multiplele diferenţe individuale ce se constată într-un grup tipic de studenţi. Acţiunile educaţionale de formare ale competenţelor prin intermediul SCI au fost însoţite şi de activităţi de sprijin din partea cadrului didactic.
3. Rezultatele evaluărilor efectuate pe parcursul semestrului au evidenţiat un succes academic continuu pentru eşantionul experimental şi lipsa acestuia pentru cel de control, fapt ce denotă că învăţarea este semnificativ mai eficace când instruirea este adaptată în funcţie de nevoile individualizate ale fiecărui student, oportunitate oferită de produselor software de instruire elaborate de autor.
4. Analiza statistică a datelor experimentale colectate au demonstrat existenţa unui nivel de dezvoltare a competenţelor mai înalt (exprimat prin performanţele obţinute la evaluările finale) la studenţii din eşantionul experimental în raport cu studenţii instruiţi în maniera tradiţională din eşantionul de control. Calcularea mărimii efectului propus de Cohen a permis aprecierea diferenţei între nivelul de pregătire al studenţilor din eşantionul experimental şi nivelul de pregătire a studenţilor din eşantionul de control, care s-a dovedit a fi semnificativă (69,34%). Analiza comparativă a rezultatelor înregistrate până şi după experimentul pedagogic în ambele eşantioane a demonstrat schimbări semnificative cu o creştere mai pronunţată în eşantioanele experimentale (indicele de eficienţă constituie 75,61% şi 71,54% respectiv pentru cele două etape de experiment) privind succesul academic al studenţilor, sursele de motivaţie, gradul de colaborare, fapt ce denotă calitatea achiziţiilor studenţilor din eşantioanele experimentale.

5. Obiectivele cercetării experimentale au fost realizate, iar rezultatele obţinute din aplicarea metodelor de cercetare experimentală înregistrate au validat calitatea şi eficienţa *Modelului pedagogic de formare şi dezvoltarea a competenţelor studenţilor prin implementarea SCI şi a metodologiei* de integrare a acestuia la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”*.

CONCLUZII GENERALE ŞI RECOMANDĂRI

Calitatea formării specialiştilor cu studii universitare în Republica Moldova cu accent deosebit pe centrarea pe competenţe, modernizarea şi digitalizarea procesului de instruire reprezintă o problematică de actualitate. Or, documentele de politici elaborate şi aprobate la nivel naţional atestă o atenţie deosebită a autorităţilor asupra dezvoltării domeniul TIC.

Analiza critică a situaţiei în domeniul pregătirii specialiştilor în domeniul TIC, din perspectiva competenţelor, a evidenţiat o serie de contradicţii, care a condus la formularea problemei de cercetare şi a obiectivelor de soluţionare. Evidenţiind impactul major pe care îl au resursele digitale, în special SCI, ca instrumente de învăţare în cadrul procesului de formare a competenţelor şi ţinând cont că acestea capătă o răspândire din ce în ce mai largă, atât în formarea tradiţională cât şi în formarea continuă pentru toţi şi de-a lungul întregii vieţi, s-a determinat ***importanţa teoretică şi valoarea aplicativă*** a acestei lucrări.

Investigaţiile teoretice şi experimentale realizate au permis identificarea şi descrierea reperelor metodologice şi tehnologice ale elaborării şi implementării SCI în cadrul procesului de predare/învăţare/evaluare a cursului universitar *„Inteligenţa artificială”* din perspectiva formării competenţelor profesionale viitorilor specialişti în domeniul de formare profesională TIC, dar şi a motivării pentru învăţare şi studiere permanentă.

Datele teoretice şi praxiologice obţinute de autor au condus la confirmarea ipotezei cercetării şi realizarea obiectivelor trasate. Astfel, **concluziile** principale ale studiului se referă la:

1. Analiza modelelor tradiţionale de predare/învăţare, în contextul centrării pe cel care învaţă, pe nevoile cognitive, pe interesele sale, pe subiectivitatea sa, ne-a permis să constatăm că acestea nu corespund în întregime noilor cerinţe şi strategii didactice. Experienţa internaţională, cât şi experienţa acumulată în cadrul FMI a USM, demonstrează că completarea şi combinarea instrumentelor de predare/învăţare cu integrarea SCI, favorizând alegerea de către cadrul didactic a celor mai bune metode de predare care să se plieze pe stilul de învăţare al studenţilor, contribuie decisiv la realizarea unui învăţământ centrat pe student. Analiza menţionată a accentuat necesitatea elaborării *metodologei de formare şi dezvoltare a competenţelor studenţilor* prin implementarea SCI [99, 130].
2. În scopul eficientizării, actualizării şi sporirii calităţii procesului de predare/învăţare la disciplina universitară *„Inteligenţa artificială”*, a fost elaborat *modelul pedagogic şi metodologia de implementare a modelului*, centrate pe integrarea SCI în procesul didactic şi orientate spre formarea şi dezvoltarea competenţelor specifice cursului respectiv şi asigurarea finalităţilor de studii. Modelul propus este caracterizat de următoarele proprietăţi fundamentale: flexibilitate, multifuncţionalitate, continuitate şi originalitate [175].

3. Proiectarea didactică a SCI este ghidată de modelul pedagogic elaborat de autor, realizabil prin strategia educaţională dinamică şi flexibilă. În condiţiile axării pe formarea de competenţe, s-au structurat conţinuturile disciplinei *„Inteligenţa artificială”* sub aspect *modular*. Fiecare modul, la rândul său, a fost structurat în unităţi de învăţare. O unitate de învăţare reuneşte resursele (cunoştinţe, capacităţi) necesare pentru formarea unei competenţe [96, 177].
4. Procesul de proiectare şi elaborare informatică a SCI, descrierea funcţională şi operaţională a complexului software, include programe computerizate de instruire, de antrenare şi de evaluare a cunoştinţelor la disciplina *„Inteligenţa artificială”*, cu utilizarea de *instrumente noi de dezvoltare,* precum tehnologiile: *Windows Form, Windows Presentation Foundation*. Codurile au fost scrise în mediul de dezvoltare *Microsoft Visual Studio 2010*, şi având la bază *limbajul de programare C#*, care ne-a permis programarea structurată, modulară şi orientată obiectual, conform perceperilor moderne ale programării profesioniste [44, 66, 110, 176].
5. Formarea competenţelor de programare declarativă/logică reprezintă una dintre particularităţile metodologiei de pregătire profesională a specialistului în inteligenţa artificială. Astfel, în vederea formării competenţelor de programare logică, a fost elaborat *suportul digital ce conţine resurse de concepţie proprie*. De asemenea, acesta a permis adaptarea predării disciplinei *„Inteligenţa artificială”* la rigorile moderne de organizare a învăţământului universitar [4, 66, 178, 179, 193].
6. Evaluarea şi validitatea modelului şi a metodologiei elaborate a fost demonstrată prin experimentul pedagogic, desfăşurat în două etape: 2014-2015 şi 2015-2016, care ne-a permis sintetizarea următoarelor concluzii în baza analizei statistice efectuate [72, 124, 131, 190, 192]:
   - argumentarea implementării şi valorificării SCI în procesul didactic, combinat cu alte instrumente tradiţionale de predare/evaluare, *demonstrează valoare metodologică în calitatea formării şi dezvoltării competenţelor profesionale*;
   - eficienţa modelului pedagogic şi a metodologiei de formare a competenţelor specifice disciplinei universitare „*Inteligenţa artificială*” prin implementarea SCI, atestată *prin înregistrarea de rezultate mult mai bune în eşantioanele experimentale* (exprimate în media notelor la cele trei teste sumative şi lucru individual 8,36 şi 8,00 respectiv pentru fiecare etapă de experiment) *comparativ cu eşantioanele de control* (6,92 şi 6,9 respectiv pentru aceleaşi etape), şi care reprezintă o proporţie de 57,14% (EE) la 8,33% (EC) pentru nivelul mediu de performanţă şi 28,6% (EE) la 8,33% (EC) pentru nivelul superior de performanţă pentru perioada 2014-2015. Pentru a doua etapă 2015-2016 această

proporţie reprezintă 41,18% (EE) la 38,71% (EC) pentru nivelul mediu de performanţă şi 20,59% (EE) la 12,90% (EC) respectiv pentru nivelul superior;

– *schimbări pozitive în sursele de motivaţie a studenţilor*, cu o creştere mai pronunţată în grupele experimentale. În consecinţă, modelul ce incorporează produse software, ca resurse digitale moderne de instruire, sporesc gradul de receptare a noilor informaţii, cresc indicii de stimulare a interesului cognitiv, imaginaţie, entuziasm, schimbând relaţiile profesor-student, cresc nivelul implicării în activităţile de grup ale studenţilor, eficientizează procesul de cunoaştere, fiind o strategie de instruire a inteligenţei artificiale de succes.

Cercetarea teoretică şi experimentală a permis realizarea obiectivelor propuse, contribuind la soluţionarea deplină a **problemei de cercetare** *determinarea particularităţilor de formare şi dezvoltare a competenţelor profesionale prin implementarea SCI în cadrul formării iniţiale a viitorilor specialişti din domeniul TIC, în contextul dezvoltării domeniului.* Soluţionarea problemei de cercetare şi realizarea obiectivelor ei au asigurat un impact esenţial, calitativ în formarea şi dezvoltarea competenţelor studenţilor, dar şi în activitatea lor ulterioară.

În consens cu rezultatele cercetării propunem următoarele **recomandări**:

(a) la nivelul factorilor de decizie

- Integrarea inteligenţei artificiale în procesul educaţional al oricărei persoane, în contextul progreselor din domeniu, răspândirea şi dezvoltarea metodelor şi tehnicilor inteligente aplicate pe scară largă în viaţa reală. În acest sens, considerăm oportun introducerea la nivel de învăţământ preuniversitar (în cursul de Informatică) cel puţin a unui compartiment consacrat programării declarative (logice), ceea ce ar contribui la formarea competenţelor de inteligenţă artificială;

(b) la nivelul dezvoltatorilor de produse software educaţionale

- Actualmente SCI se află într-o permanentă evoluţie, condiţionată de numeroasele echipe de dezvoltatori/creatori de cursuri, profesori şi utilizatori ai conţinutului educaţional digitizat. În acest context, considerăm necesară includerea în aceste echipe atât a specialiştilor dotaţi în proiectarea, elaborarea şi implementarea produselor software de instruire adecvate, cât şi a specialiştilor calificaţi în pedagogie, luând în considerare evoluţiile recente în domeniul educaţiei;

(c) la nivelul cadrelor didactice universitare

- Implementarea rezultatelor obţinute în prezenta lucrare şi aplicaţiilor informatice oferite în calitate de material util în elaborarea strategiilor de dezvoltare profesională, ca resurse valoroase cadrului didactic în inovarea şi eficientizarea activităţii didactice.

- Implementarea modelului/metodologiei expuse în lucrare în predarea disciplinelor tehnologice;
- Complinirea formării profesionale continui cu cursuri tematice de perfecţionare, ce să dezvolte competenţe avansate de utilizare ale tehnicilor de programare automată, ingineriei cunoştinţelor, instrumentelor specifice inteligenţei artificiale, necesare cadrelor didactice inovative din învăţământul preuniversitar, la formarea „gândirii declarative" a elevului, capacităţii de a raţiona logic şi a reprezenta cunoştinţele într-un program de inteligenţă artificială.

Integrarea produselor elaborate de autor în activitatea didactică, precum şi în formarea continuă, comportă următoarele avantaje: cost redus, aplicabilitate, dorinţa utilizării, mod mult mai rapid şi uşor de înţelegere a unor concepte logic structurate din domeniul inteligenţei artificiale.

BIBLIOGRAFIE

1. Strategia „Educaţia 2020”. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr.944 din 14.11.2014. În: Monitorul Oficial al Republicii Moldova din 21.11.2014, nr. 345-351, art.nr.1014.
2. Bounegru T. Instruirea Computerizată. Chişinău: Centrul Ed. al USM, 2001. 243 p.
3. Căpăţână Gh. Tehnologii informaţionale inteligente. În: Fizica şi Tehnologii Moderne, nr.3, 2003, p. 9-13.
4. **Căpăţână Gh., Marin (Cristei) M. Elaborarea unor produse informatice inteligente didactice. În: BIT+ International conference: Information Technologies 2002, Chişinău: 2002**.
5. Bragaru T., Căpăţână Gh., ş.a. Învăţământ la distanţă: concept şi terminologie. (Ghid de iniţiere). Chişinău: CEP USM, 2008. 101 p.
6. Skinner B. F. The science of learning and the art of teaching. Harvard Educational Review, 1954, vol. 24, no. 2, p. 86-97.
7. Агеев В.Н., Древе Ю.Г. Электронные издания учебного назначения: концепции, создание, использование. Москва: Изд-во МГУП, 2003. 236 с.
8. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем: Проблемы и методы психолого-педагогического обеспечения технических обучающих систем. Воронеж: Изд- во Воронежск. унив-та, 1977. 304 с.
9. Гальперин П.Я. Введение в психологию. Учебное пособие. Москва: URSS.ru. Изд.4, 2002.
10. Гергей Т.Н., Машбиц Е.М. Психолого-педагогические проблемы эффективного применения компьютеров в учебном процессе. Вопросы психологии, №3. Москва: 1985. с. 41-49.
11. Зайцева Л.В., Новицкий Л.П., Грибкова В.А. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ. Рига: Зинатне, 1989, 174 с.
12. Берестова Л. И., Жук И. А. Информационные и коммуникационные технологии в образовании. Москва: типография INEC, 2007. 163 с.
13. Cristea S., Cojocaru-Borozan M., Sadovei L., Papuc L. Teoria şi praxiologia cercetării pedagogice. Bucureşti: EDP, 2016. 398 p.
14. Radu I. ş.a. Didactica. Bucureşti: Ed. Didactică şi Pedagogică, 1996.
15. Ionescu M., Radu I., Salade D. Studii de pedagogie aplicată. Cluj-Napoca: Presa Universitară Clujeană, 2000. 259 p.
16. Ionescu M. Didactica modernă. Bucureşti: Editura All, 2004.

17. Vlada M., Jugureanu R., Albeanu G. The Romanian Projects for e-Learning Technologies. Proceedings of the 6th International Conference on Virtual Learning (ICVL). Bucharest: University Press, 2011. p. 71-77.
18. Piaget J. Réussir et comprendre. Paris: PUF, 1992. 253 p.
19. Bruner J. The culture of education. Harvard University Press, 1997. 240 p.
20. Гершунский Б.С. Компьютеризация в сфере обучения: проблемы и перспективы. Москва: Педагогика, 1987. 264 p.
21. Монахов В.М. Технологические основы проектирования и конструирования учебного процесса. Волгоград: Перемена, 1995. 152 с.
22. Машбиц Е.И. Компьютеризация обучения: проблемы и перспективы. Москва: Знание, 1986. 80 с.
23. Străchinaru I. Metode de învăţământ. Iaşi: Editura Trinitas, 2002.
24. Далингер В. А. Диалоговые обучающие программы и требования к ним. Омск: Информатика и образование, №6, 1986. с. 35-37.
25. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. Москва: МГУ, 1984. 345 с.
26. Vlada M. E-learning şi software educaţional. În: Ediţia I a CNIV (Conferinţa Naţională de Învăţământ Virtual), Noi tehnologii de e-learning. Editura Universităţii din Bucureşti. 2003. http://www.unibuc.ro/prof/vlada_m/Software_Educational.php (vizitat 19.02.2015).
27. Noveanu E. ş.a. Impactul noilor tehnologii informatice asupra strategiilor instruirii. Tehnologii educaţionale moderne III. Cercetarea pedagogică, UPS „I. Creangă", Laboratorul „Bazele tehnologiei şi măiestriei pedagogice", Chişinău, 1994. 160 p.
28. Mayer R. The Cambrige handbook of multimedia learning. New Yor, NJ: Cambrige University Press, 2005. 344 p.
29. Berinde A. Instruire programată. Timişoara: Editura Făclia, 1979.
30. Cerghit I. Sisteme de instruire alternative şi complementare: structuri, stiluri şi strategii. Ed. a 2-a rev. Iaşi: Polirom, 2008. 395 p.
31. Adăscăliţei A. Instruire asistată de calculator. Didactica informatică. Iaşi: Polirom, 2007. 204 p.
32. Adăscăliţei A. Instruire asistată de calculator. Proiectarea instruirii utilizând sisteme informatice multimedia. Iaşi: Polirom, 2010. 105 p.
33. Panţuru S., Necşor D. Teoria şi metodologia instruirii. Braşov: 2007. 244 p.
34. Воронина Т.П., Кашищин В.П., Молчанова О.П. Образование в эпоху новых информационных технологий. Москва: 1995.
35. Бабанский Ю.К., Поташник М.М. Оптимизация педагогического процесса (в вопросах и ответах). Киев: Радяньска школа, 1994. 287 с.

36. Гальперин П.Я. Педагогика. Учебное пособие. Москва: Книжный дом Университет, 1999. 330 с.
37. Бобко И.М. Адаптивные педагогические программные средства. Новосибирск: НГУ, 1991. 101 с.
38. Савельев А.Я., Новиков В.А, Лобанов Ю.И. Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем. Москва: Высшая школа, 1986. 176 с.
39. Vlada M. New Technologies in Education and Research. Models and Methodologies, Technologies and Software Solutions. LAMBERT Academic Publishing, 2010. 260 p.
40. Vlada M., Jugureanu R. 2010 – Către a societate a cunoaşterii – 2030 Tehnologii E-learning – realizări şi perspective. În: The 3rd International Scientific Conference ELSE 2007 „Elearning and Software for Education", Carol I National Defense University, Bucureşti, 2007. http://www.unibuc.ro/prof/vlada_m/docs/res/2011maieLSE2007-_lucrare_26.pdf (vizitat 06.09.2012).
41. Jugureanu D., Jugureanu R. Proiectarea software-ului educaţional în proiectul SEI. http://www.icvl.eu/2009/disc/cniv/documente/pdf/sectiuneaC/sectiuneaC_lucrarea01.pdf (vizitat 06.09.2012).
42. Lupu I., Negară C. Profesionalizarea formării iniţiale a profesorilor de informatică prin strategii interactive. Bălţi: UARB, 2011. 157 p.
43. Gremalschi A. Modernizarea învăţământului preuniversitar prin implementarea pe scară largă a tehnologiei informaţiei şi a comunicaţiilor. În: Didactica Pro…, revistă de teorie şi practică educaţională, 2010, nr. 6(64), p. 2-5.
44. **Căpăţână Gh., Cristei M. Elaborarea Sistemelor de Instruire la Distanţă utilizând tehnologiile WEB. În: Materialele Conferinţei ştiinţifice „Cercetare şi Inovare – Perspective de Evoluţie şi Integrare Europeană" dedicată aniversării 63 ani de la fondarea Universităţii de Stat din Moldova. Chişinău: CEP USM, 2009, p. 132-133.**
45. Guţu V., Pâslaru V., ş.a. Tehnologii educaţionale (Ghid metodologic). Chişinău: Cartier educaţional, 2000. 165 p.
46. Bounegru T. Instruirea computerizată. Partea II. E-Learning. Chişinău: CEP USM, 2009. 530 p.
47. Ciolacov N. Sistem de autor pentru construirea cursurilor de instruire bazate pe cunoştinţe. Autoreferat al tezei de doctor în ştiinţe fizico-matematice. Chişinău, 2001. 23 p.
48. Corlat S., ş.a. Metodologia utilizării Tehnologiilor Informaţionale şi de Comunicaţie în învăţământul superior. Chişinău: UST, 2011. 204 p.
49. Noveanu E. Noveanu D. Proiectarea softului educaţional. Claritäţi terminologice. În: Tehnologii informaţionale moderne. V. IV, Chişinău: Liceum, 1996.

