

**UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA**

Cu titlu de manuscris

C.Z.U: 378.016:004(043.3)

**MARIN MARIA**

**METODOLOGIA FORMĂRII ȘI DEZVOLTĂRII  
COMPETENȚELOR STUDENȚILOR ÎN SISTEMUL  
COMPUTERIZAT DE INSTRUIRE  
(la disciplina „Inteligența artificială”)**

**532.02 – DIDACTICA INFORMATICII**

**Teză de doctor în științe pedagogice**

**Conducători științifici**

**Lupu Ilie, doctor habilitat în științe  
pedagogice, profesor universitar**

**Căpățână Gheorghe, doctor în științe  
tehnice, profesor universitar**

**Autorul**

**Marin Maria**

**CHIȘINĂU, 2018**

© Marin (Cristei) Maria, 2018

## CUPRINS

<b>ADNOTARE</b> .....	<b>5</b>
<b>LISTA ABREVIERILOR</b> .....	<b>8</b>
<b>INTRODUCERE</b> .....	<b>9</b>
<b>1. ASPECTE TEORETICE ȘI DIDACTICE DE UTILIZARE A SISTEMELOR COMPUTERIZATE DE INSTRUIRE ÎN PROCESUL DE FORMARE ȘI DEZVOLTARE A COMPETENȚELOR STUDENȚILOR</b> .....	<b>17</b>
1.1. Sistemul computerizat de instruire: abordări teoretico-metodologice .....	17
1.2. Bazele psihopedagogice ale utilizării sistemelor computerizate de instruire în activitatea de învățare .....	21
1.3. Cerințele didactice față de elaborarea sistemelor computerizate de instruire .....	30
1.4. Abordarea prin competențe și centrarea pe finalități a procesului de studiu.....	38
1.5. „ <i>Inteligența artificială</i> ” în contextul învățământului universitar al altor țări. Studiu comparativ.....	44
1.6. Concluzii la capitolul 1 .....	50
<b>2. MODELUL PEDAGOGIC ȘI METODOLOGIA FORMĂRII ȘI DEZVOLTĂRII COMPETENȚELOR STUDENȚILOR ÎN BAZA VALORIFICĂRII SISTEMULUI COMPUTERIZAT DE INSTRUIRE</b> .....	<b>52</b>
2.1. Modelul sistemului computerizat de instruire .....	52
2.2. Elaborarea modelului pedagogic de formare și dezvoltare a competențelor studenților prin implementarea SCI la disciplina universitară „ <i>Inteligența artificială</i> ” .....	64
2.3. Metodologia utilizării modelului elaborat .....	69
2.4. Concluzii la capitolul 2 .....	98
<b>3. ARGUMENTAREA EXPERIMENTALĂ A EFICIENȚEI MODELULUI ȘI METODOLOGIEI DE FORMARE ȘI DEZVOLTARE A COMPETENȚELOR STUDENȚILOR PRIN UTILIZAREA SCI</b> .....	<b>100</b>
3.1. Scenariul și derularea cercetării didactice (experimentului pedagogic) .....	100
3.2. Descrierea experimentului de constatare .....	106
3.3. Organizarea și descrierea experimentului de formare a competențelor studenților obținute în baza valorificării SCI .....	114
3.4. Analiza și interpretarea rezultatelor cercetării științifice prin metode digitale .....	119
3.5. Concluzii la capitolul 3 .....	130
<b>CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI</b> .....	<b>132</b>
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	<b>136</b>
<b>ANEXE</b> .....	<b>149</b>

Anexa 1. Descrierea cursului <i>Inteligența artificială</i> .....	150
Anexa 2. Structura modulară detaliată a disciplinei „Inteligența artificială” .....	153
Anexa 3. Interfața cu utilizatorul .....	156
Anexa 4. Exemple de sarcini didactice propuse .....	157
Anexa 5. Teste pentru determinarea nivelului de pregătire al studenților 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 componența eșantioanelor din perioada 2014-2015.....	169
Anexa 9. Calcule referitoare la omogenitatea eșantioanelor din perioada 2014-2015.....	170
Anexa 10. Calcule referitoare la omogenitatea eșantioanelor din perioada 2014-2015.....	171
Anexa 11. Date statistice referitoare la componența EE din perioada 2015-2016.....	172
Anexa 12. Date statistice referitoare la componența EC din perioada 2015-2016.....	173
Anexa 13. Calcule referitoare la distribuția nivelurilor de performanță vizând cunoștințele la etapa de constatare (%) pe perioadele experimentului .....	174
Anexa 14. Calcule referitoare la omogenitatea eșantioanelor, perioada 2015-2016.....	175
Anexa 15. Evidența statistică a rezultatelor obținute la evaluări pe eșantioane, 2014-2015.....	176
Anexa 16. Evidența statistică a rezultatelor obținute la evaluări pe eșantioane, 2015-2016.....	177
Anexa 17. Calcule referitoare la distribuția nivelurilor de performanță vizând cunoștințele în urma testului final (%) .....	178
Anexa 18. Grila chestionarului Nr.2 .....	179
<b>DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII .....</b>	<b>181</b>
<b>CURRICULUM VITAE .....</b>	<b>182</b>

## ADNOTARE

**Marin Maria**

*„Metodologia formării și dezvoltării competențelor studenților în sistemul computerizat de instruire (la disciplina „Inteligența artificială”)”*

Teza de doctor în științe pedagogice, Chișinău, 2018

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

*Cuvintele cheie:* sistem computerizat de instruire, competențe, schema sistemului, tehnologii informaționale, modelul modular al disciplinei „Inteligența artificială”.

*Domeniul de studiu* al tezei îl constituie științele pedagogice. Didactica informaticii.

*Scopul cercetării* constă în elaborarea, experimentarea și validarea fundamentelor teoretice și metodologice ale formării/ dezvoltării competențelor studenților specifice disciplinei „Inteligența 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 modalităților de formare a competențelor profesionale a studenților la disciplina „Inteligența artificială” prin analiza comparativă a practicilor din Republica Moldova și a altor state; (c) elaborarea și fundamentarea teoretico-metodologică a modelului pedagogic de formare și dezvoltare a competențelor studenților prin implementarea SCI; (d) dezvoltarea informatică a SCI, ca produs funcțional propriu, și integrarea acestuia la disciplina universitară „Inteligența artificială” cu potențial de aplicare adițională la efectivul metodelor și strategiilor fundamentale în practica de formare; (e) stabilirea particularităților metodologiei de formare și dezvoltare a competențelor profesionale prin valorificarea SCI; (f) validarea experimentală a eficienței modelului pedagogic și a metodologiei de formare și dezvoltare a competențelor studenților în SCI.

*Noutatea și originalitatea științifică* constă în fundamentarea teoretico-metodologică a modelului pedagogic de formare și dezvoltare a competențelor studenților la disciplina universitară „Inteligența artificială” prin valorificarea eficientă a SCI, elaborat și implementat de către autor ca resursă constitutivă adițională. Integrarea pedagogică și informatică a părților componente ale SCI s-au axat pe organizarea modulară a conținuturilor instruirii.

*Problema științifică importantă soluționată:* rezidă în fundamentarea și elaborarea modelului pedagogic, ce include bazele teoretice și particularitățile metodologice ale formării competențelor profesionale specifice disciplinei „Inteligența artificială” prin proiectarea și elaborarea informatică a SCI, implementarea căruia a contribuit la dezvoltarea potențialului de învățare, creșterea spectrului motivațional, gradului de colaborare și succesului academic al studenților..

*Semnificația teoretică a cercetării* constă în: analiza și sistematizarea reperelor epistemologice și metodologice ale formării și dezvoltării competențelor; adaptarea modelelor teoretice și tehnologiilor educaționale și informaționale moderne la stabilirea arhitecturii și elaborării SCI și a metodologiei de aplicare a acestuia la studierea disciplinei universitare „Inteligența artificială”; stabilirea impactului utilizării modelului dezvoltat de autor asupra formării competențelor studenților.

*Valoarea aplicativă a lucrării* rezultă din metodologia elaborată și posibilitatea implementării ei în cadrul disciplinei universitare „Inteligența artificială” cu scopul formării/dezvoltării competențelor viitorilor specialiști în domeniul de formare profesională TIC.

*Implementarea rezultatelor științifice* a fost realizată prin introducerea metodologiei elaborate la predarea disciplinei „Inteligența artificială” și 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 специфических 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 специфических 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 charts, 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 means 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

<b>SCI</b>	– sistem computerizat de instruire ;
<b>IA</b>	– inteligență artificială;
<b>SEI</b>	– sisteme expert de instruire;
<b>IAC</b>	– instruire asistată de calculator;
<b>FMI</b>	– Facultatea de Matematică și Informatică;
<b>USM</b>	– Universitatea de Stat din Moldova;
<b>UST</b>	– Universitatea de Stat Tiraspol (cu sediul la Chișinău)
<b>PC</b>	– Personal Computer (Calculator Personal);
<b>ID</b>	– instruire la distanță;
<b>SP</b>	– software pedagogic ( <b>SE</b> - Software educațional);
<b>TIC</b>	– tehnologii informaționale și de comunicație;
<b>CD</b>	– curs digital;
<b>SAI</b>	– sistem automatizat de instruire
<b>PID</b>	– program de instruire dialog
<b>ME</b>	– manual electronic
<b>MP</b>	– Model pedagogic
<b>GUI</b>	– Graphical User Interface
<b>PCV</b>	– Problema Comis – Voiajorului
<b>ECTS</b>	– Sistemul European de Credite Transferabile
<b>EE</b>	– eșantion experimental
<b>EC</b>	– eșantion de control (martor)
<b>EPF</b>	– experimentului pedagogic formativ
<b>SPSS</b>	– Program Statistic pentru Științe Sociale (Statistical Package for the Social Sciences )



## INTRODUCERE

**Actualitatea și importanța temei.** Progresul tehnico-științific din ultimele două decenii *a generat schimbări tehnologice* în toate subsistemele sociale pe fundalul unor tensiuni majore dintre *societate și sistemul de învățământ*, conflicte între realitățile globale și locale, tradiție și modernitate, scopul stabilit pe termen lung și pe termen scurt, expansiunea extraordinară a cunoștințelor și capacitatea omului de a le asimila etc.

Deosebit de vizibile sunt schimbările care s-au produs în învățământul superior: diversificarea formelor de organizare a învățământului, democratizarea relațiilor dintre actorii procesului de învățământ, axarea formării pe dobândirea competențelor și, drept consecință, schimbarea rolului cadrului didactic și al studentului în procesul de învățământ etc. Aceste schimbări invocă faptul că, are loc transferul de la mediile de instruire *centrate pe profesor* la mediile de învățare *centrate pe instruit*. De menționat că, obiectivele actuale ale unui învățământ academic modern pot fi sintetizate în felul următor: *să te învețe să înveți; să te învețe să faci; să te învețe să te integrezi; să te învețe să ai personalitate*. Atingerea acestor obiective complexe asigură premisele pregătirii calitative a specialiștilor pentru economia de piață globală.

În prezent procesul științific și tehnologic accelerat domină și (re)modelează societatea contemporană. Fondată ca societate a cunoașterii, societatea contemporană se bazează din ce în ce mai mult pe sisteme software și hardware complexe în care "*inteligența*" componentelor este creată pornind de la *reprezentarea explicită a cunoștințelor, raționamentelor automate, autonomia componentelor, adaptarea, extragerea și regăsirea inteligentă de informații*. Vorbim despre o societate în care cunoașterea și capitalul intelectual au devenit cea mai prețioasă resursă, când în economia bazată pe cunoaștere există un enorm potențial de utilizare a sistemelor inteligente pentru maximizarea capacităților și a competitivității. În consecință, apare necesitatea racordării învățământului superior, în special a celui din domeniul de formare profesională Tehnologiilor Informaționale și Comunicații, la cerințele industriei tehnologiilor inteligente.

Astăzi, reformarea învățământului superior din Republica Moldova presupune soluționarea uneia dintre problemele majore, precum *formarea și dezvoltarea competențelor profesionale* necesare cadrelor calificate (inginerilor programatori și cercetătorilor) ce vor activa în domeniul economiei naționale, capabile atât să exploateze eficient sistemele inteligente existente, cât și să elaboreze și să integreze produse originale proprii prin utilizarea tehnologiilor informaționale. Din această perspectivă una din disciplinele fundamentale ce contribuie la formarea și dezvoltarea *competențelor profesionale* necesare viitorilor specialiști din domeniul TIC este „*Inteligența artificială*”. *Tehnicile de programare automată și ingineria cunoștințelor*, o bună parte din *conceptele și instrumentele de inteligență artificială (IA)* sunt (sau pot fi) aplicate în tehnologia agenților software, sistemelor bazate pe raționamente și în managementul

cunoștințelor, inclusiv pentru obținerea unor soluții viabile la rezolvarea eficientă sau la un nivel calitativ mai înalt al problemelor.

Schimbările majore produse, urmare a dezvoltării sectorului tehnologiei informaționale și al comunicațiilor (TIC) avansate asupra extinderii și diversificării ofertelor educaționale și impactul acestora asupra pieței de muncă, își lasă amprenta asupra politicilor de stat. În ansamblu, pentru anticiparea și dobândirea de competențe se recurge la adoptarea de noi strategii, metodologii de formare. În acest context se înscrie și principalul document de politici din Republica Moldova, care stabilește obiectivele și sarcinile dezvoltării educației - *Strategia de dezvoltare a educației pentru anii 2014-2020 „EDUCAȚIA-2020”* [1]. Printre obiectivele prioritare ale acestei strategii se regăsește și *sporirea eficienței sistemului educațional, extinderea și diversificarea ofertelor educaționale prin valorificarea oportunităților oferite de tehnologiile informaționale și de comunicație*. Prin urmare, într-o societate în care instrumentele informatice sunt indispensabile, utilizarea TIC a devenit *resursa esențială* în procesul de instruire.

Putem afirma că, modernizarea instruirii prin aplicarea TIC, implică modificarea modului de învățare a materiei de studiu de către studenți, cauzată de volumul mare de cunoștințe (informații) și timpul redus pentru asimilarea acestora. Cercetările actuale în domeniul *optimizării eficiente a activității instructive* depinde de modul în care interacționează componentele procedurale, organizatorice și materialele procesului de învățământ. Realizarea finalităților procesului de instruire este posibilă numai în măsura în care în activitatea de predare/învățare se utilizează un sistem coerent de căi, mijloace, forme de organizare, vizând realizarea sarcinilor didactice. *Optimizarea instruirii* este orientată spre *creșterea calității resurselor de învățare*. *Sistemele computerizate de instruire (SCI)* reprezintă *mijloace optime de utilizare eficientă a TIC în diverse activități didactice*. Aceste sisteme prezintă o serie de avantaje atât pentru cadrul didactic, cât și pentru instruit/student, având finalitate îmbunătățirea procesului de formare a competențelor solicitate pe piața muncii.

Prin urmare, învățarea prin intermediul diverselor produse software educaționale, în special al SCI este foarte actuală pentru învățământul contemporan național și internațional. Integrarea SCI, ca resurse constitutive adiționale, pentru studierea disciplinelor universitare, contribuie la sporirea interesului studenților față de obiectele de studiu, răspunzând la necesitățile lor intelectuale și contribuind la dezvoltarea armonioasă a personalității lor.

Analiza experienței universităților europene atestă faptul că elaborarea SCI devine tot mai actuală. Experți naționali din domeniul tehnologiilor computerizate de instruire, precum Bounegru T. [2], Căpățână Gh. [3, 4], Bragaru T. [5] relevă faptul, că în sistemul de învățământ contemporan atunci când apare necesitatea de noi instrumente metodico-didactice calitative de

instruire, prioritatea se acordă SCI. Observăm, că odată cu dezvoltarea TIC și perfecționarea procesului educațional, **SCI devin nucleul procesului instructiv-educativ.**

Urmare a celor menționate, putem conchide asupra actualității temei de cercetare: *metodologia formării și dezvoltării competențelor studenților în sistemul computerizat de instruire.* Cercetarea tematicii date este determinată de reformele din sistemul de învățământ din țara noastră, de politicile de stat orientate spre modernizarea educației și dezvoltarea economiei cu accent deosebit pe rolul produselor computerizate în aceste reforme, și pregătirea calitativă a viitorilor specialiști în domeniul de formare profesională TIC. În același timp, ritmul alert de dezvoltare a sectorului TIC în Republica Moldova determină necesitatea studierii tematicii date, prin trasarea de concluzii și recomandări practice.

Tendențele mondiale în cercetarea sistemului de formare a specialiștilor atestă un șir de studii relevante privind formarea competențelor profesionale prin valorificarea TIC, fiind abordate intens din mai multe perspective și ancorate științific în lucrările diferitor cercetători consacrați de-a lungul timpului. *Dezvoltarea tehnologiilor computerizate de instruire* a fost posibilă prin investigații profunde în domeniul instruirii, precum și în teoria și practica de informatizare a învățământului 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 și 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] ș.a. Menționăm, de asemenea, că *problemele referitoare la elaborarea conceptelor didactice și 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] și alții.

Cantitativ și calitativ, intensitatea cercetărilor referitoare la *procesul de elaborare și implementare a SCI* în procesul de învățământ a devenit posibilă datorită cercetărilor aprofundate, efectuate în domeniul teoriei și practicii de învățământ, instruire și 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], Adăscăliței A. [31, 32], Panțuru S., Necșor 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 esențial să menționăm contribuția 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] și alții

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

Preocupările pentru dezvoltarea continuă a învățământului superior în domeniul TIC constituie un imperativ actual pentru cadrele didactice, asigurând formarea competențelor profesionale autentice. În Republica Moldova unele aspecte ale direcțiilor de cercetare menționate mai sus s-au aflat în atenția cercetătorilor Lupu I., Negară C. [42], Gremalschi A. [43], Căpățână Gh. [3, 4, 44], Guțu 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], Patrașcu D. [60], Deinego N. [61], Globa A. [62, 63], Burlacu N. [64], și alții, constituind un sistem de idei și concepte care au format *fundamentele teoretice ale cercetării*.