50. Noveanu D. Problematica soft-ului educaţional. În: Computerworld On-line, 1997, Nr.16. http://www.kappa.ro/idgro/cworld/cw7-16-1.html (vizitat: 10.05.2011).
51. Zastînceanu L. Instruirea computerizată în matematică: avantaje şi dezavantaje. În: Analele U.S.T., 2002, V.III. Chişinău: U.S.T., 2003. p. 215– 218.
52. Fulea T. Unele considerente privind noile tehnologii informaţionale de instruire. În: Analele U.S.T., 2002. V.III. Chişinău: U.S.T., 2003. p. 237– 239.
53. Cabac V. ş.a. Design-ul procesului de învăţare bazat pe abordarea centrată pe student. Bălţi: Tipogr. ContinentalGrupSRL, 2011. 144 p.
54. Cabac V. Testarea asistată de calculator şi formalizarea materiei de studii. În: Analele Ştiinţifice ale U.S. Bălţi, Matematică, fizică, tehnică, 2002, vol. XIX, p. 153–158.
55. Lupu I., Cabac V., Gîncu S. Formarea şi dezvoltarea competenţei de programare orientată pe obiecte la viitorii profesori de informatică. Chişinău: UST, 2013. 150 p.
56. Croitor - Chiriac T. Valenţe metodologice ale instruirii asistate de calculator în învăţămîntul superior. Teza de doctor în pedagogie. Chişinău: UPS „Ion Creangă", 2013. 160 p.
57. Corlat S., Karlsson G., Braicov A. ş.a. Metodologia utilizării Tehnologiilor Informaţionale şi de Comunicaţie în învăţământul superior. Chişinău: UST, 2011. 204 p.
58. Pavel M. Formarea iniţială a viitorilor învăţători prin utilizarea tehnologiilor informaţionale şi comunicaţiilor. Teză de doctor în pedagogie. Chişinău: UST, 2015. 191p.
59. Paiu M. Tehnologiile informaţionale ca suport indispensabil pentru un învăţământ eficient. În: Studia Universitatis, nr. 5(55) Chişinău: 2012. 172 p.
60. Patraşcu D. Tehnologii educaţionale. Chişinău: Editura „Tipografia Centrala", 2005, 704 p.
61. Deinego N. Testarea adaptivă ca factor de optimizare a procesului de instruire în învăţământul universitar. Teză de doctor în ştiinţe pedagogice. Bălţi, 2009. 173 p.
62. Globa A. Aspecte didactice privind implementarea strategiilor de instruire la predarea tehnicilor de programare în alte ţări. În: Didactica Pro... Revistă de teorie şi practică educaţională a Centrului Educaţional PRO DIDACTICA. Nr.5-6 (93-94), 2015. p.52-58.
63. Globa A. Abordări metodice privind implementarea noilor tehnologii informaţionale în procesul de studiere a disciplinei universitare „Tehnici de programare". Teză de doctor în ştiinţe pedagogice. Chişinău, UST, 2016. 211 p.
64. Burlacu N. Softwarele educaţionale din perspectiva formării competenţelor. În: Revista de Ştiinţe Socioumane, 2015, Nr. 1 (29). p. 79-92.
65. Neicu C. TIC în educaţie. Bucureşti, 2011. 105 p. În: http://mentoraturban.pmu.ro/sites/default/files/ResurseEducaţionale/Modul%205%20TIC%20in%20educatie.pdf (vizitat 20.07.2015).

66. **Cristei M., Marin Gh. *Developing computer teaching system for C# programing language*. În: Proceedings of the "Doctoral Intensive Summer School on Evolutionary Computing in Optimization and Data Mining (ECODAM) ". Iaşi: Editura universităţii "Alexandru Ioan Cuza", 2012, p.19.**
67. Рынгач В.Д. Развитие инструментальных и прикладных средств компьютерной технологии обучения в ГУМ. În: Tezele conf. ştiinţifice jubiliare. Chişinău: USM, 1996 p.16-19.
68. Roşca Gh. ş.a. Informatica instruirii. Bucureşti: Editura Economică, 2002.
69. Cârstea M. Instruirea asistată de calculator. În: Computer world România, nr. 16 (86), 1997.
70. Мельников И.А., Монкус В.В., Тамм Б.Г. Обзор и анализ зарубежных компьютерных обучающих систем в области программирования. В сборнике: Прикладная информатика, Вып.15. Москва: 1989. с. 131- 153.
71. Railean E. Bazele psihopedagogice ale elaborării manualului electronic. Teză de dr. şt. pedagogice. Chişinău, 2009. 232 p.
72. **Cristei Maria. Sistemele software de instruire ca suport indispensabil în formarea şi dezvoltarea competenţelor profesionale (Preliminarii pentru un studiu calitativ elaborat). În: Studia Universitatis Moldaviae, nr.5(95). Seria "Ştiinţe ale educaţiei". Revistă ştiinţifică categoria B, Anul IX. ISSN 1857-2103 ISSN online 2345-1025, Chişinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2016. p.155-161.**
73. Рубинштейн С.Л. Принципы и пути развития психологии. Москва: Издательство Академии Наук, 1959. 356 с.
74. Лупу И., Чобан-Пилецкая А. Мотивация обучения математике. Кишинэу: Tipogr. A.Ş.M., 2008. 164 p.
75. Mărgineanu N. Psihologie logică şi matematică. Cluj-Napoca: Ed. Dacia, 1975. 280 p.
76. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерности, основы и методы. Москва: Высшая школа, 1980. 368 с.
77. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения. Москва: Педагогика, 1987. с. 60-243.
78. Саранцев Г. И. Формы обучения в средней школе. Москва: Педагогика, 2000, № 2. с. 34 – 40.
79. Воронов Ф. Формы представления знаний студента. Высшее образование в России, Nr.4, 1999. с. 58-61.
80. Cerghit, I., Sisteme de instruire alternative şi complementare – Stiluri şi strategii. Bucureşti: Editura Aramis, 2002. 276 p.

81. Bocoş M. Didactica disciplinelor pedagogice. Un cadru constructivist. Piteşti: Editura Paralela 45, 2008. 432 p.
82. Bulgaru M. ş.a. Studentul USM-2009 (Barometru de opinie). Chişinău: CEP USM, 2009. 125 p.
83. Cabac V. Calitatea învăţământului superior în viziune comunităţii academice. Studiu de caz –Universitatea de Stat "Alecu Russo" din Bălţi. Chişinău: Institutul de Politici Publice, 2006. http://www.ipp.md/libview.php?l=ro&idc=169&id=129 (vizitat 10.05.2012).
84. Secrieru D. Calitatea învăţământului superior în viziune comunităţii academice. Studiu de caz – Universitatea Tehnică a Moldovei. Chişinău: Institutul de Politici Publice, 2006. http://www.ipp.md/libview.php?l=ro&idc=169&id=132 (vizitat 10.05.2012).
85. Коновалец Л. С. Познавательная самостоятельность учащихся в условиях компьютерного обучения. Москва: Педагогика № 2, 1999. 46-51 с.
86. Бабанский Ю.К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса: Методические основы. Москва: Просвещение, 1982. 192с.
87. Бабанский Ю.К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований: дидактический аспект. Москва: Педагогика, 1982. 191 с.
88. Мельников А.В, Цытович П.Л. Принципы построения обучающих систем и их классификация. В: Педагогические и информационные технологии в образовании. http://scholar.urc.ac.ru/ped_journal/numero4/pedag/tsit3.html (vizitat 10.02.2009).
89. Аганова О.Н., Кривошеев А.О., Ушаков А.С.. О трех поколениях компьютерных технологий обучения. В: Инф-ка и обр-е. №2. 1994. с. 34-40.
90. Trăuşan-Matu Ş. Programe inteligente pentru asistarea învăţării. În: Revista Română de Informatică şi Automatică, vol.5, nr.4. Universitatea „Politehnica" Bucureşti şi Centrul de Cercetări Avansate în Învăţare Automată, Prelucrarea Limbajului Natural şi Modelare Conceptuală al Academiei Române. 1995. p.7-16 http://web.info.uvt.ro/~danielpop/its/StateOfTheArt.pdf (vizitat 13.03.2009).
91. Drăgan I., Nicola I. Cercetarea psihopedagogică. Tg. Mureş: Ed. Tipomar, 1995. 109 p.
92. Адарюков В.И., Шеховцев О.Н. Использование методов построения экспертных систем в автоматизированном обучении. В сборнике научных трудов: Научно-методические основы применения ЭВМ в учебном процессе: Ленинград: ЛИАП, 1999. с. 42-47.
93. Bither D.L. The PLATO Project at the University of Illinois. In: Engeneering Education, December, 1986, p. 175-180.
94. Guţu V., Muraru E., Dandara O. Proiectarea standardelor de formare profesională iniţială în învăţământul universitar. Ghid metodologic. Chişinău: CE USM, 2003. 86 p.

95. Скиннер Б. Обучающие машины. Столаров Л. М. Обучение с помощью машин (приложение). Москва: Мир. 1995.
96. **Cristei M. *Developing computer teaching system*. The 20TH conference on applied and industrial mathematics dedicated to academician Mitrofan M. Ciobanu. Romanian Society of Applied and Industrial Mathematics, Academy of Sciences of Moldova, Tiraspol State University, Mathematical Society of the Republic of Moldova, Academy of Economic Studies of Moldova, Institute of Mathematics and computer Science, Moldova State University. Chişinău: 2012. p.100-101.**
97. Cerghit I. Metode de învăţământ. Iaşi: Polirom, 2006. 315 p.
98. Burlacu N. Dimensiuni informaţional-tehnologice şi psihopedagogice ale softwarelor educaţionale. În: „Univers Pedagogic", 2014, Nr. 4 (44). p. 33-41.
99. **Cristei M. S*istemele computerizate de instruire: implementare şi aplicare.* În: Interferenţe universitare-integrare prin cercetare şi inovare. Tezele conf. ştiinţifică cu participare internaţională. Chişinău: USM, 2012. p. 197-198.**
100. Крок И.С. Квантовый подход к построению программы автоматизированных курсов. В: Проблемы автоматизированного обучения пользователей систем организации управления. Одесса, 1984. с. 67-83.
101. Bocoş M. Instruire interactivă. Cluj-Napoca: Ed. Presa Universitară Clujeană, 2002. 79p.
102. Путляева Л.В. Вопросы развивающего обучения с использованием ЭВМ. Вопросы психологии, №1. Москва: 1987. с. 65- 66.
103. Bocoş M. Instruirea interactivă. Editura Polirom. 2013. 470 p.
104. Istrati O. SEFIN: Spre elaborarea unor principii pedagogice de proiectare pentru software educaţional inteligent. În: http://www.elearning.ro/sefin-spre-elaborarea-unorprincipii-pedagogice-de-proiectare-pentru-software-educaţional-inteligent (vizitat 12.11.2013).
105. Dobre I. Studiu critic al actualelor sisteme de e-learning. Bucureşti: Academia Română, Institutul de cercetări pentru inteligenţă artificială, 2010. În: http://www.racai.ro/Referatul1-IulianaDobre.pdf (vizitat 12.03.2011).
106. Готлиб Б. Компьютерно-дидактическое обеспечение. Информатика и образование (В процессе решения тренировочных задач), №4. Москва: 1987. с. 3-14.
107. Burlacu N. Repere metodologice ale elaborării şi implementării softwarelor educaţionale din perspectiva formării competenţelor transversale la informatică. Teză de dr în şt. pedagogice. Chişinău: 2015. 292 p.
108. Neacşu I. Metode şi tehnici de învăţare eficientă. Bucureşti: E.D.P., 1990. 317p.
109. Ретинская И.В., Шугрина М.В. Отечественные системы для создания компьютерных учебных курсов. Москва: Мир ПК, №7, 1993. с. 55-60.

110. **Cristei M. *Elaborarea unui sistem de instruire computerizat la disciplina Inteligenţa Artificială*. În: „Bilanţul activităţii ştiinţifice a USM în anii 2000-2002". Tezele conf. corpului didactico-ştiinţific. Chişinău: CEP USM, 2003, p.198-199.**
111. Рубина Г.В., Сорока В.Ф. Информационные технологии в графической подготовке студентов вузов. Брянск, 1996. 140 с.
112. Dumitru I., Ungureanu C. Pedagogie şi elemente de psihologia educaţiei. Bucureşti: Cartea Universitară, 2005. 225 p.
113. Mogonea R. Pedagogie pentru viitorii profesori. Craiova: Ed-ra Universitaria, 2010. 222 p.
114. Beldiga M, Căpăţână Gh. Rezolvarea şi verificarea automată pe calculator a testelor pentru unele Familii de Probleme Decizionale. În: Tezele conf. ştiinţifice cu participare internaţională. „Interferenţe Universitare - Integrare prin Cercetare şi Inovare". Chişinău: CEP USM, 2012. p. 199-201.
115. Коджаспирова Г.М., Петров К.В, Технические средства обучения и методика их использования. Уч. пособие для студ. вузов. М.: Изд. Центр «Академия», 2001. 256с.
116. Машбиц Е. И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения. Москва: Педагогика, 1989. 192 с.
117. Bucun N. ş.a. Bazele ştiinţifice ale dezvoltării învăţământului în Republica Moldova. Chişinău: IŞPP, 1997. 399 p.
118. Atkinson R., Shiffrin R. Human memory: A proposed system and its control processes. Academic Press Inc. 1978.
119. Chickering Arthur W., Ehrmann Stephen Complementing the seven principles: technology as lever. http://www.aahe.org/technology/ehrmann.htm (vizitat 10.10.2015).
120. Извозчиков В.А. Дидактические основы компьютерного обучения. Межвузовский сборник научных трудов. ЛГПИ им. А.М. Герцена. Ленинград: ЛГПИ, 1989. 202 с.
121. Bontaş I. Tratat de Pedagogie. Bucureşti: Editura ALL, 2008. 416 p.
122. Dumbrăveanu R. Tehnologiile informaţionale în educaţie. În: Fizica şi Tehnologii Moderne, 2005, nr. 1-2, p.108-112.
123. Mihălache L. Abordări metodice privind aplicarea complexă a tehnologiilor computaţionale în procesul de predare-învăţare a compartimentului „Modelare şi metode de calcul" în cursul liceal de informatică. Teză de dr. în pedagogie. Chişinău, 2013. 170 p.
124. **Cristei Maria. Sistemele software de instruire: sens şi necesitate. În: revistă ştiinţifică ACTA ET COMMENTATIONES, nr.1(8), 2016. ISSN 1857-0623, Chişinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2016. p.98-105.**
125. Raischi V. Învăţarea cu ajutorul calculatorului (1). În: Foaia Matematică, 2004, nr. 1(67), p. 26-32.

126. Raischi V. Învăţarea cu ajutorul calculatorului (2). În: Foaia Matematică, 2004, nr. 2(68), p. 23-33.
127. Raischi V. Învăţarea cu ajutorul calculatorului (3). În: Foaia Matematică, 2004, nr. 3(69), p. 23-33.
128. Raischi V. Învăţarea cu ajutorul calculatorului (4). În: Foaia Matematică, 2004, nr. 4(70), p. 36-48.
129. Raischi V. Învăţarea cu ajutorul calculatorului (5). În: Foaia Matematică, 2004, nr. 5(71), p. 21-33.
130. **Кристей М.** ***Разработка и применение компьютерных обучающих систем*****. În materialele Conferinţei ştiinţifice internaţionale consacrată aniversării a 65-a a Universităţii de Stat din Moldova "Creşterea impactului cercetării şi dezvoltarea capacităţii de inovare". Chişinău: 21-22 septembrie 2011. p. 62-65.**
131. **Cristei M. Mijloace didactice digitale de concepţie proprie – sursă importantă în dinamica progresului academic al studenţilor. În: Revistă ştiinţifică ACTA ET COMMENTATIONES, nr.1 (10), Universitatea de Stat din Tiraspol. Chişinău: 2017. p. 114-124. ISSN 1857-0623 (0,65 c.a.)**
132. Weip S. The Computer in School. Machine as Humanizer. Symposium: Harvard Educational Review, 1989. Vol.59, N. l- 61p.
133. Jonnaert Ph.; Vander Borght, C. Créer des conditions d'apprentissage. Un cadre de référence socioconstructiviste pour une formation didactique des enseignants. 2e édition. Bruxelles: De Boeck Université, 2006. 431 p.
134. Laurillard D., Types of learning and learning technologies. In: ICT in Primary Education, Courser, 2014. https://class.coursera.org/ictinprimary-004/lecture/11 (vizitat 15.06.2015)
135. Bèziat J. Technologies informatiques á l'école primaire. De la modernité réformatrice á l'intégration pédagogique innovante. Education. Université Renn Descartes. Paris V, 2003. 471 p. https://hal-unilim.archives-ouvertes.fr/tel-00437088/document (vizitat 17.06.2014)
136. Пасхин Е.Н. Автоматизированная обучающая система. Москва: Издательство Московского университета, 1987. 84 с.
137. Mârşanu R. Calculatoarele şi sistemul educaţional. În: Tribuna Economică, nr. 39, secţiunea Informatică, 2010, p. 24-26.
138. Bernat S. Tehnica învăţării eficiente. În: Presa universitară clujeană. Cluj Napoca: https://www.google.md/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDIQFjADahUKEwjg3JShq5DJAhUDkSwKHToAAdA&url=http%3A%2F%2Fturing.cs.pub.ro%2Finva_10%2FEIA9.DOC&usg=AFQjCNGEZFdbE5EAwVj-8VgLXKaobsf0qA&bvm=bv.107467506,d.bGg

139. Dumitrescu D. Principiile Inteligenţei Artificiale. Cluj-Napoca: Editura Albastră, 1999, p.289.
140. Toderean G., Costeliu M., Giurgiu M. Reţele neuronale artificiale. Cluj Napoca: Editura Albastră, 1995, 244 p.
141. Zănah S., Maga A. Reţele neuronale – aplicaţii în telecomunicaţii. Cluj Napoca: Editura Albastră, 1999, 55 p.
142. Cârstoiu D.I. Sisteme expert. Bucureşti: Editura ALL, 1994, 289 p.
143. Dorin Z. ş.a. Sisteme expert. Aplicaţii. Bucureşti: Societatea ŞTIINŢĂ & TEHNICĂ SA, 1998, 204 p.
144. Cloksin W.E., Mellish C.S., Programming in Prolog. 2nd Edition, Springer Verlag, New York, 1984.
145. Лорьер Ж.Л. Системы искусственного интеллекта. Москва: Мир, 1991. 569 с.
146. Хант Э. Искусственный интеллект. Москва: Издательство Мир, 1978. 558 с.
147. Братко И. Программирование на языке Пролог для искусственного интеллекта. Пер. с англ. Москва: Мир, 1990, 560 с.
148. Брусиловский П.Л. Интеллектуальные обучающие системы. Информация. Информационно - технические средства и системы. Вып. 2. Москва: 1990.
149. Толковый словарь по искусственному интеллекту. Москва: Радио и связь, 1992, 255с.
150. Grigorcea V., Lâsâi S., Sturza G. Introducere în programarea logică. Chişinău: Centrul Editorial al USM, 2003. 94 p.
151. Cotelea V. Programarea în logică. Chişinău: UŞAM, 2000. 394 p.
152. A modular curriculum in computer science. Paris: UNESCO IFIP, 1984. 104 p.
153. Дахин А. Н. Моделирование в педагогике: попытка осмысления. 2007. http://www.bestreferat.ru/referat-78582.html (vizitat 09.12.2016).
154. Ляхов А.Ф. Основы методов проектирования компьютерных систем учебного назначения. Нижний Новгород: 2007. 90 с.
155. Кузлякина В.В., Солнцева Я.В. АОС «Кобра» для общеинженерных дисциплин. Тезисы докладов. Владивосток: Дальрыбвтуз, 1993. 34 с.
156. Guţu Vl. Pedagogie. Chişinău: CEP USM, 2013, 80 p.
157. Chomsky N. Aspects of the Theory of Syntax. Cambridge: The MIT Press. 1965. 251 p. http://faculty.georgetown.edu/irvinem/theory/Chomsky-Aspects-excerpt.pdf (vizitat 03.07.2015)
158. Cucoş C. Pedagogie. Ediţia a II-a revăzută şi adăugată. Iaşi: Polirom, 2006, 462 p.
159. Copilu D., Copilu V., Dărăbăneanu I. Predare pe bază de obiective curriculare de formare. Bucureşti: Editura Didactică şi Pedagogică R.A., 2002. 184 p.