Analiza lucrărilor autorilor menționați, cât și alte cercetări în domeniu ne permite să constatăm că, în pofida faptului că disciplina „*Inteligența artificială*” este studiată în țara noastră de mai bine de două decenii, *problemele referitoare la didactica acestei discipline au rămas o perioadă de timp în afara atenției cercetătorilor din domeniul științelor 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 și *nu au influențat procesul formării competențelor* studenților specifice disciplinei „*Inteligența artificială*”. Acestui aspect i se acordă atenție izolată din partea unor cadre didactice universitare inovatoare, prin relatarea experienței practice proprii în domeniu. Din această perspectivă, **contradicțiile** care determină necesitatea investigării tematicii date se referă la:

- Cerințele practice dictate de noile concepte, tehnicile de intelectualizare a societății și necesitatea extinderii domeniului de aplicare al TIC în procesul actual de formare inițială și continuă.
- Dinamica și ritmul de dezvoltare al tehnologiilor de realizare al *produselor program cu mult mai accelerat comparativ cu fundamentarea didactică* și integrarea SCI pe post de resurse digitale adiționale în procesul de formare profesională.
- Necesitatea reală de produse software de instruire calitative și insuficiența de subvenționare metodologică în aspectul promovării și optimizării învățării motivate a disciplinelor informatice din perspectiva formării competențelor, inclusiv la disciplina „*Inteligența artificială*”.
- În expunerea subiectelor specifice inteligenței artificiale ca instrument preferențial de implementare practică sunt utilizate limbajele de programare declarativă/logică. Însă, *competențele de programare în limbajele de programare declarativă/logică practic sunt neformate*, deoarece în programele de studii a cursului de informatică în gimnaziile și licee nu

sunt introduse conținuturi consacrate programării declarative și logice, în particular, accentul punându-se pe studierea programării algoritmice (procedurale). În acest sens, apare *necesitatea selectării conținuturilor specifice învățării și elaborării unei metodologii efective de predare*, ce ar contribui la formarea „gândirii declarative” a studentului, capacității de a raționa logic și a reprezenta cunoștințele într-un program de inteligență artificială.

În baza premiselor și contradicțiilor menționate, elucidăm **problema de cercetare** în prezentul studiu: *determinarea particularităților metodologice de formare și dezvoltare a competențelor profesionale prin implementarea SCI în cadrul formării inițiale a viitorilor specialiști din domeniul TIC, în contextul dezvoltării domeniului.*

**Importanța studierii problemei** abordate derivă din: *nivelul de profesionalizare a viitorilor specialiști în domeniul TIC; noile cerințe înaintate de angajatorii din domeniul tehnologiilor și ingineriei produselor inteligente față de viitorii specialiști 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 adiționale și metode inovatoare de învățare, capătă o răspândire din ce în ce mai largă, atât în formarea tradițională cât și în formarea continuă pentru toți și de-a lungul întregii vieți.*

**Scopul cercetării** constă în elaborarea, experimentarea și validarea fundamentelor teoretice și metodologice ale formării/ dezvoltării competențelor studenților specifice disciplinei „*Inteligența 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 modalităților de formare a competențelor profesionale a studenților la disciplina „*Inteligența artificială*” prin analiza comparativă a practicilor din Republica Moldova și a altor state.
- (3) Elaborarea și fundamentarea teoretico-metodologică a modelului pedagogic de formare și dezvoltare a competențelor studenților prin implementarea SCI.
- (4) Dezvoltarea informatică a SCI, ca produs funcțional propriu, și integrarea acestuia la disciplina universitară „*Inteligența artificială*” cu potențial de aplicare adițională la efectivul metodelor și strategiilor fundamentale în practica de formare.
- (5) Stabilirea particularităților metodologiei de formare și dezvoltare a competențelor profesionale prin valorificarea SCI.
- (6) Validarea experimentală a eficienței modelului pedagogic și a metodologiei de formare și dezvoltare a competențelor studenților în SCI.

**Metodologia cercetării** a antrenat *metode de cercetare științifică*: documentarea științifică, modelarea teoretică, observația, comparația, interpretarea, analogia, analiza, sinteza, unele *metode praxiologice*: metoda logico-grafică de structurare a conținuturilor, testarea (tehnica testelor), experimentul pedagogic (de constatare, de explorare, de formare, de control), chestionarul (sondajul de opinie) și *metode de analiză și prelucrare statistico-matematică a datelor experimentale*: măsurarea, numărarea, metoda raportării la eșantion considerat ca sută, metoda de comparare statistică a datelor, metoda contingenței.

**Noutatea și originalitatea științifică a rezultatelor cercetării** constă în fundamentarea teoretico-metodologică a Modelului pedagogic de formare și dezvoltare a competențelor studenților la disciplina universitară „*Inteligența artificială*” prin valorificarea eficientă a SCI, elaborat și implementat de către autor ca resursă constitutivă adițională. Integrarea pedagogică și informatică a părților componente ale SCI s-au axat pe organizarea modulară a conținuturilor instruirii. Metodologia folosită în realizarea informatică a SCI a fost mixtă, bazându-se pe tehnologii de ultimă oră NET Framework.

**Problema științifică importantă soluționată** rezidă în fundamentarea și elaborarea modelului pedagogic, ce include bazele teoretice și particularitățile metodologice ale formării competențelor profesionale specifice disciplinei „*Inteligența artificială*” prin proiectarea și elaborarea informatică a SCI, implementarea căruia a contribuit la dezvoltarea potențialului de învățare, creșterea spectrului motivațional, gradului de colaborare și succesului academic al studenților.

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

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

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

**Principalele rezultate științifice înaintate spre susținere:** a) Modelul pedagogic de formare și dezvoltare a competențelor studenților prin implementarea SCI; b) Metodologia implementării modelului pedagogic elaborat; c) Modelul modular al disciplinei „*Inteligența artificială*” din perspectiva proiectării conținuturilor și sarcinilor de învățare la această unitate de curs; d) Produse software de instruire dezvoltate pentru aplicarea în cadrul disciplinei „*Inteligența artificială*”.

**Implementarea rezultatelor științifice** a fost realizată prin introducerea metodologiei elaborate în predarea disciplinei „*Inteligența artificială*” în cadrul experimentului pedagogic desfășurat pe eșantioane de control și experimentale, care au cuprins 91 de studenți ai anului II, ciclul I, secția zi, la programele de studiu „*Informatica*” și „*Informatica aplicată*” ale Facultății de Matematică și Informatică din cadrul Universității de Stat din Moldova (USM) și 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 și experimentale propuse. Principalele rezultate ale cercetării au fost reflectate de către autor în 19 articole științifice în diverse culegeri de materiale și reviste, dintre care 7 articole publicate în reviste recenzate și 12 lucrări fără coautor. Tezele lucrării au fost expuse în cadrul a 12 conferințe naționale și internaționale. Conținutul studiului disertațional a fost prezentat, discutat și aprobat pozitiv la ședința Departamentului Informatică al USM; la ședința comună a catedrelor Informatică și Tehnologii Informaționale și Didactica Matematicii, Fizicii și Informaticii din cadrul Universității de Stat din Tiraspol (UST) și la Seminarul Științific de Profil din cadrul UST.

#### **Sumarul compartimentelor tezei.**

În *INTRODUCERE* este argumentată actualitatea temei de cercetare și importanța ei, prin descrierea succintă a situației în domeniul de cercetare și evidențierea problemelor ce apar în procesul de predare/învățare a cursului universitar „*Inteligența artificială*”. De asemenea, sunt formulate problema de cercetare, scopul și obiectivele cercetării. Sunt relevate reperele teoretice ale cercetării, este prezentată valoarea și noutatea științifică a rezultatelor obținute.

Compartimentul 1 *„Aspecte teoretice și 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, și anume SCI. Pornind de la definiții din literatura de specialitate, autorul propune o definiție proprie sintetică a SCI. De asemenea, au fost cristalizate diferite abordări și repere psihopedagogice ale utilizării SCI, precum și cerințele didactice urmărite în realizarea acestora, care pun în centrul activității studentul cu capacitățile cognitive, nevoile și interesele sale. Urmare a analizei efectuate, în compartimentul 1 autorul prezintă utilitatea SCI în calitate de mijloc de optimizare a activității de învățare a studenților cu respectarea anumitor condiții psihopedagogice.

Compartimentul 2 *„Formarea și dezvoltarea competențelor studenților în baza valorificării sistemului computerizat de instruire”* integrează, în detaliu, etapele realizării SCI desfășurate în elaborarea aplicațiilor informatice de concepție proprie și structura acestuia. În compartiment sunt prezentate ample aplicațiile informatice elaborate de autor și utilizate pentru instruirea frontală și individuală.

În scopul obținerii unui randament maximal al exploatării în activitatea didactică universitară a produselor informatice dezvoltate de autor, prin elaborarea Modelului pedagogic de formare și dezvoltare a competențelor studenților la disciplina universitară *„Inteligența artificială”* cu valorificarea SCI și a metodologiei de integrare a acestuia, în compartiment sunt prezentate rezultatele activității date științifice. Sunt conturate aspectele tehnologice și metodologice privind elaborarea de către autor a complexului de resurse digitale și implementarea acestora pe post de mijloace de învățare, resurse de prezentare a conținuturilor digitale cu potențial de aplicare adițională la efectivul metodelor și strategiilor fundamentale în practica de predare a disciplinei universitare *„Inteligența artificială”*.

În Compartimentul 3 *„Argumentarea experimentală a eficienței modelului și metodologiei de formare și dezvoltare a competențelor studenților prin utilizarea SCI”* este prezentat modelul științific al strategiei experimentale desfășurate de autor în cadrul cercetării. În demersul investigațional este efectuată analiza statistică a rezultatelor experimentului prin intermediul aplicațiilor SPSS și MS Excel. În compartiment sunt descrise modalitățile de validare experimentală prin teste statistice parametrice și neparametrice, care au confirmat ipoteza de cercetare. Concluziile acestui capitol evidențiază eficiența modelului și metodologiei elaborate.

**Concluziile generale** conțin principalele rezultate teoretice și metodologice ale cercetării competențelor profesionale ale viitorilor informaticieni și **recomandările metodologice** cercetătorilor în domeniul formării profesionale prin utilizarea TIC.



# 1. ASPECTE TEORETICE ȘI DIDACTICE DE UTILIZARE A SISTEMELOR COMPUTERIZATE DE INSTRUIRE ÎN PROCESUL DE FORMARE ȘI DEZVOLTARE A COMPETENȚELOR STUDENȚILOR

## 1.1. Sistemul computerizat de instruire: abordări teoretico-metodologice

Procesul de instruire reprezintă o unitate complexă a activităților profesorului și studentului, orientate spre realizarea unui obiectiv comun – înzestrarea studenților cu cunoștințe științifice, aptitudini și abilități, precum și dezvoltarea lor creativă. Conținutul conceptului de instruire are o sferă mai largă decât învățarea, deoarece include mai multe forme de muncă intelectuală (forme extradidactice și extrașcolare; cu resurse substanțiale; directe și indirecte; de natură morală, tehnologică, estetică, psiho-fizică) [31].

În continuare prin *instruire* vom avea în vedere activitatea realizată în cadrul procesului de învățământ conform obiectivelor pedagogice generale elaborate la *nivel de sistem*, în care proiectarea fiecărei acțiuni se bazează pe următoarele operații: definirea obiectivelor pedagogice; stabilirea conținutului; aplicarea metodologiei; asigurarea evaluării activității didactice respective și a rezultatelor învățării.

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

Caracterul deosebit de complex al procesului de instruire și necesitatea sporirii eficienței și calității sale, pe de o parte, și progresele informaticii, pe de altă parte, au condus la preocupări intense de a dezvolta și integra în procesele de învățământ *sisteme de instruire*. Conceptul de „*sistem de instruire*” este interpretat de pedagogul român Adăscăliței A. ca „*o combinație de mijloace (instrumente) și proceduri care ajută la desfășurarea procesului de învățare*” [31, p. 32]. Un sistem de instruire este format din scenariul didactic și tehnologia de realizare a acestuia.

Utilizarea calculatorului a condus, odată cu evoluția 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 interacțiunii dintre posesorii unui sistem de cunoștințe și destinatarii acestuia, în vederea asimilării active de informație însoțită de achiziționarea de noi operații și deprinderi*” [65, p. 9]. Această flexibilitate se datorează: elaborării *software-ului pedagogic/educațional*; organizării interacțiunii dintre student și program cu reglarea instruirii după *modelul sistemelor cibernetice cu comandă și control*; a

individualizării parcursului în raport cu reacțiile studentului, și a proiectării întregului demers utilizând cea mai eficientă strategie pedagogică în raport cu obiectivele planificate. De asemenea ținem să menționăm că, *sistem cibernetic*, este denumit de pedagogul Adăscăliței A. [31] „un sistem cu componente *feedback* și *control*”, adică acesta reprezintă un sistem cu automonitorizare și autoreglare [31, p. 22]. Teoriile învățării cibernetice consideră procesul de învățare un proces cibernetic în care acționează principiul feedback-ului conducând la auto-corectarea învățării. Învățarea programată, învățarea asistată de calculator reprezintă exemple de învățare cibernetică.

Pentru a nu se reduce IAC la utilizarea computerelor pentru activități punctiforme, prin „*software pedagogic/educațional*” înțelegem, *un produs program proiectat să rezolve o sarcină/problemă pedagogică, adică program computerizat destinat aplicării în procesul de instruire/învățare* și care reprezintă „un subiect, o temă, un experiment. o lecție, un curs etc., fiind o alternativă sau unica soluție față de metodele educaționale tradiționale (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 și dezvoltarea cunoștințelor și competențelor, evaluarea calității asimilării materialului instructiv*. SP transformă dialogul studentului cu calculatorul la un nivel intelectual mult mai înalt, optimizează activitatea de instruire, în mare măsură utilizează posibilitățile tehnice ale calculatoarelor contemporane [37].

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

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

- a) *Sisteme de antrenare*, denumite și *sisteme drill and practice*, utilizate la însușirea materiei;
- b) *Sisteme tutoriale*, utilizate în cadrul instruirii de tip tutorial. Modul tutorial de desfășurare a activității educaționale oferă studentului o participare activă, astfel realizându-se o interacțiune în care interlocutorii pot prelua inițiativa (*profesor-student, profesor-grup studenți*).

- c) *Sisteme de simulare* a aspectelor din lumea reală sau imaginară, utilizate la dezvoltarea intuiției studentului și a capacităților sale de gândire creativă, în formarea ipotezelor și 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 evidenția: *sistemele convenționale de instruire* și *sistemele inteligente de instruire* [72].

Diferența între cele două clase de sisteme de instruire constă în modalitatea de reprezentare a cunoștințelor necesare desfășurării interacțiunii educaționale dintre profesor și student. În timp ce sistemele convenționale de instruire se bazează pe o reprezentare implicită a cunoștințelor (în cadrul codului software, care descrie modul de utilizare a acestor cunoștințe), sistemele inteligente realizează o reprezentare explicită a lor. În plus cele inteligente, automat elaborează algoritmul problemelor structurate și automatizat asistă dezvoltarea algoritmului problemelor slab-structurate. Din constatările expuse rezultă că, comportamentul sistemelor convenționale de instruire este preprogramat, spre deosebire de cel al sistemelor inteligente. Sistemele inteligente de instruire generează raționamente în mod autonom, ceea ce le asigură o flexibilitate, o adaptare a comportamentului la condițiile concrete de interacțiune didactică. Sistemele de instruire inteligente sunt programe pe computer proiectate să încorporeze tehnici din inteligența artificială, științele sociale etc. pentru a simula tutori care știu ce predau, cum predau și cum se predau.

Din perspectiva soluțiilor posibile pentru accesul la suportul informațional tot mai bogat și diversificat al instruirii, se disting trei categorii de soluții pentru IAC: *online*, *off-line* și *mixte*.

Modul în care se regăsesc aceste soluții în cadrul sistemelor de instruire asistată de calculatorul electronic este influențat 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 conținut este diferențiat în funcție de importanța acordată și 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 învățare a materiei de studiu de către studenți, cauzată de volumul mare de informații și timp redus pentru asimilarea acestora. Cercetările actuale în domeniul eficienței învățării susțin conceptul și practica *învățării*

*autonome*, care arată că învățarea autonomă a devenit un construct central în abordările contemporane ale eficienței învățării. Învățarea autonomă se caracterizează prin faptul că: a) studentul își caută singur informația, b) el își înțelege propria motivație; c) este conștient de propriile afecte; d) se organizează singur; e) își construiește tactica și strategia învățării. Învățarea autonomă are în centrul atenției sale *autoreglarea*, care se concretizează în auto-observare, auto-judecare, auto-reacție. *Sistemul de instruire* trebuie proiectat în așa fel încât să asiste studentul în a progresa cât mai repede de la etapa de instruire la cel de *auto-instruire* și *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 funcționalitate limitată și nu permit instruitului să absoarbă integral materialul propus. Ca rezultat, instruitul la finalizarea lucrului cu sistemul de instruire, nu posedă suficientă experiență pentru a pune în practică cunoștințele dobândite. De aceea ar putea avea nevoie pe viitor de ore practice adăugătoare pentru o învățare 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 și sensul elaborării lor. Deci, pornind de la necesitatea sistematizării și continuității cunoștințelor, exprimată prin *structurarea materiei de studiu în unități de învățare* coerente, ordonate într-o succesiune logică, științifică și pedagogică care alcătuiesc un *sistem informațional* și intenția de a *transpune în format electronic* acest sistem cu scopuri instructive pe exemplul disciplinei universitare „*Inteligența artificială*”, autorul creează un *complex interactiv-multimedia*, reprezentat prin *produse software* în diverse formate de fișiere, 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 concordanță cu o serie de coordonate *psihopedagogice* (obiective comportamentale; conținut instructiv specific; caracteristici ale instruiților), *metodologice* (strategii de instruire, competențe concretizate în sarcini de lucru), *tehnologice* (memorarea, organizarea și gestionarea datelor stocate în fișiere; simularea și modelarea unor fenomene de ordin educațional; feedback-ul secvențial și evaluare) și *tehnice* (mijloace de asigurare a interfeței sistemului cu studentul și expertul). Bineînțeles, în același context de idei, sistemul computerizat de instruire reprezintă un sistem specific de dirijare a activității de cunoaștere a subiectului, de orientare a procesului de achiziție de cunoștințe în conformitate cu o schemă dată, cu aplicarea principiilor teoriei instruirii programate, care prevăd: instruirea prin porțiuni mici, strict dozate; asigurarea studenților cu informația necesară despre ceea ce trebuie să facă ei mai departe; asigurarea unei evaluări efective a cunoștințelor formate și a autoevaluării; asigurarea unui ritm individual de instruire.