160. Jinga I., Istrati E., Manual de pedagogie. Bucureşti: ALL Educaţional, 1998, 464 p.
161. Callo T. Educaţia comunicării verbale. Chişinău: Litera, 2003. 148 p.
162. Botnari V., Laşcu L. Valori epistemologice în conturarea conceptului: competenţă de self-management a activităţii de învăţare la studenţi, În: Perspectivele învăţământului preuniversitar şi universitar în contextul societăţii bazate pe cunoaştere, Vol.I, Materialele conferinţei ştiinţifico-metodice, 7-8 noiembrie, Chişinău: UST, 2014, p. 82-93.
163. Perrenoud Ph. Des savoirs aux compétences: de quoi parle-t-on en parlant de compétence? Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université de Genève, 1995. http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1995/1995_08.html (vizitat 17.07.2014).
164. Minder M. Didactica funcţională: obiective, strategii, evaluare. Chişinău: Cartier, 2003. 360 p.
165. Roegiers X. De Ketele, J.-M. Une pédagogie de l'intégration: compétences et intégration des acquis dans l'enseignement. Bruxelles: De Boeck Université, 2000. 312 p.
166. Roegiers X. La pédagogie de l'intégration en bref. Rabat, Mars, 2006. 53 p. http://htarraz.free.fr/sakwila/prof/pedagogieROGIERES.pdf (vizitat 26.03.2015).
167. Лебедев О.Е. Компетентностный подход в образовании. Школьные технологии. 2004, №5. с.3-12. http://www.orenipk.ru/seminar/lebedev. htm (vizat 18.09.2016).
168. Эльконин Д. Б., Фрумин И. Д., Хасан Б. И. Педагогика развития: Проблемы современного детства и задачи школы, материалы 3-й научно-практической конференции. Красноярск: КГУ, 1996.
169. Mulder M., T. Weigel & K. Collins. The concept of competence concept in the development of vocational education and training in selected EU member states. A critical analysis. Journal of Vocational Education and Training, 59, 1, p. 65-85, 2006. http://www.mmulder.nl/PDF%20files/2007-01-19%20Mulder%20Weigel%20Collins%20JVET.pdf (vizat 18.09.2016).
170. De Ketele, J.-M., (Editeur Scientifique). Les compétences de base et les objectifs terminaux d'intégration dans l'enseignement de base. Tunis, Institut National des Sciences de l'Education, 1995. 113 p.
171. **Cristei M., Dîrzu L. Implementarea algoritmilor inteligenţei artificiale în jocuri computaţionale multiagent. În materialele Conferinţei ştiinţifice cu participare internaţională "Integrare prin cercetare şi inovare". Chişinău: USM, 2014, p.140-141.**
172. Olteanu A., Pietraru R., Anghel M. Baze de date şi utilizarea acestora. 2005. http://www.cs.ubbcluj.ro/~vcioban/Matematica/Anul3/BD/Bd.pdf (vizitat 12.09.2015).

173. Macavei E. Pedagogie. Teoria educaţiei. Bucureşti: Editura Didactică şi Pedagogică, 2001. 448 p.
174. Guţu Vl. Modelul absolventului universitar: abordare axată pe competenţe în calitatea formări specialiştilor în învăţământul superior: strategi, forme, metode. În materialele Conferinţei internaţionale Universitatea de Stat „Al. Russo", Bălţi, 2005. p. 144.
175. **Cristei M.** ***Methodological aspects of computer-based teaching.*** **International conference „Mathematics & Information technologies: Research and education (MITRE-2011)" dedicated to the 65th anniversary of the Moldova State University, august 22-25 2011. Moldova State University, Faculty of Mathematics and Computer Science, Center of Education and Research i Mathematics and Computer Science, Mathematical Society of the Republic of Moldova. Chisinau 2011. p. 137-138.**
176. **Cristei M.** ***Elaborarea sistemului computerizat de instruire la disciplina Inteligenţa Artificială.*** **International conference „Mathematics &Information technologies: Research and education (MITRE-2011)" dedicated to the 65th anniversary of the Moldova State University, august 22-25 2011. Moldova State University, Faculty of Mathematics and Computer Science, Center of Education and Research i Mathematics and Computer Science, Mathematical Society of the Republic of Moldova. Chişinău 2011. p.172-173.**
177. **Cristei M., Cruşcova C. Sistem de instruire asistat de calculator la disciplina „Inteligenţa Artificială". În: Analele ştiinţifice ale Universităţii de Stat din Moldova. Chişinău, 2005. p.91-94**.
178. **Cristei M.** ***Sistem de instruire asistat de calculator la disciplina „Inteligenţa Artificială"*****. În materialele Conferinţei ştiinţifice internaţionale „Învăţământul superior şi cercetarea - piloni ai societăţii bazate pe cunoaştere" dedicată aniversării 60 ani de la fondarea Universităţii de Stat din Moldova. Chişinău: CEP USM, 2006. p.79-80.**
179. **Cristei M., Marin Gh.** ***Elaborarea unui manual computerizat la disciplina Programarea Logică.*** **În materialele Conferinţei corpului didactico-ştiinţific "Bilanţul activităţii ştiinţifice a USM în anii 2000-2002". Chişinău: CEP USM, 2003. p.192-193.**
180. Schaub H. Karl G. Zenke. Dicţionar de pedagogie. Iaşi: Polirom. 2001. 339 p.
181. Oprescu N. Pedagogie. Bucureşti: Editura Fundaţiei „România de mâne ", 1996. 403 p.
182. Mihaescu Cr. Problema Comis - Voiajorului. Craiova: Dolj. 19 p.
183. Dumitriu C. Introducere în cercetarea psihopedagogică. Bucureşti: Editura didactică şi pedagogică, R.A., 2004. 230 p.
184. Clocotici V., Stan A. Statistica aplicată in psihologie. Iaşi: Polirom, 2001. 296 p.

185. Labăr A. SPSS pentru ştiinţele educaţiei. Metodologia analizei datelor în cercetarea pedagogică. Iaşi: Polirom, 2008. 352 p.
186. Opariuc-Dan Cr. Statistică aplicată în ştiinţele socio-umane. Analiza asocierilor şi a diferenţelor statistice. Constanţa: 2011. 373 p.
187. Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). Москва: МЗ-Пресс, 2004. 67 с.
188. Coman C. Statistică aplicată în ştiinţele sociale. Iaşi: Institutul european, 2011. 392p.
189. Labăr A.V. SPSS pentru ştiinţele educaţiei. Iaşi: Polirom, 2008. 347 p.
190. **Cristei Maria. Eficienţa utilizării noilor tehnologii computerizate în formarea şi dezvoltarea competenţelor profesionale. În: Revista de Ştiinţe Socioumane, nr. 2(33), 2016. ISSN 1857-0119. Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă" din Chişinău, 2016. p.83-91.**
191. Viau R. La motivation en contexte scolaire. Brucelles: De Boeck & Lancier (2 Ed.), 1997.
192. **Cristei Maria. Motivaţia – element esenţial în formarea competenţelor profesionale. În: STUDIA UNIVERSITATIS MOLDAVIAE, nr.5(105). Seria „Ştiinţe ale educaţiei". Revistă ştiinţifică categoria B, ISSN 1857-2103 ISSN online 1857-2103. Chişinău: CEP USM, 2017. p.45-51.**
193. **Cristei M. Programarea aplicaţiilor grafice prin implementarea algoritmilor inteligenţi. În: Revista ştiinţifică - Studia Universitatis, Seria „Ştiinţe exacte şi economice", nr.2(102). Chişinău: CEP USM, 2017. p. 37-42. ISSN 2345-1033 (0,57 c.a.).**

ANEXE

Anexa 1.
Descrierea cursului *Inteligenţa artificială*

MINISTERUL EDUCAŢIEI al REPUBLICII MOLDOVA
UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
MD-2010, Chişinău, str. A. Mateevici, 60
tel: 57-74-01, fax (373-22) 24-42-48
www.usm.md

Date despre program						
Instituţia de învăţământ superior	*Universitatea de Stat din Moldova*					
Facultatea	*Matematică şi Informatică*					
Departamentul	*Informatica*					
Domeniul general de studiu	*44–Ştiinţe exacte, 444–Informatica*					
Ciclul de studii	*Licenţă*					
Domeniul de formare profesională (specialitate)	*444.1–Informatica,* *444.2–Management Informaţional,* *444.3–Informatica Aplicată*					
Forma de învăţământ	*Învăţământ cu frecvenţă*					
Date despre disciplină						
Denumirea disciplinei	*Inteligenţa artificială*					
Anul de studiu	II	**Semestrul**	*IV*	**Tipul de evaluare finală**	*Ex*	
Regimul formativ al disciplinei: G – generale, F – fundamentale, S – de specialitate					S	
Regimul obligativităţii disciplinei: O - obligatorie, A - opţională, F-facultativă, LA – liber alese					O	
Titularul disciplinei	*Gh.Căpăţână, V.Grigorcea, M. Cristei*					
Timpul total estimat						
Număr de ore pe săptămână	6	din care: curs	2	seminar/laborator	4	
Total ore din planul de învăţământ	180					
Total ore de contact pe semestru	90	din care: curs	30	seminar/laborator	60	
Total ore studiu individual	90					
Număr de credite ECTS	6					

Descriere succintă a corelării/integrării cursului cu/în programul de studii:

Inteligenţa Artificială este o disciplină de specialitate din domeniul informaticii şi se ocupă de proiectarea sistemelor înzestrate cu capacităţi pe care în mod normal le asociem inteligenţei umane: înţelegerea limbajului natural, învăţarea, raţionamentul, rezolvarea problemelor, demonstrarea automată a teoremelor etc. Direcţiile principale de cercetare sunt: programarea logică, reprezentarea cunoaşterii, sisteme expert, demonstrarea automată a teoremelor, recunoaşterea formelor, reprezentarea problemelor şi rezolvarea lor prin diferite procese de căutare, problemele de luare a deciziilor, teoria jocurilor, algoritmii genetici etc.

Obiectivul principal al disciplinei este formarea aptitudinilor de formalizare a diferitor probleme, de aplicare a diferitor metode şi tehnici ale Inteligenţei Artificiale la rezolvarea lor, de modelare a diferitor tipuri de raţionament şi a proceselor de luare a deciziilor, de aplicare a cunoaşterii despre domeniul problemelor la rezolvarea lor.

Prerecuzite:

Pentru studierea cursului *„Inteligenţa artificială”*, studenţii dispun de cunoştinţe, capacităţi şi deprinderi prealabile din domeniul: structura calculatorului, arhitectura calculatorului şi sisteme de operare, baze de date, fundamentele programării, logica matematică, tehnologii de programare, teoria grafurilor, programare în reţea (acumulate în cadrul semestrelor universitare I, II, III).

Competenţe specifice acumulate

Competenţe profesionale	C.1. Operarea cu concepte, principii şi metode ştiinţifice caracteristice domeniului şi capacitatea de a comunica cunoştinţe referitoare la descrierea algoritmilor

	specifici IA diferitelor domenii de activitate. C.2. Analiza, modelarea şi rezolvarea problemelor real complexe, ce implică soluţii inteligente cu un înalt grad de creativitate, precum judecarea obţinerii unor soluţii incorecte. C.3. Utilizarea şi combinarea conceptelor şi tehnicilor IA pentru rezolvarea problemelor folosind programarea declarativa (programarea logică): reprezentarea problemelor şi universul problemei; baze de cunoştinţe şi interogarea lor; demonstrare şi prelucrare, strategii de căutare a soluţiilor; agenţi inteligenţi. C.4. Cunoaşterea şi aplicarea facilităţilor limbajului Prolog în proiectarea şi elaborarea bazelor de cunoştinţe destinate rezolvării problemelor la nivel inteligent: clauze Horn şi semantica declarativă Prolog; obiecte şi relaţii, structuri în Prolog; strategii de rezolvare în Prolog; abilitatea de a identifica metoda de rezolvare a unei probleme complexe; abilitatea de a descrie algoritmic metoda şi de a analiza corectitudinea şi eficienţa algoritmului; abilitatea de a implementa şi testa algoritmii ce corespund unor probleme concrete. C.5 Conceperea, proiectarea, dezvoltarea şi testarea sistemelor informatice bazate pe cunoştinţe, integrând teoriile ştiinţifice inovative, metodele, tehnicile şi tehnologiile specifice inteligenţei artificiale.
Competenţe transversale	1. Comportarea onorabilă, responsabilă, etică, în spiritul legii, pentru a asigura reputaţia profesiei. 2. Colaborarea, preluarea diferitelor roluri în echipe de proiect şi descrierea clară şi concisă, verbală şi în scris, în limba maternă, a rezultatelor domeniilor de activitate. 3. Demonstrarea spiritului de creativitate, iniţiativă şi acţiune, pentru actualizarea cunoştinţelor profesionale, economice şi de cultură organizaţională.
Obiectivele disciplinei	
Obiectivul general al disciplinei	CUNOSTINTE: Însuşirea conceptelor fundamentale, a principiilor şi tehnicilor de bază din domeniul IA. Cunoaşterea şi utilizarea conceptelor şi tehnicilor IA pentru rezolvarea problemelor folosind programarea declarativă (programarea logică); ABILITATEA: Însuşirea principiilor generale ale programării logice şi utilizarea limbajului Prolog în descrierea bazelor de cunoştinţe pentru rezolvarea problemelor COMPETENTE: Capacitatea de a combina aspectele teoretice cu cele practice în: rezolvarea problemelor în IA utilizând euristici; reprezentarea cunoştinţelor şi raţionament; raţionamentul logic, programare declarativă. Capacitatea de a utiliza cunoştinţele IA şi a facilităţilor limbajului Prolog pentru rezolvarea problemelor la nivel de sistem inteligent sau sistem expert.
Obiectivele specifice	– Îmbogăţirea cunoştinţelor de tehnologia informaţiei prin adăugarea de noi cunoştinţe, noi metode şi tehnici deja existente; îmbogăţirea limbajului din domeniul calculatoarelor, utilizarea corectă a programării logice în rezolvarea problemelor. – Dezvoltarea capacităţilor de sinteză a unor noţiuni fundamentale de IA. – Capacitate de înţelegere a conceptelor şi tehnicilor IA şi de aplicare a acestora în cazuri concrete. – Capacitatea de a comunica cunoştinţe referitoare la descrierea algoritmilor specifici IA diferitelor domenii de activitate. – Capacitatea de a parcurge toate etapele în rezolvarea unei sarcini de lucru: enunţul problemei, reprezentarea problemei în termeni de IA, elaborarea bazei de cunoştinţe, interogarea unei baze de cunoştinţe. – Abilitatea de aplicare a cunoştinţelor de IA şi a limbajului Prolog în rezolvarea problemelor la nivel de sistem inteligent. – Capacitatea de a analiza şi a judeca obţinerea unor soluţii incorecte în cazul rezolvării problemelor. – Aplicarea conceptelor dezvoltate anterior în: rezolvarea problemelor planificate, jocuri, constrângeri, sisteme expert etc.
Conţinutul disciplinei (unităţi de conţinut de bază)	
1. Elemente de baza din domeniul Inteligentei artificiale. Obiectul de studiu al Inteligenţei Artificiale**.** Definiţia IA. Istoric. Direcţiile de cercetare. Probleme ale Inteligenţei Artificiale. Testul Turing. Complexitatea metodelor şi problemelor.	

Universul şi reprezentarea problemelor. Programarea imperativă şi programarea logică. Reprezentarea şi prelucrarea cunoştinţelor. Limbaje ale Inteligentei artificiale

2. Programarea în logica şi rezolvarea problemelor folosind concepte ale Inteligentei artificiale.

Logica de ordinul I şi clauze Horn. Baze de cunoştinţe şi programarea logică. Obiecte, relaţii şi reguli

3. Spaţiul stărilor unei probleme şi arborele soluţiilor

Structuri de reprezentare. Metode şi tehnici de căutare.

4. Baze de cunoştinţe şi limbajul Prolog

Obiecte şi relaţii. Semnificaţia logică şi procedurală în Prolog. Reprezentarea şi prelucrarea listelor.

5. Structuri, Functori şi Matching

Reprezentări arborescente şi funcţionale. Ecuaţii de arbori, substituţii şi unificare. Interogarea bazelor de cunoştinţe.

6. Demonstrare şi prelucrare

Scop şi arborele de demonstrare. Semantica procedurală a programelor Prolog**.**

7. Metode de reprezentare şi soluţionare inteligentă a problemelor în sisteme ale IA.

Reprezentarea problemelor prin spaţii de stări. Rezolvarea problemelor prin căutare. Sisteme de producere. Strategii de control. Arbore de căutare. Direcţia căutării. Metodele de căutare oarbă. Căutarea euristică. Căutare ordonată. Algoritmii sau strategia ***A*** şi ***A**** . Grafuri ŞI/SAU. Arbore de joc. Procedura *Minimax*. Algoritmul *alfa-beta*.

Laborator

1. **Elemente de bază ale limbajului Prolog**: baze de cunoştinţe - reguli şi fapte; exemple de baze de cunoştinţe; rezolvarea de probleme.
2. **Obiecte ale limbajului Prolog**: liste şi prelucrarea listelor; exemple de baze de cunoştinţe.
3. **Spaţiul stărilor unei probleme şi arborele soluţiilor**: structuri de reprezentare; exemple de probleme
4. **Baze de cunoştinţe, scopuri şi interogarea**: aplicaţii şi metode de rezolvare; exemple de probleme.
5. **Aplicaţii, scopuri şi interogarea**: exemple de probleme.
6. **Concepere, elaborare, implementare de proiecte**: exemple de probleme.
7. **Concepere, elaborare, implementare de proiecte**: exemple, Algoritmul de căutare A*
8. **Concepere, elaborare, implementare de proiecte**: calcul formal şi derivare simbolică; exemple de probleme.

Strategii

Strategii de predare-învăţare: În predarea – învăţarea cursului vor fi utilizate următoarele metode: prelegerea, dezvoltarea gândirii critice, forumul de discuţii, lucrul pe echipe, învăţare centrată pe student, problematizarea, studiu de caz, metoda cubului, lucrul individual la calculator etc.

Strategii de evaluare: Evaluarea nivelului de formare / dezvoltare a competenţelor studenţilor la disciplina „*Inteligenţa artificială"* se poate realiza utilizând astfel de metode:

Evaluarea formativă, prin realizarea a două lucrări.

Evaluarea sumativă, prin realizarea lucrărilor de laborator.

Evaluarea proiectelor digitale.

Realizarea a două testări curente.

Evaluarea finală a competenţelor studenţilor se realizează sub formă de examen.

Ponderea din nota finală se constituie din următoarele componente: 40% - evaluarea finală de examen, 30% - portofoliul digital compus din 11 miniproiecte /lucrări de laborator; 30% - media lucrărilor de evaluare de pe parcursul semestrului.

Standard minim de performanţă

- Cunoaşterea conceptelor fundamentale ale inteligenţei artificiale la nivel teoretic şi practic.
- Capacitatea de a înţelege algoritmii de căutare oarbă şi euristică.
- Elemente fundamentale de analiză, proiectare şi implementare a sistemelor bazate pe cunoştinţe.
- Capacitatea de a dezvolta programe bazate pe reguli în logica propoziţională.
- Implementarea corectă a unui algoritm simplu; utilizarea corecta a mediului de programare

Resurse disponibile:

Sală de curs cu tablă, laptop şi videoproiector, săli de laborator dotate corespunzător (cu calculatoare conectate la reţeaua Internet şi cu software specific instalat etc.)

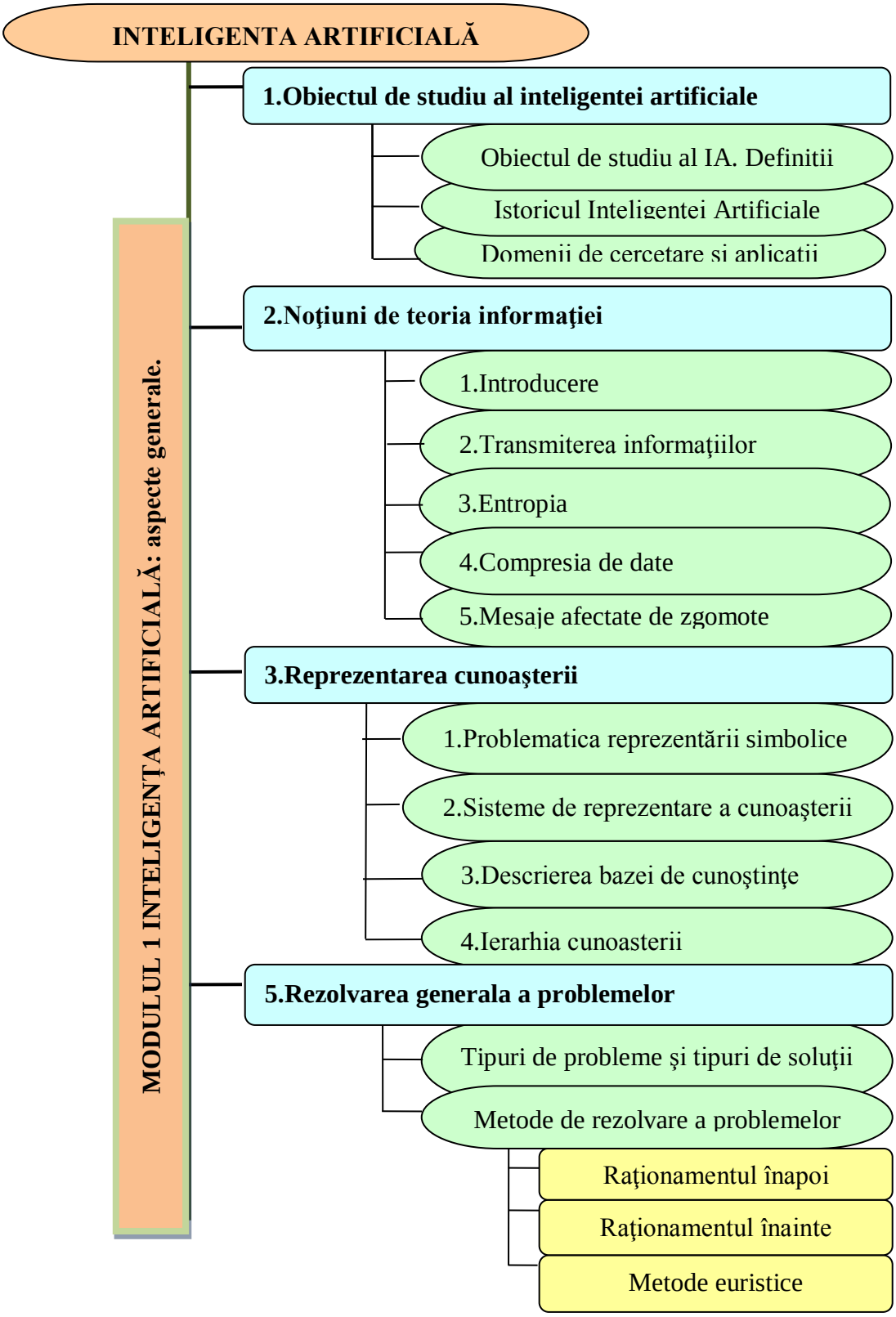
Bibliografie Obligatorie selectivă

1. Grigorcea V., Lâsâi S., Sturza G., „Introducere în programarea logică. Ciclu de prelegeri", Centrul Editorial al USM, Chişinău, 2003.

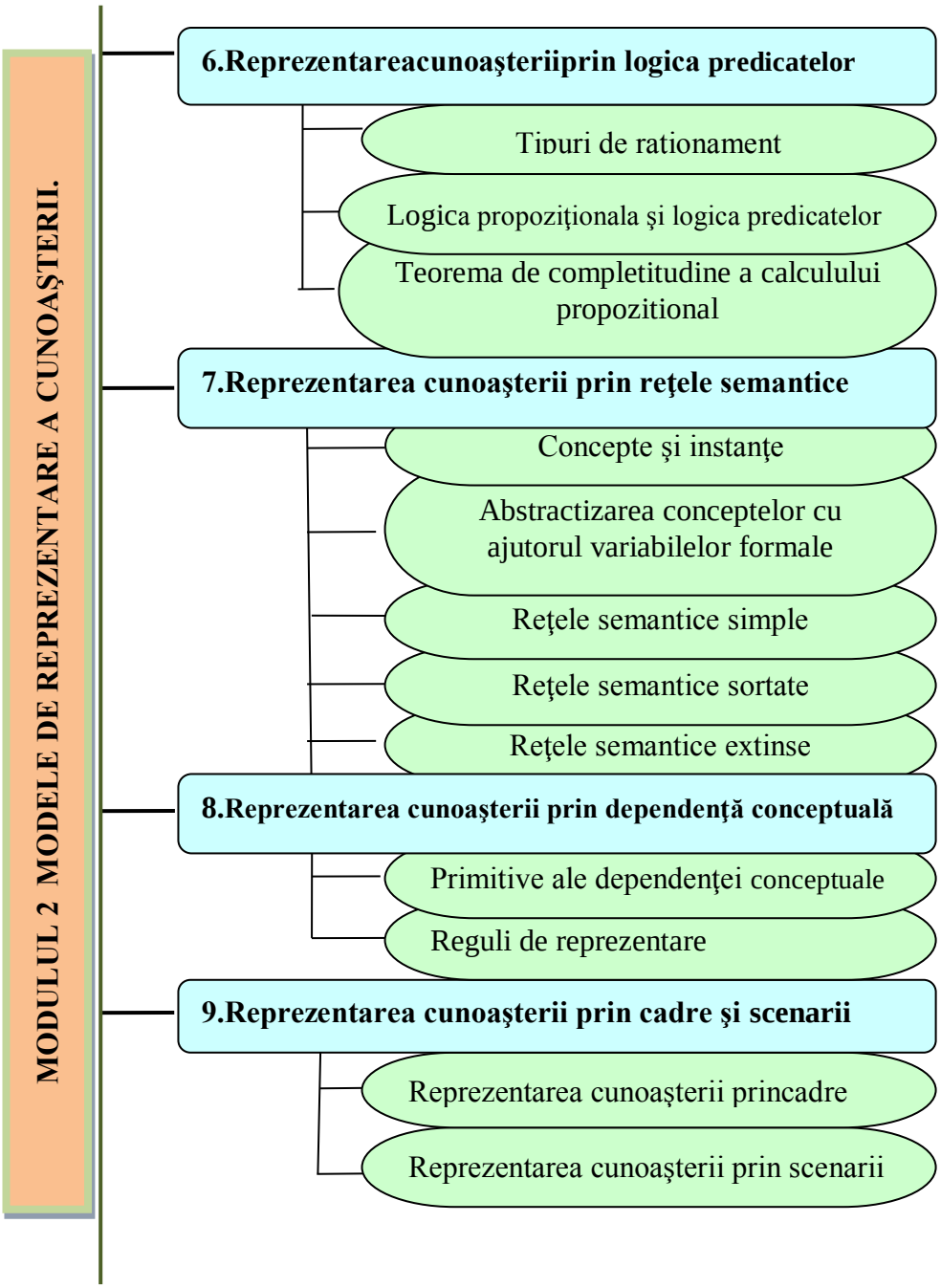
2. Cotelea V., Programarea în logică, UŞAM, Chişinău, 2000.
3. Dumitrescu D. Principiile Inteligenţei Artificiale. Editura Albastră, Cluj-Napoca, 1999, 289 p.
4. Oprea M. Inteligenţă artificială. Editura Univ. Petrol-gaze din Ploieşti, 2009.
5. Братко И., Алгоритмы искусственного интеллекта на языке ПРОЛОГ, 3-е издание.: Пер. с англ.: М.: Издательский дом «Вильяме», 2004, 640 с

Anexa 2.

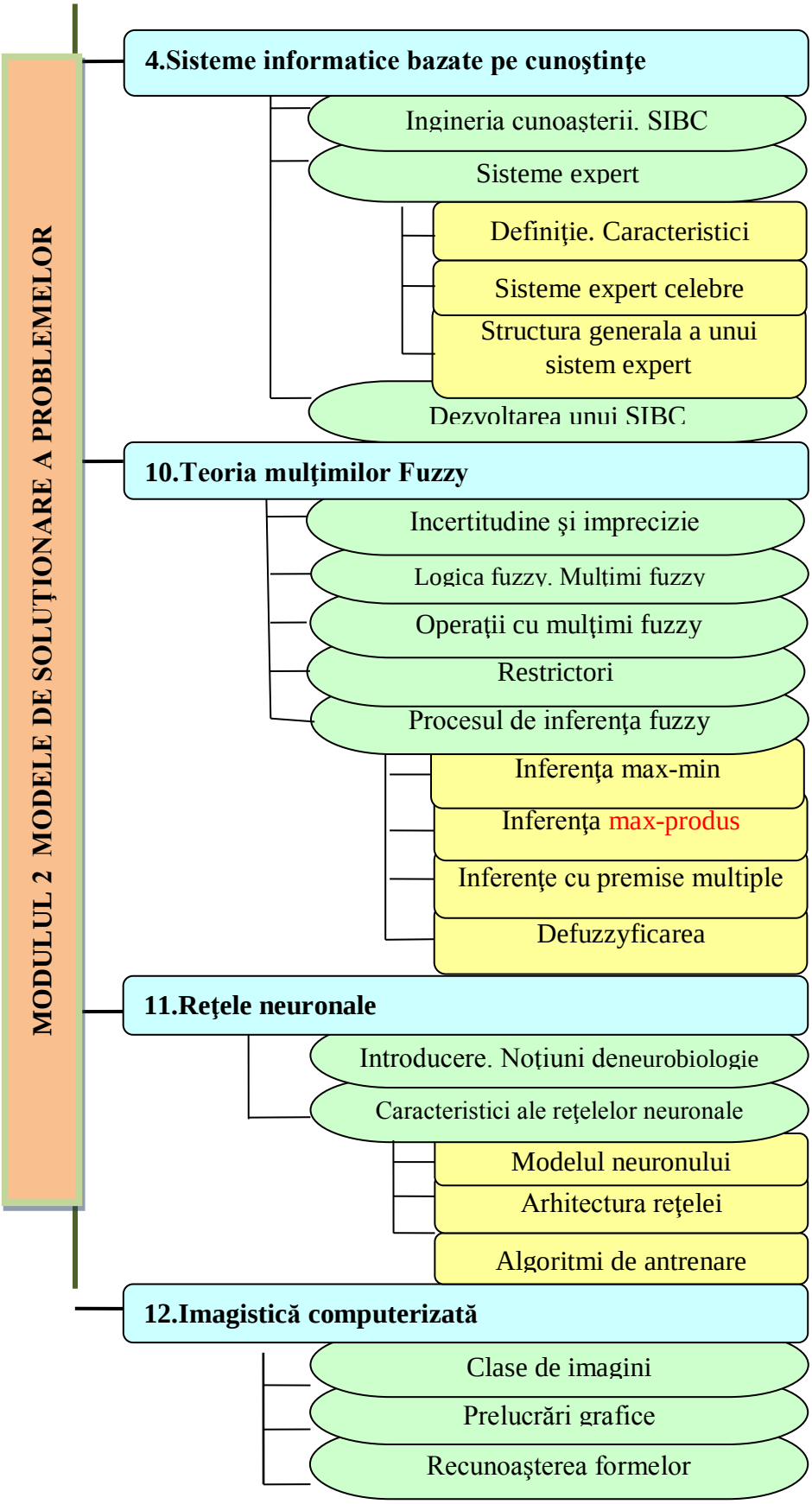
Structura modulară detaliată a disciplinei „Inteligenţa artificială”.



continuare


MODULUL 2 MODELE DE REPREZENTARE A CUNOAȘTERII.
6.Reprezentareacunoaşteriiprin logica predicatelor
Tipuri de rationament
Logica propoziţionala şi logica predicatelor
Teorema de completitudine a calculului propozitional
7.Reprezentarea cunoaşterii prin reţele semantice
Concepte şi instanţe
Abstractizarea conceptelor cu ajutorul variabilelor formale
Reţele semantice simple
Reţele semantice sortate
Reţele semantice extinse
8.Reprezentarea cunoaşterii prin dependenţă conceptuală
Primitive ale dependenţei conceptuale
Reguli de reprezentare
9.Reprezentarea cunoaşterii prin cadre şi scenarii
Reprezentarea cunoaşterii princadre
Reprezentarea cunoaşterii prin scenarii

continuare


MODULUL 2 MODELE DE SOLUȚIONARE A PROBLEMELOR
4.Sisteme informatice bazate pe cunoştinţe
Ingineria cunoașterii. SIBC
Sisteme expert
Definiţie. Caracteristici
Sisteme expert celebre
Structura generala a unui sistem expert
Dezvoltarea unui SIBC
10.Teoria mulţimilor Fuzzy
Incertitudine şi imprecizie
Logica fuzzy. Mulțimi fuzzy
Operaţii cu mulţimi fuzzy
Restrictori
Procesul de inferenţa fuzzy
Inferenţa max-min
Inferenţa max-produs
Inferenţe cu premise multiple
Defuzzyficarea
11.Reţele neuronale
Introducere. Noțiuni deneurobiologie
Caracteristici ale reţelelor neuronale
Modelul neuronului
Arhitectura reţelei
Algoritmi de antrenare
12.Imagistică computerizată
Clase de imagini
Prelucrări grafice
Recunoaşterea formelor

Anexa 3.

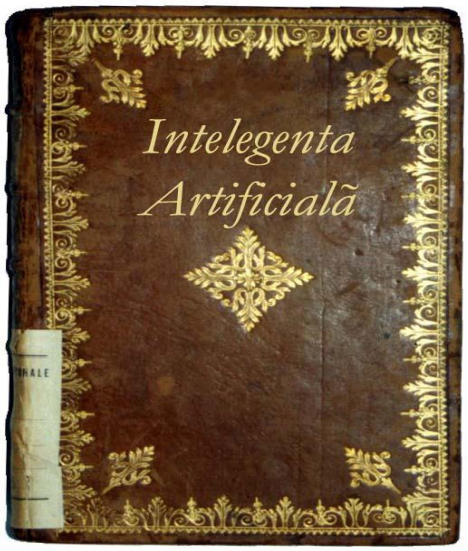
Interfaţa cu utilizatorul











(1) Să se divizeze o mulţime numerică în două submulţimi, astfel, încât suma elementelor din fiecare submulţime să fie aceeaşi.

```
domains
      i=integer
      li=i*
predicates
      divide(li,li,li)
      suma(li,i)
      subm(li,li)
      member(i,li)
      dif(li,li,li)
clauses
      subm([],[]).
      subm([_|L],L1):-subm(L,L1).
      subm([A|L],[A|L1]):-subm(L,L1).

      suma([],0).
      suma([X|L],S):-suma(L,S1), S=S1+X.
      member(X,[X|_]).
      member(X,[_|L]):-member(X,L).

      dif([],_,[]).
      dif([X|L1],L2,L3):-member(X,L2), dif(L1,L2,L3),!.
      dif([X|L1],L2,[X|L3]):-dif(L1,L2,L3).
      divide(L,R1,R2):- suma(L,S), S mod 2=0, S1=S div 2,
      subm(L,R1), suma(R1,S2), S1=S2, dif(L,R1,R2).
```

Tema: „Distribuirea numerelor. Probleme combinatorice”

(2) Să se distribuie numerele de la 1 la n în trei cutii A, B, C, astfel ca să se satisfacă următoarele condiţii:

a) dacă numărul i este într-o cutie, atunci numărul k=2*i (k≤n), nu poate fi cu el în aceeaşi cutie;
b) dacă numerele i şi j sunt într-o cutie, atunci k=i+j (k≤n), nu poate fi în aceeaşi cutie cu ultimii.

Să se scrie un program Prolog ce ar găsi soluţia problemei, luând în creştere valoarea lui n.

```
domains
 i=real
 li=i*

predicates
 distrib(i,i,li,li,li)
 rez(i)
 se_poate(i,li)
 member(i,li)
 nu_suma(i,li)

clauses
 member(A,[A|_]).
 member(A,[_|Z]):-member(A,Z).

 rez(N):-distrib(N,1,[],[],[]).
```

```
distrib(N,M,A,B,C):-M>N,write(A),nl,
                    write(B),nl,
                    write(C),nl,
                    write(„----------”),nl.
distrib(N,M,A,B,C):-M<=N,M1=M+1,
                se_poate(M,A),
                distrib(N,M1,[M|A],B,C).
distrib(N,M,A,B,C):-M<=N,M1=M+1,
                se_poate(M,B),
                distrib(N,M1,A,[M|B],C).
distrib(N,M,A,B,C):-M<=N,M1=M+1,
                se_poate(M,C),
                distrib(N,M1,A,B,[M|C]).
se_poate(_,[]).
se_poate(K,L):-I=K/2,not(member(I,L)),nu_suma(K,L).

nu_suma(_,[]).
nu_suma(K,[I|L]):-J=K-I,not(member(J,L)),nu_suma(K,L).
```

Tema: „Automate finite”

(3) Să se scrie un program Prolog care realizează automatul finit ce recunoaşte cuvintele de forma:

$(abc)^n (bcd)^m e$, n≥0, m≥0, n+m≥1

EXEMPLU DE PROGRAM

```
domains
        s=symbol
        ls=s*
predicates
        final(s)
        trecere(s,s,s)
        automat(s,ls)
clauses
       final(s4).
       trecere(q0,a,q1).
       trecere(q1,b,q2).
       trecere(q2,c,q3).
       trecere(q3,a,q1).
       trecere(q3,b,q4).
       trecere(q3,e,q7).
       trecere(q0,b,q4).
       trecere(q4,c,q5).
       trecere(q5,d,q6).
       trecere(q6,b,q4).
       trecere(q6,e,q7).
automat(S,[]):- final(S).
automat(S,[A|L]):- trecere (S,A,S1),automat(S1,L).
```

Anexa 5.

Teste pentru determinarea nivelului de pregătire al studenţilor în procesul de formare

Studentul_____ "Aprob" Sef catedră TP

_____

Grupa_____ "_____"_____2014

Conf., dr. Gh.Căpăţână

Inteligenţa Artificială

Test nr. __

1. (5 p.) Fie dată secvenţa de program: c(a). c(b). p(X,Y,Z):-c(X),!,C(Y),X<>Y,c(Z).

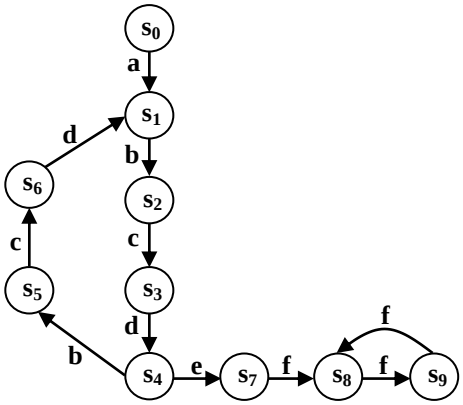
Să se răspundă la următoare interogări non-deterministe:

a) Goal: p(X,Y,Z)
b) Goal: p(X,Y,b)
c) Goal: p(b,Y,Z)
d) Goal: p(X,Y,X)
e) Goal: p(X,a,Z)

2. (5 p.) Fie dat graful funcţiei de trecere dintr-o stare în alta pentru un automat finit.

Se consideră starea iniţială – s_0, starea finală – s_9.

a) Să se scrie forma generală a cuvintelor recunoscute de acest automat.
b) Să se indice cuvântul minimal care poate fi recunoscut.
c) Să se indice un cuvânt recunoscut care are o lungime L: 18 < L < 23.



3. (10 p.) Să se descrie într-un program Prolog regula care pentru o listă numerică determină lungimea celui mai mare subşir strict crescător de elemente consecutive. Pentru toate predicatele definite să se indice tipul argumentelor – de intrare, de ieşire sau variabile colectoare.