Așadar, sistemul computerizat de instruire este un produs educațional digital format dintr-un ansamblu complex multidimensional, constituit din numeroase componente combinate între ele (design instrucțional; programare orientată pe obiect; prototipizare rapidă; regim de securizare a conținuturilor didactice integrate realizate de cadrul didactic formator, cât și rezultatele activității didactice ale instruiților în cauză).

## **1.2. Bazele psihopedagogice ale utilizării sistemelor computerizate de instruire în activitatea de învățare**

Activitatea de învățare a studentului este un proces complex în care are loc însușirea anumitor discipline și a cunoștințelor științifice, dobândirea experienței individuale de cunoaștere cu ajutorul operării independente a cunoștințelor, posedarea metodelor necesare de acțiune ce se realizează prin competențe.

Un număr mare de savanți au contribuit la elaborarea teoriei procesului de învățare. Importanța metodelor și procedeele folosite în activitatea de învățare a fost evidențiată de tot mai numeroase cercetări ale savanților 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], ș.a. care au atestat că rezultatele activității instructive depind în bună măsură de această componentă a procesului de învățământ, aplicarea unor metode diferite având ca efect obținerea unor rezultate diferite în pregătirea studenților. Ei consideră învățarea o activitate specifică: nu doar un proces de asimilare a cunoștințelor limitate la o disciplină, ci și un proces de dezvoltare a capacităților metacognitive.

O privire de ansamblu asupra mai multor opinii ale savanților evidențiază că în cadrul procesului de învățare se disting trei componente principale: *orientarea*, *realizarea* și *verificarea*, care invocă necesitățile și motivele cognitive, situațiile de învățare și realizarea acestora în activitățile de învățare, verificarea și evaluarea rezultatelor, analiza mijloacelor de obținere a realizărilor.

Succesul în timpul învățării depinde de mai mulți factori, printre care un loc primordial îl ocupă *motivația*, adică motivele ce induc studierea, atmosfera (atitudinea psihologică sau nivelul de pregătire pentru activitate), necesitățile și interesele cognitive, scopurile bine determinate și alte calități volitive. Problema motivării activității de studiu este nemijlocit legată de problema interesului de cunoaștere, ce se include în această activitate în calitate de cel mai important factor, menționează Lupu I. și Cioban-Pilețkaia A. [74].

*Interesul cognitiv* este unul dintre cele mai importante motive pentru învățare. Interesul generează o atitudine pozitivă față de activitatea de învățare, contribuie la ameliorarea calitativă a acesteia. Totodată el se determină ca o orientare selectivă a studenților, ce apelează la domeniul de cunoaștere, la conținutul obiectului și la procesul de însușire a cunoștințelor. Cercetarea

problemei interesului cognitiv ocupă un loc de cinste printre lucrările bine cunoscute ale psihologi și pedagogi, precum Piaget J. [18], Bruner J. [19], Mărgineanu N. [75], și alții.

Din punctul de vedere al *ciberneticii* procesul de instruire reprezintă o interacțiune dintre profesor și student care poate fi descrisă ca un algoritm de interacțiune. Procesul de asimilare a fluxului de informații și de formare a cunoștințelor (calitatea cunoștințelor, succesivitatea formării lor, temeinicia cunoștințelor etc.) la fel poate fi algoritmat. Aceste noțiuni (sau aptitudini, deprinderi) alcătuiesc o ierarhie în care, pentru fiecare dintre noțiuni trebuie să existe un procedeu de asimilare/învățare. Se consideră că orice cunoștință este structurată și formată din alte subcunoștințe. Dacă există mecanismul de asimilare a cunoștințelor, atunci, potrivit teoriei cibernetice a instruirii, există și posibilitatea de dirijare a acestui proces. Astfel, formându-le studenților o capacitate profesională corespunzătoare și înzestrându-i cu înalte calități etico-morale.

Învățarea la universitate este un proces complex și dificil, care necesită mobilizarea atenției, eforturi volitive, capacitate de muncă ridicată, concentrare, auto-organizare, repartizarea rațională a timpului pentru studii și odihnă, conștiinciozitate și activism înalt la studenți.

Formele principale de organizare a instruirii studenților în cadrul instituțiilor universitare sunt: prelegerile, seminarele și lecțiile de laborator, învățarea independentă, cercetare științifică, verificarea cunoștințelor și altele. La cursuri studentul obține cunoștințe teoretice de bază. Lecțiile practice contribuie la formarea abilităților practice. Formele de învățământ au fost cercetate în lucrările savanților: Архангельский С. [76], Бабанский Ю. [77], Саранцев Г. [78], Воронов В. [79], Cristea S. [13], Bruner J. [19], Cerghit I. [30, 80], Bocoș M. [81] ș.a.

Un indicator important al studentului, actor al activității de instruire, este abilitatea sa de a îndeplini toate formele de instruire. Totuși, rezultatele studiilor empirice indică faptul că majoritatea studenților nu știu să asculte și să facă notițe în timpul prelegerilor, să conspecteze literatură (în majoritatea cazurilor se scrie doar 18-20% din materialul cursului). Nu știu să se prezinte în fața auditoriului (28,8%), să se încadreze în dezbateri (18,6%), nu știu 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 studenți tind să învețe bine, 53,6% nu se străduiesc întotdeauna, iar 8% nu tind să aibă note bune la învățătură. Dar și celora care tind să învețe bine, în 67,2% din respondenți nu le reușește conform așteptărilor [82, 83, 84]. În fine, constatăm adaptarea scăzută la condițiile universitare (în special cei din anul întâi), reușita joasă, supraîncărcări din cauza incapacității de a-și planifica timpul.

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

*activitatea sa individuală*. O astfel de abordare a problemei necesită *determinarea acțiunilor de învățare* necesare pentru o reușită de succes, un plan de îndeplinire a acestora la o disciplină universitară concretă, ca de exemplu „*Inteligența artificială*” și o *organizare eficientă* a sarcinilor pentru formarea acestora. *Modelul pentru îndeplinirea acestor acțiuni* trebuie să-l demonstreze însuși profesorul, ținând cont de: dificultățile de adaptare a studenților, în special a celor din cursul întâi; influența profesorului asupra caracterului de însușire a orientărilor valorice noi ale studentului; motivația acestuia, cât și însușirile individuale precum anxietatea, emotivitatea sunt de neprețuit.

Deci, în condițiile instruirii orientate spre personalitate (student) un rol deosebit îl obține ideea *formării independenței cognitive* a studenților la însușirea cursului „*Inteligență artificială*”. În literatura de specialitate sunt expuse diferite puncte de vedere în legătură cu conținutul conceptului (noțiunii) de independență cognitivă, precum și variate căi de formare a acestei noțiuni. Opiniile cercetătorilor corelează fie cu: a) abilitățile, b) activitățile sau c) calitățile personalității. Există încercări de a stabili independența cognitivă prin *capacitatea profesională* și prin *sinteza cerințelor*. Drept metodă de auto-reglementare a activității cognitive apare și capacitatea de aplicare și reglementare a acesteia, drept educație multidimensională cu caracter personal, precum și drept sinteză a motivului și a modului de comportare. Cele enumerate sunt o *cale stabilă de formare și dezvoltare a competențelor*.

După părerea cercetătorului Коновалец Л. [85, p.47], *instruirea computerizată* activizează *independența cognitivă a studenților*, pe care el o distinge ca o capacitate de a obține cunoștințe noi și de a le aplica creativ în diferite situații. Astfel aplicarea computerului plasează independența cognitivă la nivelul cel mai înalt – *creativ*.

Utilizarea la scară largă a calculatorului precum și dezvoltarea unor sisteme de rețele care permit punerea în comun a unui conținut informațional foarte mare (internetul) a fost posibilă și o schimbare majoră în procesul didactic: de la mijloacele tradiționale a fost posibilă trecerea la învățământul asistat de calculator. Pe lângă metodele tradiționale de transmitere a informației se utilizează tot mai larg *resursele computerizate*. Aplicarea acestora permite *intensificarea eficienței și diversificarea metodelor tradiționale* conform cerințelor pedagogice precum și *sporirea activității individuale* a studenților.

Noua abordare a activității de învățare duce la *schimbarea activității de predare*. În paradigma pedagogică tradițională ideea de bază este că profesorul trebuie să-și cunoască bine obiectul și să-l expună clar, precum și să cunoască metodologia de predare și să o urmeze cu strictețe. Rolul reformei învățământului este dirijat de orientarea spre paradigma nouă, ce fixează ideea că profesorul trebuie să știe ce se dezvoltă în student, și să aibă abilitatea de a asigura condiții psihopedagogice necesare pentru valorificarea potențialului fiecărui individ.

După părerea savanților, 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 diferențierii unei „baze coerente”.

Una din *metodele de integrare* ale ideilor și rezultatelor în domeniul dezvoltării tehnologiilor informaționale și aplicarea acestora în procesul de învățământ este *dezvoltarea* ulterioară și *perfecționarea* tuturor proceselor de creare și perfecționare 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], Panțuru S., Necșor D. [33], Cerghit I. [30, 80], Adăscăliței A. [31, 32], Bounegru T. [2, 46], Ciolacov N. [47] și alții. Conform opiniilor lor, sistemele computerizate de instruire trebuie să aibă la baza lor „teorii moderne de instruire și înțelegere, precum și 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 învățare în instituțiile superioare contemporane solicită de la studenți abilitatea *de a desfășura o analiză conceptuală a problemei, de a efectua modelarea conceptuală a procesului de soluționare a problemei, de a prezenta rezultatele studierii sub formă de proiecte* (schițe, texte). Pentru a asimila acești parametri ai *competenței profesionale*, studenții trebuie să prelucreze un volum mare de informație.

De aici, sarcina profesorului este de a nu-i „pune să învețe și să-i verifice” pe studenții, ci a-i orienta în oceanul de informație. În procesul de predare universitară a disciplinelor, rolul profesorului este de a comenta informațiile științifice, trecându-le printr-un proces de selecție. Instruiților li se oferă resurse informaționale imense, care trebuie să fie sistematizate, să poată fi acumulate, păstrate și organizate informațiile video, grafice și de tip text. Profesorul ajută studenții să înțeleagă și să interpreteze informațiile, transformând relația pedagogică în una spiritual-culturală și științifică în care se dezbate și se construiesc noi idei [7].

Profesorul universitar contemporan deseori devine elaborator de medii structurate și 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 și a rezultatelor obținute. Pe lângă aceasta, sunt create instrumente de înregistrare a activității de învățare a studenților, ceea ce permite profesorului să studieze în detalii procesul de însușire a materialului instructiv de către studenți.

Este evident că organizarea activității de instruire a studenților în câmpul universitar reprezintă un proces destul de complex, care necesită un volum mare de muncă. În contextul modernizării învățământului profesional procesul dat necesită raționalizare, care să permită



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

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

În general, *optimizarea eficientă* a activității instructiv-educative depinde de modul în care interacționează componentele procedurale, organizatorice și materiale ale procesului de învățământ. *Optimizarea instruirii* este orientată spre *creșterea calității resurselor* de învățământ. În lumea modernă în calitate de resursă de bază primul loc îi revine informației. De aceea ca obiect de optimizare devin procedeele și metodele de lucru cu aceasta. Informația devine unul din cei mai importanți factori de producție, una din pârgiile de administrare a organizațiilor, și una din *principalele direcții* ale procesului de informatizare în perioada de tranziție modernă *de la însușirea mecanică a cunoștințelor de facto la posedarea capacității de a asimila noi cunoștințe în mod independent*. Unul din mijloacele optime de utilizare eficientă a tehnologiilor informaționale în diverse forme ale activității de învățare în instituțiile superioare sunt sistemele computerizate de instruire.

În literatura de specialitate științifico-pedagogică se acordă o mare atenție sistemelor computerizate de instruire [2, 3, 4, 10, 37, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96]. Sunt formulate cerințele pentru proiectarea acestora [24, 29, 31, 32, 67, 94, 97, 98, 99], sunt stabilite principiile de structurare a conținutului programului [14, 60, 68, 100]. În particular, unul din principiile fundamentale este *principiul de activizare a activității intelectuale* a studenților. În scopul realizării acestui principiu în condițiile instruirii computerizate au apărut *programe de instruire* în regim *dialog* (PID), care, conform opiniilor multor pedagogi, sunt mai eficiente în activizarea și intensificarea activității cognitive a studenților. 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 și înregistrează timpul pentru efectuarea sarcinii. La finalizarea lucrului, se comunică numărul greșelilor efectuate.

3. Regimul dialogului activ, combină primele două posibilități în una. Instruitul poate utiliza calculatorul ca dispozitiv de calcul, să obțină ajutor, iar calculatorul, la rândul său propune itemi sau teste pentru a aprecia nivelul de însușire a materialului instructiv, plenitatea și calitatea cunoștințelor formate.

4. Regimul dialogului interactiv, prezintă în sine o etapă în crearea sistemelor fondate în temeiul metodelor inteligenței artificiale [3, 101, 102, 103, 104, 105]. Una dintre cele mai importante particularități ale sistemelor contemporane de instruire, care le deosebește 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 funcții: sporirea activității cognitive a studenților prin metoda includerii acestora în procesul de raționament; modelarea activității în comun (subiect-subiect); legătura inversă trebuie să fie îndreptățită din punct de vedere pedagogic, să informeze despre greșelile efectuate și să mențină informația suficient pentru corecția lor; diagnosticarea studentului cu scopul individualizării instruirii și sporirea motivației, 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], Adăscăliței A. [32], Bounegru T. [2], ș.a., SCI este un complex, ce lucrează în regim de dialog și orientat spre dirijarea activității 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 *funcții* ca: *identificarea nivelului inițial de cunoștințe, abilități și a comportamentelor individuale de învățare; prezentarea materialului instructiv; verificarea curentă a capacității de lucru și a stării activității cognitive a studentului; evaluarea finală a calității (nivelului) de însușire; înregistrarea și analiza statistică a indicatorilor procesului de asimilare a fiecărui student în particular, cât și a grupei întregi.*

SCI ca sistem de dialog îi permite calculatorului să efectueze acel lucru voluminos de verificare și procesare a rezultatelor instruirii, să prezinte mai calitativ informația 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 minuțios. Fundamentele psihologice ale eficacității utilizării calculatorului în procesul de învățământ și *analiza acțiunii instruirii computerizate asupra dezvoltării personalității instruitului constituie una dintre cele mai importante probleme ale psihologiei computerizării.*

Problemele psihopedagogice ale efectivității utilizării calculatoarelor în procesul de învățământ sunt descrise în lucrările cercetătorilor Геррей Т. Н., Машбиц Е.М. [10], Railean E. [71] și alții. S-a determinat că modificările care au loc în procesul de lucru cu calculatorul țin de procesul cognitiv și cel emoțional-motivațional, conștient și inconștient, influențează personalitatea și particularitățile individuale ale omului.

Introducerea tehnologiilor computerizate în procesul de învățământ, a cauzat de asemenea o serie de preocupări, legate de posibilitatea excluderii comunicării umane, apariția riscului substituției valorii cultural-spirituale prin cunoștințe profesionale limitate. O mare atenție a cercetătorilor din domeniul psihologiei computerizării este orientată spre influența calculatorului asupra activității intelectuale la general, și dezvoltarea gândirii, în particular (Railean E.).

După părerea cercetătorilor Монахов В.М. [21] și Рубина Г.В., Сорока В.Ф. [111], la utilizarea pe larg a calculatoarelor în procesul de învățământ este perturbat raportul dintre stilurile de gândire, cel formal-logic (algebric) și cel creativ (geometric, sintetic). Gândirea formal-logică, caracterizată printr-un nivel înalt de abstractizare, primește 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 informații 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, menționează necesitatea căutării formelor de interacțiune reciprocă a instruitului cu calculatorul, astfel ca în fiecare moment de lucru să se creeze condiții pentru dezvoltarea studentului, și consideră o condiție obligatorie asigurarea unui regim de gândire specific instruitului. Căutarea instruirii computerizate, corespunzătoare dezvoltării intelectuale a instruitului, este legată de posibilitățile combinării instruirii prin probleme cu tehnologiile computerizate de instruire. Metodele instruirii prin probleme și modificările acestora, influențează destul de semnificativ asupra gândirii creative [60]. Astfel, apare problema de studiu psihologic care cercetează raportul dintre posibilitățile programelor computerizate și potențialul creativ al omului.

În multitudinea cercetărilor, dedicate analizei acestei probleme, se accentuează faptul, că introducerea principiilor și metodelor, ce activează activitatea cognitivă în instruirea computerizată, care și așa nu este simplă, se mai complică în următoarele situații:

1. La baza dezvoltării tuturor metodelor de instruire prin probleme se află contradicția dialectică, care este greu de formalizat, și 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 și limitele materialului formalizabil și neformalizabil nu sunt cercetate.
3. Soluționarea problemei este un proces creativ, dificil de algoritmat. Însă programele de instruire necesită o algoritmizare strictă.
4. Un rol esențial în procesul de instruire și dezvoltare umană îl ocupă motivația cognitivă.

Ca urmare, *problema principală*, care o pun psihologii în fața programatorilor (elaboratorilor) de tehnologii computerizate de instruire și, a cărei soluție ar compensa acțiunea

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

Alături de problema influenței calculatorului asupra dezvoltării intelectuale, în centrul atenției psihologilor se află întrebările privind *motivația* instruiților în timpul lucrului cu calculatorul și influența instruirii computerizate asupra dezvoltării abilităților de comunicare. Într-un șir de cercetări științifice se menționează creșterea motivației cognitive a instruiților în timpul lucrului cu calculatorul, asociată cu efectul noutăților, posibilitatea comunicării interactive cu calculatorul. Motivația este, în același timp, și un produs al activității de învățare.