Exemplu: [3, 7, 4, 2, 6, 7, 8, 5, 6] → Rezultat: 4.

4. (15 p.) Considerăm următorul joc. Într-o urnă se conţin 16 bile. Doi jucători extrag pe rând bile din urnă. Fiecare jucător la mişcarea sa poate să extragă din urnă 1 sau 3 bile. Câştigă acel jucător, care după mişcarea sa primul obţine în urnă 11 sau mai puţine bile.

Să se construiască arborele de joc şi să se evidenţieze o variantă de bază al jocului.

5. (15 p.) Să se reprezinte următoarea problemă printr-un spaţiu de stări posibile: *„Fie dată o variabilă numerică X care poate primi valori întregi de pe segmentul [0;10]. Iniţial X=8. Să se găsească consecutivitatea de acţiuni care va egala X cu 3. Acţiunile permise: a) variabila X poate fi mărită cu 2 unităţi, b) dacă valoarea lui X este pară, X poate fi divizată la 2"*. Să se descrie stările problemei, stările iniţiale şi stările scop, regulile de trecere dintr-o stare în alta. Pentru problema dată să se deseneze arborele de căutare construit de către metoda de căutare **în profunzime**. Dacă într-o careva ramură al arborelui de căutare o stare al problemei se repetă, atunci această ramură nu se cercetează mai departe. Construirea arborelui se opreşte la atingerea unei stări scop.

Puncte	1-3	4-6	7-9	10-13	14-16	17-24	25-32	33-40	41-46	47-50
Nota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Total puncte_____ Nota_____ Examinator _____

Anexa 5 (a).

Determinarea nivelului de pregătire al studenţilor în procesul de instruire/formare

Studentul_____ "Aprob"

Sef catedră TP

_____

Grupa_____ "_____"_____2014

Conf., dr. Gh.Căpăţână

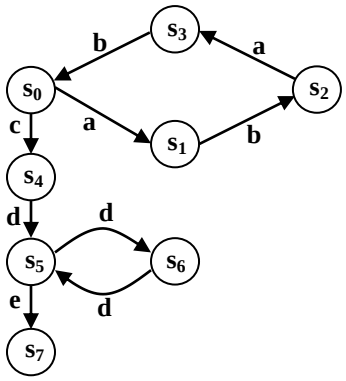
Inteligenţa Artificială

Test nr. __

1. (5 p.) Fie dată secvenţa de program: n(7). n(8). pr(A,B,C) :- n(C),!,n(A),n(B).

Să se răspundă la următoare interogări non-deterministe:

a) Goal: pr(A,B,C)
b) Goal: pr(7,8,9)
c) Goal: pr(7,8,C)
d) Goal: pr(A,B,8)
e) Goal: pr(A,8,8)



2. (5 p.) Fie dat graful funcţiei de trecere dintr-o stare în alta pentru un automat finit.

Se consideră starea iniţială – s_0, starea finală – s_7.

a) Să se scrie forma generală a cuvintelor recunoscute de acest automat.
b) Să se indice cuvântul minimal care poate fi recunoscut.
c) Să se indice un cuvânt recunoscut care are o lungime L: 15 < L < 21.

3. (10 p.) Să se descrie într-un program Prolog regula care pentru o listă de elemente simbolice determină lungimea celui mai mare subşir de elemente consecutive, în care orice două elemente vecine sunt diferite. Pentru toate predicatele definite să se indice tipul argumentelor – de intrare, de ieşire sau variabile colectoare.

Exemplu: [a, b, b, a, b, a, c, c, d, e] → Rezultat: 5.

4. (15 p.) Considerăm următorul joc. Sunt date două numere **A**=15 şi **B**=17. Doi jucători modifică pe rând aceste numere în felul următor: primul jucător poate să micşoreze cu 2 sau să mărească cu 5 numărul **A**, iar al doilea jucător poate să micşoreze cu 3 sau să mărească cu 2 numărul **B**, dar cu condiţia că după modificare numerele trebuie să satisfacă: 9<**A**<20 şi 9<**B**<20. Câştigă jucătorul care prin mişcarea sa egalează numerele: **A**=**B**. De asemenea, se consideră pierdere pentru jucătorul care este adus în poziţia **A**=14, **B**=13.

Să se construiască arborele de joc şi să se evidenţieze o variantă de bază al jocului

5. (15 p.) Să se reprezinte următoarea problemă printr-un spaţiu de stări posibile: *„Fie dată o urnă în care se conţin 17 bile. Să se găsească consecutivitatea de acţiuni care va lăsa 4 bile în urnă. Acţiunile permise: a) din urnă se pot extrage simultan 4 bile, b) din urnă se pot extrage simultan 3 bile"*. Să se descrie stările problemei, stările iniţiale şi stările scop, regulile de trecere dintr-o stare în alta. Pentru problema dată să se deseneze arborele de căutare construit de către metoda de căutare **în lărgime**. Dacă într-o careva ramură al arborelui de căutare o stare al problemei se repetă, atunci această ramură nu se cercetează mai departe. Construirea arborelui se opreşte la atingerea unei stări scop.

Puncte	1-3	4-6	7-9	10-13	14-16	17-24	25-32	33-40	41-46	47-50
Nota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Total puncte_____ Nota_____ Examinator _____

Anexa 5 (b).

Test de evaluare

Test nr. __

Numele, prenumele……..……Anul ___ grupa _____

1. Să se definească în limbajul Prolog următoarele două predicate. Primul predicat înscrie numerele dintr-o bază de date dinamică într-o listă. Al doilea predicat calculează media aritmetică a numerelor din această listă şi elimină din listă numerele ce sunt mai mici ca această medie. Se permite definirea unor predicate auxiliare. (15 p.)

2. Formulaţi testul Turing. (2 p.)

3. Formulaţi definiţia complexităţii unei metode şi definiţia complexităţii problemei. (2 p.)

4. Formulaţi definiţia sistemului expert. Descrieţi funcţiile modulelor: a) baza de cunoştinţe şi b) modulul de explicare. Enumeraţi celelalte patru componente ale unui sistem expert. (2 p.)

5. Descrieţi direcţiile posibile de căutare în spaţiul de stări al problemei. Descrieţi factorii principali care determină alegerea direcţiei. (3 p.)

6. Descrieţi principiul Minimax. Ce problemă rezolvă metodele bazate pe acest principiu? (5 p.)

7. Este dat următorul program:

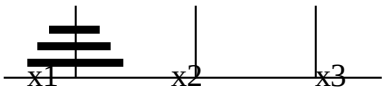
```
final(s5).
move(s0,a,s1).
move(s1,b,s2).
move(s2,c,s3).
move(s3,b,s4).
move(s4,c,s1).
move(s3,d,s5).
automat(S,[]):-final(S).
automat(S,[A|L]):-move(S,A,S1),automat(S1,L).
```

Să se răspundă la întrebările:

1) Goal: automat(s0,[a,b,c,b,c,b,c,d])
2) Goal: automat(s2,[c,b,c,b,c,d])
3) Goal: automat(s1,[b,c,d])
4) Goal: automat(X,[c,d])
5) Goal: automat(s0,X)

(6 p.)

8. Reprezentaţi următoarea problemă printr-un spaţiu de stări posibile: ”Sunt trei axe (le vom nota x1, x2 şi x3). Pe prima axă x1 sunt situate trei discuri de mărimi diferite aşezate în ordine crescătoare de sus în jos:



Să se găsească consecutivitatea de acţiuni care va trece toate discurile de pe axa x1 pe axa x3, în aceeaşi ordine. Acţiunea permisă: orice disc de pe orice axă poate fi mutat pe altă axă cu condiţiile că deasupra lui nu sunt alte discuri iar axa nouă pe care el se trece este liberă sau cel mai de sus disc al acestei axe este mai mare decât discul mutat.” Să se indice o soluţie al acestei probleme. (10 p.)

9. Reprezentaţi următoarele două propoziţii prin metodele indicate:

”Maria aseară i-a făcut lui Ion temele pe acasă.” – reţea semantică sortată,

”Cine ştie carte are patru ochi.” – a) reţea semantică extinsă, b) logica predicatelor. (10 p.)

10. Considerăm problema: ”Într-o matrice pătrată $n \times n$ să se găsească coordonatele (i,j) al unui element, care să fie minimal pe linie şi maximal pe coloană”. Să se descrie un algoritm de soluţionare al acestei probleme şi să se indice complexitatea lui. (10 p.)

Total puncte_____ Nota_____ Examinator _____

Anexa 6. Grila chestionarului Nr.1

Chestionar de evaluare a strategiilor de predare/învăţare/evaluare şi a relaţionării profesor-student la FMI, USM.

Stimate student (ă)! S-a iniţiat un studiu cu privire la modalităţile de predare, învăţare şi evaluare utilizate în cadrul cursului „Inteligenţa Artificială". Deoarece opinia Dvs. contează foarte mult, Vă rugăm să răspundeţi la următoarele întrebări obiectiv şi sincer la completarea chestionarului, care este anonim. Informaţia căpătată va fi folosită pentru îmbunătăţirea predării cursului.

Chestionarul dat se completează în felul următor: se citesc întrebările cu variantele de răspuns, se ia în cerculeţ varianta (ele) de răspuns care corespund opiniei Dvs. Vă asigurăm confidenţialitatea răspunsurilor Dvs. Vă mulţumim anticipat!

Q1. În ce măsură vă place domeniul informaticii? *(marcaţi un singur răspund, încercuind cifra alăturată)*

În foarte mare măsură	1	Deloc	4
În mare măsură	2	Dificil de răspuns	9
În mică măsură	3		

Q2.De ce aţi ales informatica ca domeniu de pregătire universitară?*(marcaţi cîte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)*

	Da	*Nu*
Lumea informaticii şi a calculatoarelor este plină de miracole	1	2
Poţi să descoperi lucruri noi	1	2
Consider că profesia de informatician este foarte atractivă	1	2
Profesia de informatician este bine plătită	1	2
La această specialitate sunt discipline interesante, care m-au atras ***Numeşte disciplinele?***_____	1	2
Am siguranţa de a fi angajat în câmpul muncii	1	2
M-au sfătuit părinţii, prietenii, persoanele de încredere	1	2

Q3. În ce măsură corespund aşteptările Dvs. privind calitatea studiilor la specialitatea Dvs.? *(marcaţi un singur răspuns, încercuind cifra alăturată)*

În foarte mare măsură	1	Deloc	4
În mare măsură	2	Dificil de răspuns	9
În mică măsură	3		

Q4. Te consideri un student responsabil de formarea ta profesională? *(marcaţi un singur răspuns, încercuind cifra alăturată)*

Da	1
Nu	2
Mi-i dificil să răspund	9

Q5. Care din următoarele afirmaţii te caracterizează ca student? *(marcaţi cîte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)*

	Da	*Nu*
Succesul este determinat de eforturi regulate şi de metode eficiente de lucru	1	2
Particip la diferite activităţi în cadrul facultăţii care contribuie la formarea mea ca specialist	1	2
Studiez desinestător unele discipline care îmi vor fi utile în pregătirea mea profesională	1	2
Lucru împreună cu colegii, în echipă	1	2
Am destulă voinţă de a învăţa fără ca cineva să îmi amintească de aceasta	1	2
Când profesorul adresează o întrebare grupei, eu răspund indiferent de nivelul de cunoştinţe	1	2
Niciodată nu voi deveni un specialist performant, de aceea nu depun efort în pregătirea mea	1	2
Mă strădui să găsesc soluţia optimă la problemele formulate de profesori	1	2

Q6.Cât timp petreci, în mediu pe parcursul unei zilei, pentru pregătirea către lecţii? _____*ore*

Q7. Care sunt formele de lucru utilizate cel mai des de Dvs. în ceea ce priveşte pregătirea profesională? *(marcaţi cîte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)*

	Da	*Nu*
Pregătirea la bibliotecă	1	2
Cercetări individuale	1	2
Lucru la computer	1	2
Lucru împreună cu colegii, în echipă	1	2

Q8. Ce mijloace instructiv-educaţionale preferi să utilizezi la studierea cursurilor? *(marcaţi câte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)*

	Da	*Nu*
Manualul	1	2
Programe computerizate/software educaţional	1	2
Material conspectat	1	2
Culegeri de probleme cu modele de rezolvare	1	2

Q9. În ce măsură consideri că este necesară utilizarea software-ului educaţional în pregătirea profesională în cadrul universităţii?

1. În mare măsură 2. În mică măsură 3. Deloc

Q10. În ce măsură sunteţi de acord cu următoarele afirmaţii? *(marcaţi pe linie cîte un răspuns)*

	În mare măsură	*În mică măsură*	*Deloc*	*Nu ştiu/ nu pot răspunde*
Accesul permanent la computer sporeşte calitatea asimilării materialului predat de profesor	1	2	3	4
Software-ul educaţional interactive contribuie la formarea profesională într-un timp scurt	1	2	3	4

Nivelul de utilizare a software-ului educaţional în cadrul universităţii reprezintă un indicator al modernizării învăţământului	1	2	3	4
Software-ul educaţional contribuie la motivarea mea de a căuta informaţie suplimentară	1	2	3	4

Q11. Care din următoarele afirmaţii Vă caracterizează în perioada sesiunilor de examinare? *(marcaţi câte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)*	*Da*	*Nu*
Învăţ pentru a deveni un bun profesionist, indiferent de nota luată la examen	1	2
Învăţ pentru a lua o notă de trecere la examen	1	2
Învăţ pentru a lua note mari la examen	1	2
Gândul despre un examen care urmează să-l susţin, mă nelinişteşte	1	2
Dacă este posibil, la examene folosesc material suplimentar interzis (fiţuici, conspecte, formule)	1	2
Înainte de examen nu pot adormi	1	2
În timpul evaluărilor sunt nervos	1	2
Cât nu m-aş strădui, nu pot lua note mari la disciplinele informatice	1	2

Q12. Cât de des Dvs practicaţi următoarele activităţi cu referire la pregătirea Dvs. pentru cursuri/lecţii? *(marcaţi cîte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)*	*Zilnic*	*O dată – de două ori pe săptămână*	*O dată în lună*	*O dată semestru*	*Nicio dată*
Lucru individual	1	2	3	4	9
Discuţii în afara lucrului individual şi a orelor	1	2	3	4	9
Consultaţii planificate	1	2	3	4	9
Consultarea software-urilor educaţionale	1	2	3	4	9

Q13. În care din următoarele situaţii vă este stimulată creativitatea Dvs.? *(marcaţi pe linie cîte un răspuns)*	*Da, de fiecare dată*	*Da, în unele situaţii*	*Nu*	*Mi-i dificil să răspund*
Curs/prelegere	1		2	3
Seminar	1		2	3
Laborator	1		2	3
Lucru individual	1		2	3
Consultarea software-lor educaţionale	1	2	3	4

Q14. În opinia Dvs., tehnologiile de evaluare utilizate de profesorii care Vă predau se centrează pe ...?
(marcaţi un singur răspuns)

Doar pe evaluarea competenţelor	1
Doar pe cunoştinţele acumulate	2
Ambele sunt evaluate	3

Q15. În ce măsură sunt eficiente ...? *(marcaţi câte un răspuns pe fiecare linie)*	*În foarte mare măsură*	*În mare măsură*	*În mică măsură*	*Deloc*	*Dificil de răspuns*
Metodele utilizate în evaluarea finală	1	2	3	4	9
Formele de evaluare finală	1	2	3	4	9
Testele utilizate în evaluarea finală	1	2	3	4	9
Software educaţionale de evaluare	1	2	3	4	9

DATE SOCIO-DEMOGRAFICE

Va rugam să introduceţi mai jos unele informaţii:

E1. Vârsta: |__|__|

E2. Anul de studii: |__|__|

E3. Sexul

Masculin	1	Feminin	2

E4. Instituţia absolvită:

Şcoala medie	1
Liceu	2
Colegiu	3
Altceva	4

E5. Nota medie obţinută la ultima sesiune de examene |__|__|

E6. Lucraţi în domeniul informaticii?

Da	1
Nu	2

Anexa 7.
Prelucrarea răspunsurile la chestionarul Nr.1

Q1. În ce măsură vă place domeniul informaticii?

Tabelul A7.1 a)

Variante răspuns	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
în foarte mare măsură	18	32,1	32,1	32,1
în mare măsură	32	57,1	57,1	89,3
în mică măsură	4	7,1	7,1	96,4
deloc	1	1,8	1,8	98,2
dificil de răspuns	1	1,8	1,8	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Tabelul A7.1 b)

		În ce măsură va place domeniul informaticii?									
		în foarte mare măsură		*în mare măsură*		*în mică măsură*		*Deloc*		*Dificil de răspuns*	
		Row %	Col %	Row %	Col %	Row %	Col %	Row %	Col %	Row %	Col %
Tipul grupului	experiment	31,3	55,6	56,3	56,3	12,5	100,0	0	0	0	0
	control	33,3	44,4	58,3	43,8	0	0	4,2	100,0	4,2	100,0
Sex	Masculin	39,4	76,5	51,5	58,6	9,1	75,0	0	0	0	0
	Feminin	21,1	23,5	63,2	41,4	5,3	25,0	5,3	100,0	5,3	100,0
Instituţia absolvită	şcoala medie	100,0	5,6	100,0	6,3						
	liceu	37,8	94,4	51,1	71,9	6,7	75,0	2,2	100,0	2,2	100,0
	colegiu			85,7	18,8	14,3	25,0				
	alltceva			100,0	3,1						
Lucraţi în domeniul informaticii	da	66,7	33,3	33,3	9,7						
	nu	26,1	66,7	60,9	90,3	8,7	100,0	2,2	100,0	2,2	100,0

Tabelul A7.1 c)

		În ce măsură va place domeniul informaticii?				
		În foarte mare măsură	*În mare măsură*	*În mică măsură*	*Deloc*	*Dificil de răspuns*
Tipul grupului	experiment	31,3%	56,3%	12,5%		
	control	33,3%	58,3%		4,2%	4,2%
Sex	Masculin	39,4%	51,5%	9,1%		
	Feminin	21,1%	63,2%	5,3%	5,3%	5,3%
Lucrati in domeniul informaticii	da	66,7%	33,3%			
	nu	26,1%	60,9%	8,7%	2,2%	2,2%

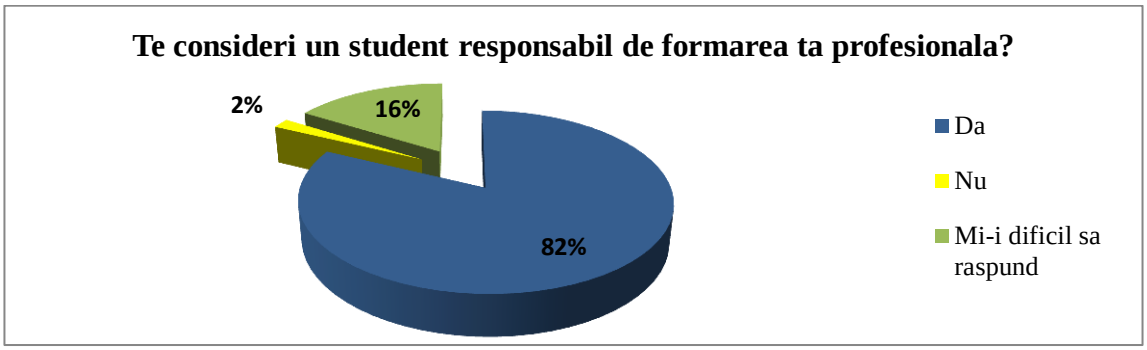
Tabelul A7.2

	Da		**Nu**	
Q2. De ce aţi ales informatica ca domeniu de pregătire universitară?	Count	%	Count	%
Lumea informaticii este plină de miracole	40	74,1%	14	25,9%
Poţi să descoperi lucruri noi	50	92,6%	4	7,4%
Consider că profesia de informatician este foarte atractiv	47	85,5%	8	14,5%
Profesia de informatician este bine plătită.	49	90,7%	5	9,3%
La aceasta specialitate sunt discipline atractive ce m-au atras.	44	83,0%	9	17,0%
Am siguranţa de a fi angajat in cimpul muncii.	40	75,5%	13	24,5%
M-au sfătuit, părinţii, prietenii, persoane de încredere.	26	49,1%	27	50,9%

Tabelul A7.4

Q4. Te consideri un student responsabil de formarea ta profesionala?	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Da	46	82,1	82,1	82,1
Nu	1	1,8	1,8	83,9
Mi-i dificil sa răspund	9	16,1	16,1	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Fig. A7.4 Divizarea răspunsurilor studenţilor la întrebarea „*Te consideri un student responsabil de formarea ta profesionala?*”



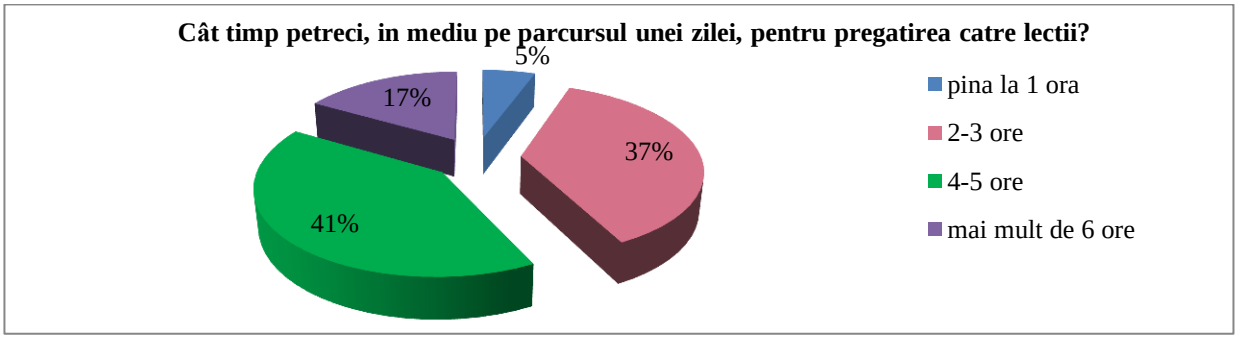
Tabelul A7.5

Q5. Care din următoarele afirmaţii te caracterizează ca student?	Da		Nu	
	Count	%	Count	%
Succesul este determinat de eforturi regulate si de metode eficiente de lucru.	48	87,3	7	12,7
Particip la diferite activităţi în cadrul facultăţii care contribuie la formarea mea ca specialist	5	9,8	46	90,2
Studiez desinestătător unele discipline care îmi vor fi utile in pregătirea mea profesională	44	83,0	9	17,0
Lucru împreună cu colegii, in echipa	30	57,7	22	42,3
Am destula voinţă de a învăţa fără ca cineva să-mi amintească de aceasta	50	90,9	5	9,1
Cînd profesorul adresează o întrebare grupei, eu răspund indiferent de nivelul de cunoştinţe	5	9,6	47	90,4
Niciodată nu voi deveni un specialist performant, de aceea nu depun efort în pregătirea mea	3	5,8	49	94,2
Mă strădui să găsesc soluţia optimă la problemele formulate de profesori	48	88,9	6	11,1

Tabelul A7.6

Q6.Cât timp petreci, în mediu pe parcursul unei zilei, pentru pregătirea către lecţii?	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
pînă la 1 oră	3	5,4	5,4	5,4
2-3 ore	20	35,7	35,7	41,1
4-5 ore	22	39,3	39,3	80,4
mai mult de 6 ore	9	16,1	16,1	96,4
NR	2	3,6	3,6	100,0
Total	56	100,0	100,0	

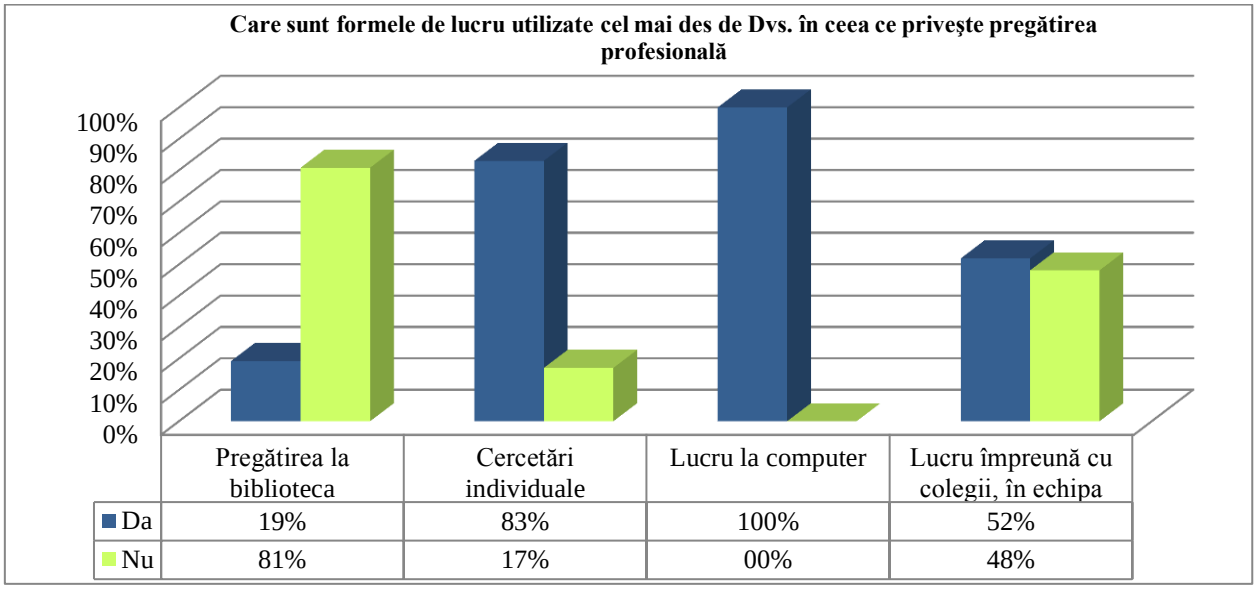
Fig. A7.6 Divizarea răspunsurilor studenţilor la întrebarea „*Cît timp petreci, în mediu pe parcursul unei zilei, pentru pregătirea către lecţii?*”



Tabelul A7.7

Q7. Care sunt formele de lucru utilizate cel mai des de Dvs. în ceea ce priveşte pregătirea profesională?	Da		Nu	
	Count	%	Count	%
Pregătirea la biblioteca	10	19,2	42	80,8
Cercetări individuale	44	83,0	9	17,0
Lucru la computer	55	100,0		
Lucru împreună cu colegii, în echipă	27	51,9	25	48,1

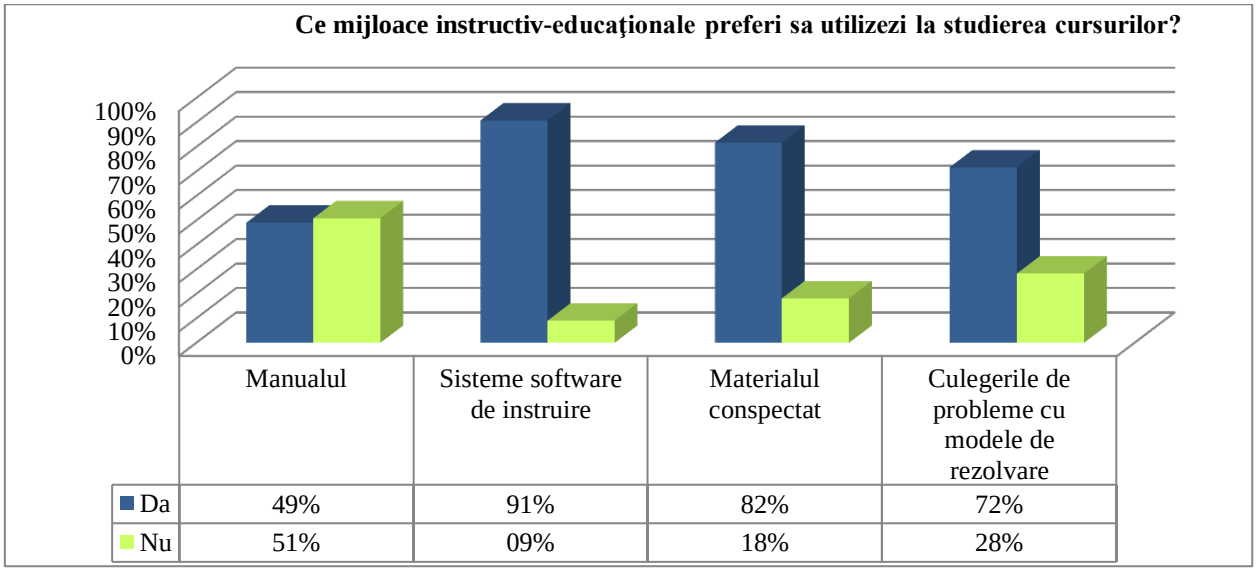
Fig. A7.7. Divizarea răspunsurilor studenţilor la întrebarea „*Care sunt formele de lucru utilizate cel mai des de Dvs. în ceea ce priveşte pregătirea profesională?”*



Tabelul A7.8

Q8.Ce mijloace instructiv-educaţionale preferi să utilizezi la studierea cursurilor?	Da		Nu	
	Count	%	Count	%
Manualul	26	49,1	27	50,9
Programe computerizate/software educaţional	50	90,9	5	9,1
Material conspectat	45	81,8	10	18,2
Culegeri de probleme cu modele de rezolvare	38	71,7	15	28,3

Fig. A7.8. Divizarea răspunsurilor studenţilor la întrebarea „*Ce mijloace instructiv-educaţionale preferi sa utilizezi la studierea cursurilor?”*



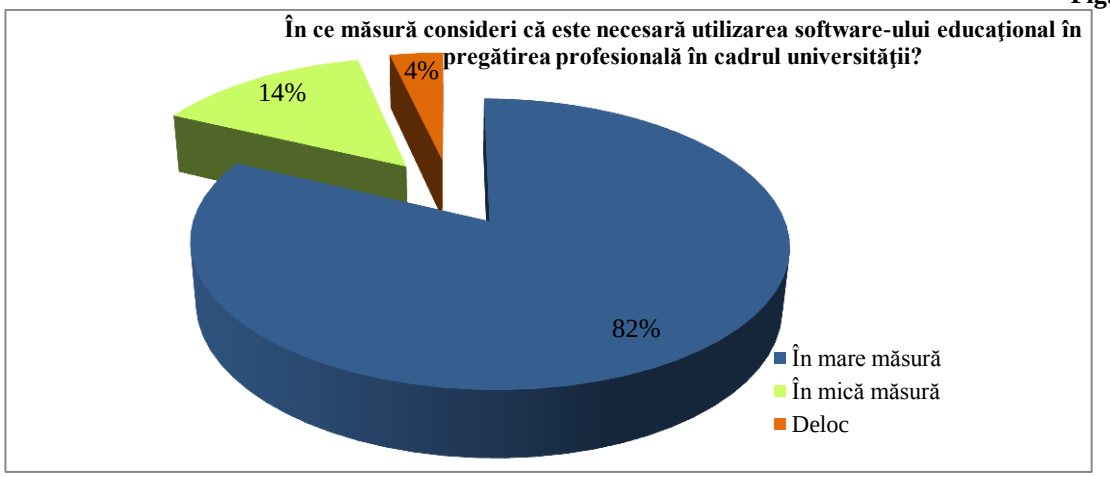
Tabelul A7.8.1

Programe computerizate/software educaţional			Da	Nu
Tipul grupului	experiment	Row %	93,8%	6,3%
	control	Row %	87,0%	13,0%
Sex	Masculin	Row %	84,8%	15,2%
	Feminin	Row %	100,0%	
Lucraţi în domeniul informaticii	da	Row %	88,9%	11,1%
	nu	Row %	91,3%	8,7%

Tabelul A7.9. Răspunsurile studenţilor

Q9. În ce măsură consideri că este necesară utilizarea software-ului educaţional în pregătirea profesională în cadrul universităţii?	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
în mare măsură	46	82,1	82,1	82,1
în mică măsură	8	14,3	14,3	96,4
NR	2	3,6	3,6	100,0
Total	56	100,0	100,0	

Fig. A7.9



Tabelul A7.10 a)

Q10. În ce măsură sunteţi de acord cu următoarele afirmaţii?	în mare măsură		În mica măsură		Deloc		Nu ştiu/ nu pot răspunde	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
Accesul permanent la computer sporeşte calitatea asimilării materialului predat de profesor	43	78,2	10	18,2	1	1,8	1	1,8
Software-ul educaţional interactive contribuie la formarea profesionala într-un timp scurt	38	69,1	15	27,3			2	3,6
Nivelul de utilizare a software-ului educaţional în cadrul universităţii reprezintă un indicator al modernizării învăţământului	39	70,9	14	25,5	1	1,8	1	1,8
Software-ul educaţional contribuie la motivarea mea de a căuta informaţie suplimentară	24	45,3	25	47,2	3	5,7	1	1,9

Tabelul A7.10 b)

Software-ul educaţional contribuie la motivarea mea de a căuta informaţie suplimentară			*în mare măsură*	*în mică măsură*	*Deloc*	*nu ştiu/ nu pot răspunde*
Tipul grupului	experiment	Row %	61,3%	32,3%	6,5%	
	control	Row %	22,7%	68,2%	4,5%	4,5%
Sex	Masculin	Row %	36,4%	54,5%	9,1%	
	Feminin	Row %	58,8%	35,3%		5,9%
Lucraţi în domeniul informaticii	da	Row %	33,3%	44,4%	22,2%	
	nu	Row %	47,7%	47,7%	2,3%	2,3%
Cît timp petreci, în mediu pe parcursul unei zilei, pentru pregătirea către lecţii?	pînă la 1 ora	Row %	33,3%	33,3%	33,3%	
	2-3 ore	Row %	31,6%	52,6%	10,5%	5,3%
	4-5 ore	Row %	52,4%	47,6%		
	mai mult de 6 ore	Row %	66,7%	33,3%		
	NR	Row %		100,0%		

Tabelul A7.12 a)

Q12. Cât de des Dvs practicaţi următoarele activităţi cu referire la pregătirea Dvs. pentru cursuri/lecţii?	*Zilnic*		*1-2ori pe săptămînă*		*o data in luna*		*O data semestru*		*Niciodată*	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
Lucru individual	19	35,2	29	53,7	5	9,3	1	1,9		
Discuţii în afara lucrului individual şi a orelor	23	42,6	20	37,0	6	11,1	3	5,6	2	3,7

Consultaţii planificate	1	1,9	11	20,4	11	20,4	15	27,8	16	29,6
Consultarea software-urilor educaţionale	14	25,9	25	46,3	8	14,8	4	7,4	3	5,6

Tabelul A7.12 b) Răspunsurile studenţilor

Cît de des consultaţi software-urilor de instruire la pregătirea Dvs. pentru cursuri/lecţii?		**Zilnic**	**1-2ori pe săptămînă**	**O dată în lună**	**O dată semestru**	**Niciodată**
		25,9%	**46,3%**	**14,8%**	**7,4%**	**5,6%**
Sexul	Masculin	18,2%	48,5%	18,2%	6,1%	9,1%
	Feminin	44,4%	33,3%	11,1%	11,1%	0%
Lucraţi în domeniul informaticii?	da	44,4%	33,3%	11,1%	0%	11,1%
	nu	22,2%	48,9%	15,6%	8,9%	4,4%
Cît timp petreci, în mediu pe parcursul unei zile, pentru pregătirea către lecţii?	pînă la 1 oră	33,3%	33,3%	33,3%	0%	0%
	2-3 ore	26,3%	42,1%	21,1%	5,3%	5,3%
	4-5 ore	13,6%	59,1%	9,1%	9,1%	9,1%
	mai mult de 6 ore	55,6%	33,3%	0%	11,1%	0%
	NR	100,%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabelul A7.12 c)

Consultarea software-urilor educaţionale			*Zilnic*	*1-2ori pe săptămînă*	*o dată în lună*	*O dată semestru*	*Niciodată*
Tipul grupului	experiment	Row %	21,9%	50,0%	18,8%	6,3%	3,1%
	control	Row %	31,8%	40,9%	9,1%	9,1%	9,1%
Sex	Masculin	Row %	18,2%	48,5%	18,2%	6,1%	9,1%
	Feminin	Row %	44,4%	33,3%	11,1%	11,1%	
Lucraţi în domeniul informaticii	da	Row %	44,4%	33,3%	11,1%		11,1%
	nu	Row %	22,2%	48,9%	15,6%	8,9%	4,4%
Cit timp petreci, în mediu pe parcursul unei zilei, pentru pregătirea către lecţii?	pina la 1 ora	Row %	33,3%	33,3%	33,3%		
	2-3 ore	Row %	26,3%	42,1%	21,1%	5,3%	5,3%
	4-5 ore	Row %	13,6%	59,1%	9,1%	9,1%	9,1%
	mai mult de 6 ore	Row %	55,6%	33,3%		11,1%	
	NR	Row %			100,0%		

Anexa 8.

Date statistice referitoare la componenţa eşantioanelor din perioada 2014-2015.

Componenţa eşantioanelor experimental şi de control, din cadrul perioadei 2014-2015, la începutul experimentului pedagogic. Pentru fiecare student a fost calculată nota medie la disciplinele informatice studiate pînă la studierea disciplinei „Inteligenţa artificială”.

		NOTE ACUMULATE							
		ANUL I 2013-2014			ANUL II 2014-2015				
		Ses._iarna		vara	Ses._iarnă				
		6 cred	6 cred	5 cred	6 cred	6 cred	6 cred	4 cred	
Nr. de rând	Cod_Student	Arhitectura calculatorului şi sisteme de operare	Fundamentele programării	Tehnici de programare	Programare în reţea	Baze de date	Reţele de calculatoare	Programare orientată obiect	NOTA MEDIE
Eşantion experimental (X)									
1	B.D.	6	5	5	6	0	0	0	3,14
2	B.P.	5	5	5	7	6	8	5	5,86
3	B.G.	8	9	7	6	6	6	6	6,86
4	B.V.	7	7	7	7	7	6	6	6,71
5	C.E.	9	10	9	9	9	7	7	8,57
6	C.D.	9	7	7	8	7	7	7	7,43
7	C.V.	7	7	5	6	6	6	6	6,14
8	C.I.	8	7	6	8	7	6	6	6,86
9	D.A.	9	9	9	9	9	7	10	8,86
10	G.C.	7	6	5	6	0	6	5	5,00
11	G.S.	7	8	6	6	6	7	5	6,43
12	H.I.	9	10	10	9	9	8	10	9,29
13	I.N.	10	10	10	8	9	8	9	9,14
14	I.A.	9	9	9	8	8	0	8	7,29
Eşantion de control (Y)									
1		10	10	9	10	9	7	9	9,14
2	L.E.	9	8	8	8	8	7	7	7,86
3	L.V.	7	7	6	6	0	6	0	4,57
4	L.A.	6	9	7	0	0	0	0	3,14
5	M.D.	10	10	10	8	9	7	10	9,14
6	P.G.	10	9	10	5	6	6	8	7,71
7	P.M.	8	9	9	8	7	6	6	7,57
8	R.A.	7	5	7	5	0	6	0	4,29
9	S.M.	9	10	10	8	2	6	10	7,86
10	Ş.M.	9	10	9	7	5	6	9	7,86
11	S.D.	10	10	10	8	8	6	10	8,86
12	T.A.	6	5	6	6	6	6	0	5,00

Anexa 9.