*Stimularea activității cognitive* a studenților este întotdeauna însoțită de organizarea *memorizării și reproducerii informației* de studiu. Studentul reprezintă subiectul activității de învățare, care este înainte de toate, determinat de motive. După cum am menționat mai sus, două tipuri de motive caracterizează în primul rând *specificitatea activității de învățare*: motivația extrinsecă (de a realiza, de a obține) și motivația cognitivă. Motivarea extrinsecă (externă sau indirectă), constă în determinarea studentului să se implice, să depună efort și să obțină rezultate pentru că acestea vor genera anumite reacții formale și informale, economice și moral-spirituale care îi vor produce satisfacții. Motivația extrinsecă este o motivație pe care o poți atinge cu factorii exteriori muncii pe care o faci și care nu izvorăște din specificul activității desfășurate. Motivația cognitivă reprezintă baza activității 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 cunoaște, învăța, inova, de a opera și „controla” mediul în care își desfășoară activitatea. Motivația cognitivă apare în situațiile problematice și se dezvoltă în interacțiunile și relațiile corecte dintre studenți, SCI și profesori. În timpul studiilor universitare se formează o bază puternică de competențe profesionale care oferă viitorului specialist posibilitatea de a ocupa o poziție în diviziunea muncii și de a-și exercita profesia aleasă, de a se familiariza cu metodele științifice, utile pentru formarea viitorului intelectual și soluționarea problemelor sociale.

Analiza teoretică a cercetărilor psihopedagogice cu privire la stimularea activității instructiv-cognitive arată că, activitatea cognitivă a studenților din instituțiile de învățământ superior ar trebui să fie legată de: *tendința de cunoaștere, de învățare, de înțelegere, de analiză, de explorare independentă; dorința de a cuprinde volumul crescând de informație instructivă; tendința de dobândire cu măiestrie (efectivă) a cunoștințelor și metodelor de activitate într-o perioadă optimală de timp; tendința de realizare și autorealizare, adică de a învinge obstacole și de a obține performanțe superioare, de a se întrece pe sine însuși și de a contribui în mod propriu și original la atingerea unor obiective profesionale sau sociale; necesitatea mobilizării eforturilor morale și volitive pentru atingerea scopului instructiv-cognitiv* [112, 113].

Se poate afirma că, stimularea cognitivă reprezintă calitatea activității cognitive a instruiților, în particular a activității de învățare. Aici, stimularea cognitivă este caracterizată prin tendința de învățare, manifestarea eforturilor intelectuale și volitive în procesul dobândirii cunoștințelor. Activarea cognitivă este privită ca căutare a unor impresii noi, pregătirea de activitatea de cunoaștere. Cel mai des inițiativa se manifestă în situații, când în fața studentului nu se pune nici un scop concret. El singur pentru sine își găsește obiectul cunoașterii și îl cercetează cu ajutorul mijloacelor cunoscute. Mai mult ca atât, activismul cognitiv este legat în continuu de interesul și independența cognitivă. Psihologii și pedagogii menționează faptul că, independența este determinată ca calitate fundamentală a personalității, care se manifestă în procesul de elaborare a exercițiilor cognitive și practice. Rubinstein S. L. determină independența ca justificare (validitate) conștientă a acțiunilor. El scrie că „independența omului, indiferent în care domeniul al vieții ea se manifestă, întotdeauna conturează personalitatea în întregime, în unicitatea aspectelor intelectuale, emoționale și de voință” [73].

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

Deci, activitatea de învățare a studenților în condițiile informatizării cuprinde: *prezența necesităților și motivelor de învățare, sarcinile de studii și realizarea lor în activitățile de învățare, verificarea și evaluarea rezultatelor, analiza modalităților de realizare, sistematizarea, colectarea, păstrarea, prelucrarea resurselor de informații noi*. Tehnologiile informaționale la etapa actuală de instruire influențează radical asupra caracterului activității de învățare: se mărește volumul informației studiate, se intensifică posibilitățile intelectuale ale instruiților, acționând asupra memoriei lor, emoțiilor și sferei motivaționale. Pe lângă acestea, ca urmare a transferului datelor informaționale necesare în calculator se lansează potențialul creativ al cadrelor didactice. Funcția profesorului în acest caz constă nu doar în structurarea mediului de instruire, ci și în analiza creativă a procesului de asimilare a materialului instructiv. De aceea apare necesitatea de a optimiza activitatea de învățare a studenților și a raționaliza activitatea cadrelor didactice.

În școala superioară modernă în calitate de *mijloace de optimizare se pot utiliza sisteme computerizate de instruire, manuale electronice etc.*, ce permit nu doar transmiterea informației instructive și analiza rezultatelor asimilării ei, ci și modelarea, raționalizarea, demonstrarea

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

*Așadar, sistemele computerizate de instruire pot deveni o metodă de optimizare a activității de învățare a studenților cu respectarea anumitor condiții pedagogice: disponibilitatea motivațională a studenților de a utiliza SCI în cadrul activității de învățare; SCI trebuie să fie structurat în regim interactiv, care permite dezvoltarea activității cognitive; utilizarea SCI nu trebuie să diminueze capacitatea de muncă a studenților; utilizarea SCI trebuie să dezvolte gândirea creativă.*

Crearea și implementarea SCI în procesul de studiu favorizează intensificarea activității mentale, creșterea motivației către studii la studenți și optimizarea procesului de instruire. Istoricul aplicării în practică a SCI la noi în țară și peste hotare indică faptul că dirijarea activității 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 considerație particularitățile psihofiziologice ale instruiților, precum particularitățile individuale, memoria, efectul oboselii.

### **1.3. Cerințele didactice față de elaborarea sistemelor computerizate de instruire**

Perfecționarea tehnologiei didactice atrage după sine modernizarea metodelor de învățământ, punerea de acord cu orientarea generală a învățământului cu toate coordonatele perfecționării lui. Procesul instructiv-educativ din cadru universitar încearcă o corelare a aspectelor sociale ale epocii pe care o parcurgem cu organizarea procesului de predare și instruire a studenților, fiind necesară o continuă modernizare. Se pornește de la premisa că învățământul este modern în măsura în care conținutul, metodele și formele sale de organizare pot da un răspund corespunzător cerințelor 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], Adăscăliței A. [31, 32], Căpățână Gh. [3, 44, 114], Lupu I. [42], Gremalschi A. [43], Guțu V. [45], Corlat S. [48], Cabac V. [54], Paiu M. [59] Deinego N. [61], și alții. Publicațiile referitoare la problematica elaborării și dezvoltării fundamentelor didactice ale instruirii computerizate denotă un interes deosebit al cercetătorilor, dar și al practicienilor față de instruire care de rând cu predarea și evaluarea, constituie un pilon fundamental al oricărui proces de instruire/formare [94].

Cercetările privind esența 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 tradiționale („fără mașini”), dar cu condiția că sistemul unor astfel de principii și conținutul fiecăreia dintre ele sunt optimizate din punct de vedere al abordării

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

Cercetările oamenilor de știință psihologi și pedagogi precum și practica pedagogică demonstrează faptul că, este posibil de învățat instruiții să studieze independent și creativ, incluzându-i în activitate organizată într-un mod deosebit, făcându-i stăpânii acestei activități. Studenții însă trebuie să fie motivați și trebuie să stabilească obiectivele activității de învățare, de asemenea este necesar să fie învățați metodele punerii în aplicare și gestionării acestora [73, 97, 112].

La studenți trebuie să fie dezvoltată abilitatea de a asimila experiențe noi, în temeiul formării unei gândiri critice și creative. De exemplu, studenții de la facultățile 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 științifică;
- de a căuta ideile dezvoltării științifice;
- de a crea modelul conceptual de rezolvare al problemelor;
- de a reprezenta soluția problemei sub formă de scheme, desene, formule, text;
- de a efectua experiment cu ajutorul modelelor fizice și matematice elaborate;
- de a analiza rezultatele experimentului.

Pentru a învăța metodele de bază necesare soluționării sarcinilor indicate este nevoie de: (1) sistemul computerizat, care asigură la toate etapele volumul necesar de informații și funcții de calcul; (2) metode didactice, formarea căutărilor, activitate creativă (metoda resurselor informaționale, metoda asociativă, modelarea computerizată etc.).

Învățământul modern promovează metodele de învățare active, învățarea bazată pe însușirea experienței conceptualizate a omeniului, dar și investigația proprie a realității și formarea de cunoștințe și experiențe prin efort propriu. În cadrul SCI moderne este accentuată tendința spre organizarea instruirii în forma dialogului interactiv dintre instruit și calculator. În plus, lucrul cu SCI permite trecerea de la formele reproductive de instruire (instruirea programată (dirijată de programe), verificarea automată) la formele productive de instruire (bazate pe gândirea creativă și critică). După părerea lui Albulescu I. (2000, p.99) sunt preferate metodele moderne productive de predare-învățare deoarece aceste pun accentul pe următoarele capacități:

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

- formarea de opinii, mentalități sau comportamente dezirabile.

Cheia unei astfel de abordări a domeniului didactic îl reprezintă plasarea instruitului în postura de agent al descoperirii de soluții, al instrucției și educației.

În practica elaborării SCI se urmărește tendința trecerii de la metoda învățării programate la instruirea liberă, precum și la metoda de modelare a mediului de învățare. În plus, numărul activităților de învățare programată nu se reduce, dar încep să se utilizeze pe scară largă metodele productive.