Calcule referitoare la omogenitatea eşantioanelor din perioada 2014-2015

Criteriul Cramer-Welch

Grupa experimentală (X)			*Grupa de control (Y)*		
Nr.dr.	***Cod student***	***Nota medie obţinută***	***Nr.dr.***	***Cod student***	***Nota medie obţinută***
1.	**B.D.**	3,14	1.	**L.E.**	9,14
2.	**B.P.**	5,86	2.	**L.V.**	7,86
3.	**B.G.**	6,86	3.	**L.A.**	4,57
4.	**B.V.**	6,71	4.	**M.D.**	3,14
5.	**C.E.**	8,57	5.	**P.G.**	9,14
6.	**C.D.**	7,43	6.	**P.M.**	7,71
7.	**C.V.**	6,14	7.	**R.A.**	7,57
8.	**C.I.**	6,86	8.	**S.M.**	4,29
9.	**D.A.**	8,86	9.	**Ş.M.**	7,86
10.	**G.C.**	5,00	10.	**S.D.**	7,86
11.	**G.S.**	6,43	11.	**T.A.**	8,86
12.	**H.I.**	9,29	12.	**V.V.**	5,00
13.	**I.N.**	9,14			
14.	**I.A.**	7,29			

Nr. de studenţi	***N(x)***	14	**N(y)**	12
Nota medie	***M(x)***	*6,97*	**M(y)**	6,92
Dispersia	***D(x)***	*2,88*	**D(y)**	*4,34*
Suma pătratelor abaterilor		*37,39*		47,73
Valoarea minimă	***Min(x)***	*3,14*	***Min(y)***	*3,14*
Valoarea maximă	***Max(x)***	*9,29*	***Max(y)***	9,14
SUMA	***S(x)***	*97,58*	***S(y)***	83,00
Valoarea empirică	***T***	**0,07**		

Anexa 10.

Calcule referitoare la omogenitatea eşantioanelor din perioada 2014-2015.

Testul U a lui Mann-Whitney

Tipul eşant.	**Nr.de rând**	***Cod student***	***Nota medie obţinută***	**Ordinea**	**Rang**
1	1	**B.D.**	3,14	1	1,5
1	2	**B.P.**	5,86	7	7
1	3	**B.G.**	6,86	11	11,5
1	4	**B.V.**	6,71	10	10
1	5	**C.E.**	8,57	20	20
1	6	**C.D.**	7,43	14	14
1	7	**C.V.**	6,14	8	8
1	8	**C.I.**	6,86	12	11,5
1	9	**D.A.**	8,86	21	21,5
1	10	**G.C.**	5,00	5	5,5
1	11	**G.S.**	6,43	9	9
1	12	**H.I.**	9,29	26	26
1	13	**I.N.**	9,14	23	24
1	14	**I.A.**	7,29	13	13
2	15	**L.E.**	9,14	24	24
2	16	**L.V.**	7,86	17	18
2	17	**L.A.**	4,57	4	4
2	18	**M.D.**	3,14	2	1,5
2	19	**P.G.**	9,14	25	24
2	20	**P.M.**	7,71	16	16
2	21	**R.A.**	7,57	15	15
2	22	**S.M.**	4,29	3	3
2	23	**Ş.M.**	7,86	18	18
2	24	**S.D.**	7,86	19	18
2	25	**T.A.**	8,86	22	21,5
2	26	**V.V.**	5,00	6	5,5
Tipul eşantionului		***experimental***	1	***de control***	2
Volumul eşantionului		$N_1(X)$	14	$N_2(Y)$	12
Suma rangurilor		$T_1(X)$	182,5	$T_2(Y)$	168,5
		W_1	90,5	W_2	77,5
Valoarea empirică		***U***	**77,5**		
Valoarea critică		***Ucr.*(0,05)**	41-50		

Anexa 11.
Date statistice referitoare la componenţa EE din perioada 2015-2016

Componenţa eşantionului experimental la începutul experimentului pedagogic din cadrul perioadei 2015-2016. Pentru fiecare student a fost calculată nota medie la disciplinele informatice studiate pînă la studierea disciplinei „Inteligenţa artificială”.

		NOTE ACUMULATE									NOTA MEDIE
		ANUL I 2014_2015					ANUL II 2015-2016				
		S_iarna		Ses_vară			Ses_iarnă				
		6 cred	6 cr	6 cr	3 cr	5 cr	6 cr	6 cr	6 cr	4 cred	
Nr.	Cod_Student	Arhitectura calculatorului și sisteme de operare	Fundamentele programării	Limbaje de marcare	Sisteme de operare	Tehnici de programare	Programare în rețea	Baze de date	Rețele de calculatoare	Programare orientată obiect	
Eşantion experimental (X)											
1	A.M.	5	7	5	6	5	5,0	5,0	4,0	3,0	5,00
2	B.I.	6	6	5	5	5	5,0	5,0	3,0	5,0	5,00
3	B.S.	6	6	9	6	5	7,0	6,2	2,0	6,2	5,93
4	B.A.	7	5	5	8	7	5,0	5,0	5,6	2,0	5,51
5	B.D.	7	8	9	8	7	7,6	7,6	6,2	7,2	7,51
6	B.R.	6	6	8	10	6	7,0	8,6	8,2	6,2	7,33
7	B.V.	7	9	8	10	8	7,0	8,2	8,2	6,6	8,00
8	B.N.	6	5	6	5	6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,33
9	C.V.	9	9	10	8	8	10,0	9,6	7,6	8,2	8,82
10	D.C.	8	8	8	9	8	8,6	8,8	8,8	9,2	8,49
11	D.E.	10	8	8	9	8	9,2	8,2	6,6	9,6	8,51
12	G..A.	5	6	6	5	5	6,4	3,0	3,0	6,2	5,07
13	Gl.A.						8,2	7,2	5,6	6,4	6,85
14	H.S.	8	8	8	8	8	7,8	8,4	8,8	5,0	7,78
15	L.M.	5	5	7	6	5	5,0	5,0	3,0	5,0	5,11
16	L.A.	10	10	10	10	10	10,0	10,0	7,2	10,0	9,69
17	M.V.	9	10	9	9	9	9,6	8,6	7,2	9,0	8,93
18	Mg.V.	5	9	7	6	7	5,0	2,0	3,0	2,0	5,11
19	M.A.	7	8	6	6	6	6,8	5,6	6,0	6,6	6,44
20	N.T.	8	8	9	9	8	8,6	9,6	7,2	7,6	8,33
21	N.I.	10	9	9	8	9	7,6	2,0	3,0	7,8	7,27
22	O.S.	10	8	8	9	8	9,2	8,2	6,6	9,6	8,51
23	R.A.	8	7	9	9	7	9,0	7,8	7,2	8,6	8,07
24	R.C.	8	8	10	10	9	9,6	8,6	7,6	8,6	8,82
25	S.I.	5	5	6	6	5	5,0	2,0	5,0	5,0	4,89
26	S.S.	6	6	6	6	5	5,0	2,0	2,0	2,0	4,44
27	S.V.	6	9	9	8	8	8,2	3,0	3,0	5,0	6,58
28	S.G.	5	5	6	5	5	5,0	5,0	3,0	3,0	4,67
29	T.C.	10	7	9	9	7	8,6	9,6	9,4	7,6	8,58
30	V.A.	6	6	0	7	5	5,0	4,0	3,0	5,0	4,56
31	V.O.	5	6	6	8	5	7,6	3,0	5,8	5,0	5,71
32	Vs.I.	5	5	6	6	5	5,0	2,0	2,0	2,0	4,22
33	V.I.	6	8	8	7	8	8,6	8,8	8,8	9,2	8,04
34	Z.A.	10	9	9	9	8	9,6	9,6	8,8	8,2	9,02

Anexa 12.

Date statistice referitoare la componenţa EC din perioada 2015-2016

Componenţa eşantionului de control la începutul experimentului pedagogic în cadrul perioadei 2015-2016. Pentru fiecare student a fost calculată nota medie la disciplinele informatice studiate pînă la studierea disciplinei „Inteligenţa artificială”.

Nr.	Cod_Student	NOTE ACUMULATE									NOTA MEDIE
		ANUL I 2014_2015					ANUL II 2015-2016				
		S_iarna		Ses_vară			Ses_iarnă				
		6 cred	6 cr	6 cr	3 cr	5 cr	6 cr	6 cr	6 cr	4 cred	
		Arhitectura calculatorului și sisteme de operare	Fundamentele programării	Limbaje de marcare	Sisteme de operare	Tehnici de programare	Programare în rețea	Baze de date	Rețele de calculatoare	Programare orientată obiect	
Eşantion de control (Y)											
1	A.I.	8	7	7	7	8	5,0	6,6	7,2	7,6	7,04
2	B.I.	10	8	9	9	6	0,0	0,0	5,0	5,6	5,84
3	B.D.	10	8	10	9	10	10,0	6,2	7,2	8,6	8,78
4	B.A.	9	9	8	8	6	7,0	7,8	7,2	7,0	7,67
5	B.As.	7	8	8	8	8	7,0	7,0	6,2	6,2	7,27
6	B.C.	9	6	7	9	7	5,0	7,2	7,2	8,6	7,33
7	B.O.	8	9	8	8	8	7,0	9,0	7,2	8,6	8,09
8	C.N.	10	10	9	10	10	8,6	10,0	7,8	8,0	9,27
9	C.E.	9	9	10	9	9	9,2	8,2	8,2	9,0	8,96
10	C.V.	9	10	10	9	10	8,6	8,6	8,2	10,0	9,27
11	D.V	6	5	6	6	5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,11
12	G.V.	9	8	9	8	9	6,8	8,2	7,2	7,0	8,02
13	G.D.	5	7	6	8	6	5,6	6,2	6,2	6,8	6,31
14	H.I.	7	7	0	9	8	8,4	6,0	6,2	6,6	6,47
15	I.B.	5	6	6	6	5	0,0	5,0	5,4	5,0	4,82
16	I.M.	6	6	5	5	0	5,6	0,0	0,0	0,0	3,07
17	I.D.	10	10	10	10	10	10,0	9,4	8,2	9,6	9,69
18	L.V.	5	6	6	6	5	6,0	5,0	6,0	7,6	5,84
19	L.C.	8	8	7	8	8	7,0	8,4	7,2	8,6	7,80
20	M.N.	9	8	7	9	8	6,6	7,6	6,6	8,6	7,82
21	M.D.	8	9	10	10	0	9,6	9,0	8,2	9,6	8,16
22	M.V.	9	9	9	9	9	9,6	8,2	7,4	9,6	8,87
23	P.S.	8	6	8	7	8	7,6	7,6	7,2	9,0	7,60
24	S.C.	9	8	10	10	9	9,2	8,2	7,2	9,0	8,84
25	Ş.G.	7	7	4	6	0	0,0	0,0	0,0	6,6	3,40
26	S.Cn.	7	7	5	8	0	0,0	7,8	7,2	6,6	5,40
27	T.V.	9	8	7	8	8	6,8	8,6	7,2	9,6	8,02
28	U.A.	10	9	10	10	0	9,0	8,4	7,8	10,0	8,24
29	V.C.	7	7	6	6	0	6,6	5,8	6,6	6,2	5,69
30	V.S.	8	6	6	7	6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,67
31	Z.M.	5	5	6	6	5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,00

Anexa 13.

Calcule referitoare la distribuţia nivelurilor de performanţă vizând cunoştinţele la etapa de constatare (%) pe perioadele experimentului

Nivel de performanţă	Calificativ			Perioada 2014-2015						Perioada 2015-2016					
				Eşantion control			Eşantion experiment			Eşantion experiment(IA21)			Eşantion de control(I21)		
	ECTS	Naţional		studenţi	%	%nivel	studenţi	%	%nivel	studenţi	%	%nivel	studenţi	%	%nivel
Insuficient	FX	Nesatisfăcător	3,01-4,99	3	25,00%	25,00%	1	7,14%	7,14%	5	14,71%	14,71%	6	19,35%	19,35%
Minim	E	Slab	5,00-6,00	1	8,33%		2	14,29%		9	26,47%		4	12,90%	
	D	Satisfăcător	6,01-7,00	0	0,00%	8,33%	5	35,71%	50,00%	3	8,82%	35,29%	2	6,45%	19,35%
Mediu	C	Bine	7,01-8,00	5	41,67%		2	14,29%		5	14,71%		7	22,58%	
	B	Foarte bine	8,01-9,00	1	8,33%	50,00%	2	14,29%	28,57%	10	29,41%	44,12%	9	29,03%	51,61%
Superior	A	Excelent	9,01-10,00	2	16,67%	16,67%	2	14,29%	14,29%	2	5,88%	5,88%	3	9,68%	9,68%
Numărul total de studenţi				12	100%	100%	14	100%	100%	34	100%	100%	31	100%	100%

Anexa 14.

Calcule referitoare la omogenitatea eşantioanelor, perioada 2015-2016.

Statistica datelor obţinută prin aplicarea testului *t Student* în grupele I21 şi IA21.

Grupa experimentală (X)			***Grupa de control (Y)***	
grupaIA21			**grupaI21**	
Nr. de studenţi	N(X)	34	N(Y)	31
Nota medie	M(X)	6,83	M(Y)	6,88
Suma pătratelor abaterilor standard		93,32		122,53
Dispersia	D(X)	2,83	D(Y)	4,08
Valoarea minimă	Min(X)	4,22	Min(Y)	3,00
Valoarea maximă	Max(X)	9,69	Max(Y)	9,69
Suma	S(X)	232,14	S(Y)	213,36
Valoarea empirică	**t**			**0,12**

Statistica datelor obţinută prin aplicarea testului *U Mann - Whitney* în grupele I21 şi IA21.

Tipul eşant.	***Cod student***	***Nota medie obţinută***	***Ordinea***	***Rang***	***Tipul eşant.***	***Cod student***	***Nota medie obţinută***	***Ordinea***	***Rang***
1	A.M.	5,00	12	12,5	2	A.I.	7,04	30	30
1	B.I.	5,00	13	12,5	2	B.I.	5,84	22	22,5
1	B.S.	5,93	24	24	2	B.D.	8,78	54	54
1	B.A.	5,51	19	19	2	B.A.	7,67	37	37
1	B.D.	7,51	35	35	2	B.As.	7,27	32	31,5
1	B.R.	7,33	33	33,5	2	B.C.	7,33	34	33,5
1	B.V.	8,00	41	41	2	B.O.	8,09	46	46
1	B.N.	5,33	17	17	2	C.N.	9,27	62	62,5
1	C.V.	8,82	56	55,5	2	C.E.	8,96	60	60
1	D.C.	8,49	50	50	2	C.V.	9,27	63	62,5
1	D.E.	8,51	51	51,5	2	D.V	3,11	3	3
1	G..A.	5,07	14	14	2	G.V.	8,02	42	42,5
1	Gl.A.	6,85	29	29	2	G.D.	6,31	25	25
1	H.S.	7,78	38	38	2	H.I.	6,47	27	27
1	L.M.	5,11	15	15,5	2	I.B.	4,82	10	10
1	L.A.	9,69	64	64,5	2	I.M.	3,07	2	2
1	M.V.	8,93	59	59	2	I.D.	9,69	65	64,5
1	Mg.V.	5,11	16	15,5	2	L.V.	5,84	23	22,5
1	M.A.	6,44	26	26	2	L.C.	7,80	39	39
1	N.T.	8,33	49	49	2	M.N.	7,82	40	40
1	N.I.	7,27	31	31,5	2	M.D.	8,16	47	47
1	O.S.	8,51	52	51,5	2	M.V.	8,87	58	58
1	R.A.	8,07	45	45	2	P.S.	7,60	36	36
1	R.C.	8,82	55	55,5	2	S.C.	8,84	57	57
1	S.I.	4,89	11	11	2	Ş.G.	3,40	4	4
1	S.S.	4,44	7	7	2	S.Cn.	5,40	18	18
1	S.V.	6,58	28	28	2	T.V.	8,02	43	42,5
1	S.G.	4,67	9	9	2	U.A.	8,24	48	48
1	T.C.	8,58	53	53	2	V.C.	5,69	20	20
1	V.A.	4,56	8	8	2	V.S.	3,67	5	5
1	V.O.	5,71	21	21	2	Z.M.	3,00	1	1
1	Vs.I.	4,22	6	6					
1	V.I.	8,04	44	44					
1	Z.A.	9,02	61	61					

Tipul eşantionului	***experimental***	1	***de control***	2
Volumul eşantionului	***N1(X)***	34	***N2(Y)***	31
Suma rangurilor	***T1(X)***	1093,5	***T2(Y)***	1051,5
	W1	555,5	***W2***	498,5
Valoarea empirică	***U***	**498,5**	Valoarea critică ***Ucr.*(0,05)**	349-401

Anexa 15.

Evidenţa statistică a rezultatelor obţinute la evaluări pe eşantioane, 2014-2015

Numele studenţilor au fost codificate pentru a respecta confidenţialitatea persoanelor incluse în experiment. Rezultatele obţinute la evaluări la inteligenţa artificială, exprimate în note.

		NOTE ACUMULATE									
		ANUL II 2014-2015									
Nr. de rând	Cod_Student	Testarea I	Testarea II	Lucru individual	EXAMEN	Nr. de rând	Cod_Student	Testarea I	Testarea II	Lucru individual	EXAMEN
Eşantion experimental (X)						Eşantion de control (Y)					
1	B.D.	5	6	7	**6**	1	L.E.	8	8	10	**8**
2	B.P.	6	7	9	**8**	2	L.V.	6	6	9	**7**
3	B.G.	6	7	8	**8**	3	L.A.	5	5	5	**6**
4	B.V.	6	7	8	**8**	4	M.D.	5	5	5	**5**
5	C.E.	9	10	10	**10**	5	P.G.	7	7	9	**7**
6	C.D.	6	8	10	**9**	6	P.M.	5	5	6	**7**
7	C.V.	6	7	7	**8**	7	R.A.	7	8	9	**7**
8	C.I.	5	5	6	**8**	8	S.M.	5	5	5	**5**
9	D.A.	9	9	10	**10**	9	Ş.M.	8	8	10	**8**
10	G.C.	5	5	5	**6**	10	S.D.	7	8	9	**8**
11	G.S.	5	6	9	**8**	11	T.A.	8	9	10	**10**
12	H.I.	8	9	10	**10**	12	V.V.	5	5	5	**5**
13	I.N.	8	8	10	**10**						
14	I.A.	7	8	9	**8**						
Media		**6,50**	**7,29**	**8,43**	**8,36**			**6,33**	**6,58**	**7,67**	**6,92**
M(X)		**8,36**				**M(Y)**		6,92			
D(X)		**1,79**				**D(Y)**		**2,27**			
T											**2,585**

Anexa 16.

Evidenţa statistică a rezultatelor obţinute la evaluări pe eşantioane, 2015-2016.

Numele studenţilor au fost codificate pentru a respecta confidenţialitatea persoanelor incluse în experiment. Rezultatele obţinute la evaluări la inteligenţa artificială, exprimate în note.

		NOTE ACUMULATE									
Nr. de rând	Cod_Student	Testarea I	Testarea II	Lucru individual	EXAMEN	Nr. de rând	Cod_Student	Testarea I	Testarea II	Lucru individual	EXAMEN
Eşantion experimental (X)						Eşantion de control (Y)					
1	A.M.	5	6	7	6	1	A.I.	7	5	7	7
2	B.I.	5	6	7	7	2	B.I.	5	5	6	6
3	B.S.	6	5	7	7	3	B.D.	9	9	9	9
4	B.A.	6	6	7	7	4	B.A.	7	5	9	7
5	B.D.	7	8	9	8	5	B.As.	6	6	5	6
6	B.R.	6	6	9	8	6	B.C.	7	7	8	7
7	B.V.	6	7	8	8	7	B.O.	8	7	9	6
8	C.V.	9	10	10	10	8	C.N.	9	9	9	9
9	B.N	8	9	9	9	9	C.E.	8	10	9	9
10	D.C.	7	8	9	9	10	C.V.	9	10	10	10
11	D.E.	8	8	9	9	11	D.V	3	4	4	4
12	G..A.	6	7	9	7	12	G.V.	6	7	9	7
13	Gl.A.	6	7	8	8	13	G.D.	6	5	6	5
14	H.S.	7	8	9	8	14	H.I.	6	8	7	7
15	L.M.	6	7	8	8	15	I.B.	5	5	5	5
16	L.A.	10	10	10	10	16	I.M.	5	5	5	5
17	M.V.	10	9	10	10	17	I.D.	9	10	10	10
18	Mg.V.	5	5	6	6	18	L.V.	5	5	5	5
19	M.A.	5	6	7	7	19	L.C.	7	9	9	8
20	N.T.	9	10	10	10	20	M.N.	8	6	8	6
21	N.I.	6	7	8	8	21	M.D.	9	8	10	9
22	O.S.	8	9	10	9	22	M.V.	9	10	10	9
23	R.A.	9	9	10	9	23	P.S.	7	7	8	7
24	R.C.	9	10	10	10	24	S.C.	9	9	9	9
25	S.I.	5	5	7	6	25	Ş.G.	5	5	5	5
26	S.S.	5	5	6	6	26	S.Cn.	5	5	7	6
27	S.V.	8	6	8	8	27	T.V.	6	8	7	7
28	S.G.	5	5	7	6	28	U.A.	9	9	9	9
29	T.C.	8	9	10	10	29	V.C.	6	5	5	6
30	V.A.	6	6	7	7	30	V.S.	5	5	5	5
31	V.O.	6	6	8	7	31	Z.M.	3	4	4	4
32	Vs.I.	5	5	6	6						
33	V.I.	7	7	8	8						
34	Z.A.	9	10	10	10						
Media		**6,85**	**7,26**	**8,32**	**8,00**			**6,71**	**6,84**	**7,35**	**6,90**
M(X)		**8,00**				**M(Y)**		**6,90**			
D(X)		**1,94**				**D(Y)**		**3,16**			
T		**2,74**									

Anexa 17.

Calcule referitoare la distribuţia nivelurilor de performanţă vizând cunoştinţele în urma testului final (%)

Nivel de performanţă	Calificativ			Perioada 2014-2015						Perioada 2015-2016					
				Eşantion control			Eşantion experiment			Eşantion experiment(IA21)			Eşantion de control(I21)		
	ECTS	Naţional		studenţi	%	%nivel	studenţi	%	%nivel	studenţi	%	%nivel	studenţi	%	%nivel
Insuficient	FX	Nesatisfăcător	3,01-4,99	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	0	0,00%	0,00%	2	6,45%	6,45%
Minim	E	Slab	5,00-6,00	4	33,33%		2	14,29%		6	17,65%		10	32,26%	
	D	Satisfăcător	6,01-7,00	4	33,33%	66,67%	0	0,00%	14,29%	7	20,59%	38,24%	3	9,68%	41,94%
Mediu	C	Bine	7,01-8,00	3	25,00%		7	50,00%		9	26,47%		6	19,35%	
	B	Foarte bine	8,01-9,00	0	0,00%	25,00%	1	7,14%	57,14%	5	14,71%	41,18%	6	19,35%	38,71%
Superior	A	Excelent	9,01-10,00	1	8,33%	8,33%	4	28,57%	28,57%	7	20,59%	20,59%	4	12,90%	12,90%
Numărul total de studenţi				12	100%	100%	14	100%	100%	34	100%	100%	31	100%	100%

Anexa 18. Grila chestionarului Nr.2

Chestionar de evaluare a strategiilor de predare – învăţare - evaluare şi a relaţionării profesor-student la disciplina *„Inteligenţa Artificială”*

Stimate student (ă)! S-a iniţiat un studiu cu privire la modalităţile de predare, învăţare şi evaluare utilizate în cadrul cursului „Inteligenţa Artificială”. Deoarece opinia Dvs. contează foarte mult, Vă rugăm să răspundeţi la următoarele întrebări obiectiv şi sincer la completarea chestionarului, care este anonim. Informaţia căpătată va fi folosită pentru îmbunătăţirea predării cursului. Chestionarul dat se completează în felul următor: se citesc întrebările cu variantele de răspuns, se ia în cerculeţ varianta (ele) de răspuns care corespund opiniei Dvs. Vă asigurăm confidenţialitatea răspunsurilor Dvs. Vă mulţumim anticipat!

Q1. În ce măsură vă place domeniul informaticii?

(marcaţi un singur răspund, încercuind cifra alăturată)

În foarte mare măsură	1	Deloc	4
În mare măsură	2	Dificil de răspuns	9
În mică măsură	3		

Q2.În ce măsură corespund aşteptările Dvs. privind calitatea studiilor la specialitatea Dvs.?

(marcaţi un singur răspuns, încercuind cifra alăturată)

În foarte mare măsură	1	Deloc	4
În mare măsură	2	Dificil de răspuns	9
În mică măsură	3		

Q3. Care sunt formele de lucru utilizate cel mai des de Dvs. în ceea ce priveşte pregătirea profesională? *(marcaţi câte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)*

	Da	*Nu*
Pregătirea la bibliotecă	1	2
Cercetări individuale	1	2
Lucru la computer	1	2
Lucru împreună cu colegii, în echipă	1	2
Altceva (indicaţi_____)	1	

Q4. Cât timp petreci, în mediu pe parcursul unei zilei, pentru pregătirea către lecţii? _____*ore*

Q5. În ce măsură consideri că este necesară utilizarea software-lui educaţional în pregătirea profesională în cadrul universităţii?

1. În mare măsură 2 În mică măsură 3. Deloc

Q6. În ce măsură sunteţi de acord cu următoarele afirmaţii? *(marcaţi pe linie cîte un răspuns)*

	În mare măsură	*În mică măsură*	*Deloc*	*Nu ştiu/nu pot răspunde*
Accesul permanent la computer sporeşte calitatea asimilării materialului predat de profesor	1	2	3	4
Software-ul educaţional interactive contribuie la formarea profesională într-un timp scurt	1	2	3	4
Nivelul de utilizare a software-urilor educaţionale în cadrul universităţii reprezintă un indicator al modernizării învăţământului	1	2	3	4
Software-ul educaţional contribuie la motivarea mea de a căuta informaţie suplimentară	1	2	3	4

Q7. Care din următoarele afirmaţii Vă caracterizează în perioada sesiunilor de examinare? *(marcaţi câte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)*

	Da	*Nu*
Învăţ pentru a deveni un bun profesionist, indiferent de nota luată la examen	1	2
Învăţ pentru a lua o notă de trecere la examen	1	2
Învăţ pentru a lua note mari la examen	1	2
Gândul despre un examen care urmează să-l susţin, mă nelinişteşte	1	2
Dacă este posibil, la examene folosesc material suplimentar interzis (fiţuici, conspecte, formule)	1	2
Înainte de examen nu pot adormi	1	2
În timpul evaluărilor sunt nervos	1	2
Cât nu m-aş strădui, nu pot lua note mari la disciplinele informatice	1	2
Altceva (indicaţi_____)	1	

Q8. În ce măsură sunteţi de acord cu următoarele afirmaţii referitoare la disciplina „Inteligenţă artificială”: *(marcaţi cîte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)*

	Acord total	*Acord parţial*	*Dezacord*	*Dificil de răspuns*
1. Cursurile/seminarele sunt centrate pe student	1	2	3	9
2. Conţinuturile sunt bine structurate şi sunt accesibile pentru studenţi	1	2	3	9
3. Lecţiile sunt predate în stil informativ, fără a pune în discuţie o problemă	1	2	3	9
4. Modalităţile de predare utilizate de profesor sunt eficiente în însuşirea materialului	1	2	3	9
5. Obiectivele/sarcinile seminarelor sunt clar formulate	1	2	3	9
6. Conţinutul disciplinei este unul interesant şi atractiv	1	2	3	9
7. În procesul de predare sunt utilizate diverse modalităţi de motivare şi implicare a studenţilor	1	2	3	9
8. Lucrul individual la fiecare disciplină este clar formulat	1	2	3	9
9. Profesorii stimulează interesul pentru disciplină	1	2	3	9
10. Evaluările prin lucrări de control pe parcursul semestrului sunt eficiente	1	2	3	9
11. Profesorii contribuie la motivaţia tinerilor de a învăţa	1	2	3	9

12. Studenţii sunt implicaţi în activităţile de cercetare generate şi organizate de profesori	1	2	3	9
13. Consider că posed aptitudini şi capacităţi necesare pentru a reuşi la lecţii	1	2	3	9
14. Consider că cunoştinţele acumulate la această disciplină îmi sunt/vor fi utile în pregătirea mea profesională	1	2	3	9
15. Este disciplina mea preferată	1	2	3	9
16. Rezolvarea unei probleme la această disciplină depinde mai degrabă un noroc decât de cunoştinţele acumulate	1	2	3	9
17. Zilnic acord cel puţin o oră pentru pregătirea la această disciplină	1	2	3	9
18. Povestesc cunoscuţilor, prietenilor mei despre cunoştinţele acumulate în cadrul disciplinei	1	2	3	9
19. Primesc plăcere când analizez probleme dificile cu colegii	1	2	3	9
20. Consider că există o corespondenţă între eforturile pe care le depun în studierea disciplinei şi rezultatele pe care le obţin	1	2	3	9
21. Sunt mândru atunci când iau o notă mare fără efort	1	2	3	9
22. Activităţile desfăşurate în cadrul cursului nu au nici un sens pentru pregătirea mea	1	2	3	9

Q9. Cât de des Dvs practicaţi următoarele activităţi cu referire la disciplina „Inteligenţă artificială”? *(marcaţi cîte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)*	*Zilnic*	*O dată – de două ori pe săptămână*	*O dată în lună*	*O dată semestru*	*Niciodată*
Lucru individual	1	2	3	4	9
Discuţii în afara lucrului individual şi a orelor	1	2	3	4	9
Consultaţii planificate	1	2	3	4	9
Softuri educaţionale interactive	1	2	3	4	9

Q10. Cu referire la disciplina „Inteligenţă artificială”, în ce măsură sunteţi mulţumit de… *(marcaţi pe linie cîte un răspuns)*	*În foarte mare măsură*	*În mare măsură*	*În mică măsură*	*Deloc*	*Dificil de răspuns*
Predare	1	2	3	4	9
Desfăşurarea orelor de seminar	1	2	3	4	9
Organizarea lucrului individual	1	2	3	4	9
Desfăşurarea orelor de laborator	1	2	3	4	9
Evaluare	1	2	3	4	9

Q11. Aţi luat la disciplina „Inteligenţă artificială” nota la care nu v-aţi aşteptat? *(marcaţi un singur răspuns)*

Da	1
Nu	2

Q12. Dacă aţi luat nota neaşteptată de Dvs, cărui fapt i se datorează? *(marcaţi un singur răspuns)*

Nu m-am pregătit de ajuns	1
Profesorul nu m-a înţeles	2
Nu posed capacităţile necesare	3
Altceva (*indicaţi*)	4
Mi-i dificil să răspund	9

Q13. Pe o scală de la 0 la 10, unde 0-deloc, iar 10 – foarte mult, evaluaţi softul educaţional aplicat la disciplina IA după următoarele criterii: *(marcaţi cîte o notă pe linie)*	*Nota*
Accesibilitate	
Interactivitate	
Viteza de accesare	
Atractivitatea interfeţei	
Claritatea materialului instructiv	
Claritatea itemilor de evaluare	
Gradul de dificultate al itemilor de evaluare	

Q14. În ce măsură sunt eficiente ...? *(marcaţi câte un răspuns pe fiecare linie)*	*În foarte mare măsură*	*În mare măsură*	*În mică măsură*	*Deloc*	*Dificil de răspuns*
Metodele utilizate în evaluarea finală la IA	1	2	3	4	9
Formele de evaluare finală la IA	1	2	3	4	9
Testele utilizate în evaluarea finală la IA	1	2	3	4	9

DATE SOCIO-DEMOGRAFICE

Va rugam să introduceţi mai jos unele informaţii:

E1. Vârsta: |__|__|

E2. Anul de studii: |__|__|

E3. Sexul

Masculin	1	Feminin	2

E4. Instituţia absolvită:

Şcoala medie	1
Liceu	2
Colegiu	3
Altceva	4

E5. Nota medie obţinută la ultima |__|__|

E6. Lucraţi în domeniul informaticii?

Da	1
Nu	2

DECLARAŢIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII

Subsemnata, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctorat sunt rezultatul propriilor cercetări şi realizări ştiinţifice. Conştientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecinţele în conformitate cu legislaţia în vigoare.

Marin (Cristei) Maria

Semnătura

Data

CURRICULUM VITAE



Nume	Marin
Prenume	Maria
Data naşterii	05.08.1978, s.Negrea, r. Hînceşti, Republica Moldova

Educaţie şi formare:

2001 – 2011 – studii prin doctorat la specialitatea „Programarea calculatoarelor", USM.

2000-2001 – studii prin masterat în Informatică, FMI, USM.

1995-2000 – studii de licenţă în Matematică, Facultatea de Matematică şi Informatică, Universitatea de Stat din Moldova

1993-1995 – studii medii, Liceul Teoretic "Ştefan Holban", s. Cărpineni, r. Hînceşti.

1985-1993 – studii medii incomplete, şcoala medie s. Negrea, r. Hînceşti.

Stagii (instituţie, perioada, calificarea):

- Cursuri de perfecţionare. Iniţiere IT şi utilizare AeL SIVECO România, organizat de USM, ianuarie 2009, abilitare în utilizarea softurilor educaţionale;
- Participare la Seminarul „Evaluarea rezultatelor academice din perspectiva competenţelor", organizat de USM. Mai 2011, instruire pe elementele structurale ale curriculum-ului disciplinar;
- Cursuri de perfecţionare. Utilizarea platformei Moodle, cursuri de perfecţionare Centrul Formare Continuă, USM ianuarie 2012, abilitare în utilizarea softurilor educaţionale;
- Şcoala de vară „Doctoral Intensive Summer School on Evolutionary Computing in Optimisation and Data Mining", 18-23 iunie 2012 Universitatea Al. I. Cuza, Iaşi, România.

Domenii de interes ştiinţific: probleme ale matematicii contemporane; implementarea TIC în procesul didactic; didactica informaticii; teoria şi metodologia instruirii; grafică pe calculator; animaţie şi modelare computaţională; inteligenţa artificială; teorii ale învăţării pe tot parcursul vieţii.

Activitatea profesională (instituţie/organizaţie, funcţie, perioada de activitate):

2009-prezent managerul Centrului Fără Bariere pentru copii cu disabilităţi de vedere al USM.

2001-prezent, USM, Catedra Tehnologii de Programare, lector universitar;

2000-2001, Liceul " Spiru Haret" Chişinău, profesor de matematică;

1998-2001, Şcoala Nr.31 Chişinău, profesor de matematică;

Participări la proiecte ştiinţifice naţionale şi internaţionale:

- 2017- membru în proiectul „Dezvoltarea sistemelor informatice inteligente orientate pe familii de probleme decizionale cu aplicare în educaţie şi cercetare" din cadrul direcţiei strategice 50.07„Materiale, tehnologii şi produse inovative".
- 2007-2008 reprezentantul USM în cadrul proiectului European TEMPUS „Accesul la Universitate pentru persoane cu disabilităţi de vedere" implementat de Societatea orbilor şi slab văzătorilor din Republica Moldova, Universitatea Karlsruhe din Germania, Universitatea Comenius din Slovacia.
- 2008-prezent membru al Centrului Fără Bariere pentru studenţi cu disabilităţi de vedere, Facultatea Matematică şi Informatică;

Participări la foruri ştiinţifice naţionale şi internaţionale:

- Conferinţa ştiinţifică internaţională BIT+ International conference: Information Technologies 2002, 10-12 april 2002, Chişinău 2002.
- Conferinţa corpului didactico-ştiinţific "Bilanţul activităţii ştiinţifice a USM în anii 2000-2002" Ştiinţe fizico-matematice. 30 septembrie - 6 octombrie 2003, Chişinău, 2003.
- Conferinţa ştiinţifică studenţească a Facultăţii de Matematică şi Informatică. 20-27 aprilie 2005, Universitatea de Stat din Moldova, Chişinău, 2005.
- Conferinţa ştiinţifică internaţională " Învăţământul superior şi cercetarea - piloni ai societăţii bazate pe cunoaştere " dedicată aniversării 60 ani de la fondarea Universităţii de Stat din Moldova, 28 septembrie 2006. Ştiinţe reale. Chişinău, 2006.
- Conferinţa ştiinţifică naţională a masteranzilor şi doctoranzilor "Cercetare şi Inovare– Perspective de Evoluţie şi Integrare Europeană" dedicată aniversării 63 ani de la fondarea Universităţii de Stat din Moldova, Ştiinţe reale şi exacte. 23 septembrie, Chişinău, 2009.
- Conferinţa ştiinţifică internaţională „International conference „Mathematics & Information technologies: Research and education (MITRE-2011)" dedicated to the 65^{th} anniversary of the Moldova State University, august 22-25 2011. Moldova State University, Faculty of Mathematics and Computer Science, Center of Education and Research i Mathematics and Computer Science, Mathematical Society of the Republic of Moldova. Chişinău, 2011.
- Conferinţa ştiinţifică cu participare internaţională consacrată aniversării a 65-a a Universităţii de Stat din Moldova "Creşterea impactului cercetării şi dezvoltarea capacităţii de inovare", 21-22 septembrie 2011. Ştiinţe sociale. Chişinău, 2011.
- Conferinţa ştiinţifică internaţională „The 20^{TH} conference on applied and industrial mathematics: dedicated to academician Mitrofan M. Ciobanu", august 22-25 2012. Communications. Romanian Society of Applied and Industrial Mathematics, Academy of

Sciences of Moldova, Tiraspol State University, Mathematical Society of the Republic of Moldova, Academy of Economic Studies of Moldova, Institute of Mathematics and computer Science, Moldova State University. Chişinău, 2012.

- Conferinţa ştiinţifică cu participare internaţională. "Interferenţe universitare-integrare prin cercetare şi inovare", 25-26 septembrie 2012. Universitatea de Stat din Moldova, Ştiinţe naturale, exacte şi inginereşti. Chişinău, 2012.
- Conferinţa ştiinţifică internaţională Proceedings of the "Doctoral Intensive Summer School on Evolutionary Computing in Optimization and Data Mining (ECODAM)", 17-24 iunie 2012. Universitatea "Alexandru Ioan Cuza", Iaşi, România, 2012.
- Conferinţa ştiinţifică internaţională „International conference „Mathematics & Information technologies: Research and education (MITRE-2013)", august 18-22. Moldova State University, Mathematical Society of the Republic of Moldova. Chişinău, 2013.
- Conferinţa ştiinţifică cu participare internaţională. "Integrare prin cercetare şi inovare". 10-11 noiembrie 2014. USM. Ştiinţe ale naturii. Ştiinţe exacte. Chişinău, 2014.
- Conferinţa ştiinţifică internaţională Mmathematics & Information Technologies: Research and Education (MITRE-2015)", Iulie 2-5, Moldova State University, Chişinău, 2015.

Lucrări ştiinţifice şi ştiinţifico-metodice publicate: **6** articole în reviste naţionale de Categoriile B şi C, **13** comunicări la conferinţele ştiinţifice.

Activitatea didactică Competenţe şi cunoştinţe de utilizare a calculatorului:

Sisteme de operare de tip Windows, MS DOS, programarea aplicaţiilor, Microsoft Office: MS FrontPage, MS Excel, MS Power Point, MS Project, MS Visio, MS Outlook, SGBD FoxPro, ABBY Fine Reader MS Visual Studio, CorelDraw, Adobe Photoshop, Inteligenţa Artificială, Arhitectura calculatoarelor şi Asamblor, Programarea logică, Limbaje formale şi automate, Limbaje de Programare, Grafica pe calculator, Metodica predării informaticii, Tehnologii informaţionale şi de comunicare etc.

Cunoaşterea limbilor străine (gradul de cunoaştere):

	RUSĂ	ENGLEZĂ	FRANCEZĂ	ITALIANĂ
Abilitatea de a citi	excelent	bine	bine	bine
Abilitatea de a scrie	excelent	satisfăcător	bine	bine
Abilitatea de a vorbi	excelent	satisfăcător	satisfăcător	bine

Date de contact

Adresa: or. Chişinău, str. A. Mateeveci, 60, Republica Moldova

Telefoane: 022608580, 069955316 , E-mail: cristeimusm@ yahoo.com