Un alt avantaj al SCI este existența feedback-ului. SCI asigură schimbul de informații la distanță atât între profesor și student, cât și între studenți. Cu toate acestea, este de remarcat faptul că, SCI existente în prezent sunt orientate, în principiu, la însușirea 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 regăsește ca un punct central și de maximă importanță în transformarea studentului. Problematizarea este privită ca o metodă care solicită studenților un efort intelectual orientat spre descoperirea de noi adevăruri, găsirea soluțiilor unor probleme. Ea poate fi definită ca o modalitate de instruire prin crearea unor „situații problemă” ce solicită studenților utilizarea, restructurarea și completarea unor cunoștințe anterioare în vederea soluționării acestor situații pe baza experienței anterioare și a efortului personal. Problematizarea este un proces în care instruitul trece pe primul plan, fiind puține situațiile didactice în care se evidențiază în mod excesiv rolul și personalitatea cadrului didactic. El trebuie să intervină mai rar și numai atunci când este necesar pentru a lăsa instruiților posibilitatea de a-și manifesta din plin modul lor de a gândi, de a căuta și de a executa. Metoda problematizării poate fi utilizată într-un mod specific, și 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 învățarea disciplinei de studiu, luând în considerare obiectivele procesului de învățare [37]. Potrivit opiniei cercetătorului Căpățână Gh. realizarea deplină a problematizării este posibilă la crearea unui mediu activ de instruire, materialul instructiv este reprezentat în formă de „situații problemă” [114]. Problema și rezolvarea acesteia sunt privite ca o chestiune de aplicare, de întărire sau de verificare a unor reguli învățate anterior, iar „situația problemă” desemnează o stare contradictorie, conflictuală, ce rezultă din trăirea simultană a două realități - experiența trecută și elementul de noutate, de surpriză, pe care nu îl cunoaște - incompatibile între ele. „Situația problemă” deschide calea spre căutare și descoperire, spre intuirea unor noi soluții, a unor realități absente între vechi și nou. Activitățile de cunoaștere contribuie într-o mare măsură la dezvoltarea personalității instruitului.



Didactica contemporană acordă o importanță deosebită de asemenea observației independente, experimentului, dialogului dirijat de calculator, învățării prin descoperire, formulării și realizării de probleme, precum și altor modalități cu caracter problematizat. Toate aceste metode și procedee didactice cu multiple valențe informativ-formative fac parte din strategia problematizării, care pot fi utilizată în instruirea computerizată.

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

1. Metoda resurselor informaționale. Presupune colectarea, păstrarea și organizarea unui volum enorm de text, grafică, informații 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 preferințele 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 relații, aspecte, poziții de asimilare a materialului (un anumit grad de integrare între diferite domenii ale cunoașterii și între diferite abordări, ca și utilizarea unui limbaj comun permițând schimburi de ordin conceptual și metodologic). Conform acestei metode, profesorul formează un mediu de instruire bine structurat și 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 și a rezultatelor de instruire dobândite. Pentru aceasta, deseori, programele unor astfel de sisteme sunt dotate cu mecanisme speciale pentru înregistrarea tuturor activităților de învățare ale studenților, fapt care permite profesorului să studieze în detaliu procesul de asimilare a materialului de către studenți și de a introduce în programe modificările și completările necesare.

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

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

4. Modelarea computerizată. Înlocuirea sistemului real prin modele matematice și realizarea lor pe calculator oferă mari posibilități cercetătorului. În locul unui experiment costisitor într-un diapazon limitat, cercetarea parametrilor poate fi studiat practic sub orice formă în prezența oricăror modificări a caracteristicilor sale. Eficacitatea punerii în aplicare a acestei metode în practica pedagogică este evidentă și 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 susținere a programelor de modelare elaborate de autori.

În planul instruirii productive, destul de promițătoare sunt sistemele expert-instructive [4]. Acestea includ în sine patru componente principale: 1) modelul expertului în domeniul disciplinei (cunoștințele în domeniul disciplinei), 2) modelul expertului instruirii (cunoștințe privind strategiile și tacticile instruirii, stabilirea cauzelor greșelilor), 3) modelul instruitului, 4) mijloace de asigurare a interfeței sistemului cu studentul și 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 informații, coordonează activitatea instruitului către rezultatul final, adică îndeplinirea sarcinilor instructive.

Deci, tehnologiile computerizate dispun de un potențial didactic considerabil. Din punctul de vedere al posibilităților didactice ale calculatorului, ne referim la posibilitățile și potențialul software-urilor pedagogice. Anume acestea sunt purtătoarele unor astfel de proprietăți, care determină eficacitatea calculatorului în procesul de învățământ. 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 învățământ, orientat spre organizarea activităților studenților. În acest sens, tendințele de dezvoltare a didacticii permit evidențierea următoarelor cerințe față de software-urile pedagogice:

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

- de a servi în calitate de instrument de punere în aplicare a principiului didactic de reflecție, care necesită din partea studentului studierea independentă a disciplinei și formarea unui anumit sistem de cunoștințe, luând în considerare caracteristicile cognitive;
- de a nu interveni în contradicție cu principiile și regulamentele pedagogiei tradiționale.

Într-o strânsă legătură cu cerințele de mai sus sunt și *principiile de proiectare* a noilor tehnologii la elaborarea programelor specializate de instruire. Acestea includ: principiul integrității, principiul reproducerii informației; principiul adaptării procesului de instruire asupra personalității; principiul surplusului potențial de informație educațională, care necesită elaborarea programelor de instruire pentru învățarea generalizată a disciplinei și aplicarea corectă a acestora la rezolvarea itemilor de verificare, cuprinzând întreg materialul de studiu.

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

După părerea lui Коновалец Л. [85, p. 47] studierea unei discipline reale cu ajutorul modelului său computerizat devine instrumentul cel mai important de cunoaștere. Completând și modificând modelul, se poate obține 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 și *modelul abstract-logic*, reflectă trăsăturile de bază ale procesului real și permite obținerea de noi informații despre el. Prin urmare, direcția actuală de cercetare pedagogică este reprezentată prin utilizarea TIC în predarea științelor naturale reale și profesional generale.

Una dintre disciplinele fundamentale în ciclul universitar și un domeniu de cercetare științifică, ce dezvoltă gândirea și intuiția viitorului informatician, este „*Inteligența artificială*”. Condițiile didactice ale predării tradiționale a disciplinei „*Inteligența artificială*”, precum și aspectele informatizării sunt expuse destul de detaliat în lucrările autorilor Dumitrescu D. [139], Todorean G., Costeliu M., Giurgiu M., [140], Zănah S., Maga A. [141], Cârstoiu D. [142], Dorin Z., Năstase P. ș.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., Lăsâi S., Sturza G. [150], Cotelea V [151]. La realizarea tezei de doctor s-a utilizat ca fundament teoretic pentru SCI la „*Inteligența artificială*” anume lucrările autorilor enumerați.

Formarea unor competențe temeinice în domeniul inteligenței artificiale este posibilă doar în rezultatul muncii independente. Prin urmare, la elaborarea și implementarea SCI în

procesul de învățare a cursului „*Inteligența artificială*”, apare posibilitatea obținerii resurselor necesare în orice timp, comod pentru instruit. Studentul poate fără un algoritm dificil de acțiuni din partea computerului sau profesorului, să-și mobilizeze achizițiile pentru rezolvarea „situațiilor-problemă” propuse, sporindu-și liber nivelul competențelor sale.

Trecând la elaborarea SCI, s-a cercetat experiența instituțiilor de învățământ superior în această direcție. În prezent se cercetează și se elaborează astfel de sisteme în numeroase instituții superioare de învățământ. Printre cele mai importante le putem menționa pe următoarele: Universitatea Braun (SUA), Institutul Mediului Computerizat al Universității Stockholm (Suedia), Laboratorul Instruirii Automatizate al Clubului din Paris, Institutul de Cibernetică IEM (Institutul de Energetică din Moscova), Universitatea „Politehnica” București și Centrul de Cercetări Avansate în Învățare Automată, Prelucrarea Limbajului Natural și Modelare Conceptuală al Academiei Române [38, 70, 93, 132]. În țările 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 și PASCAL. În numeroase țări 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, ș.a.) [11, 109, 154]. Neajunsul acestor sisteme constă în orientarea insuficientă a lor în scopuri educaționale ce a limitat utilizarea lor pe scară largă. Putem menționa 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 și lecțiilor de laborator; formarea printr-o metodică specială a sarcinilor individuale; realizarea programelor de calcul; vizualizarea rezultatelor testării, imprimarea rezultatelor; stabilirea timpului pentru răspuns, introducerea și prelucrarea statisticilor [155].

În pofida avantajelor evidente, sistemele computerizate de instruire actuale, au dezavantaje: în cadrul acestora, nu sunt prezentate sarcini ale inteligenței artificiale pentru soluționare interactivă, nu există scenarii optime de interacțiune a utilizatorului cu acestea, nu este inclusă deplin activitatea de învățare a instruiților.

SCI sunt eficiente maximal atunci, când realizează toate etapele ciclului didactic: formularea sarcinii cognitive, prezentarea conținutului materialului instructiv, utilizarea cunoștințelor elementare (organizarea activității privind îndeplinirea sarcinilor particulare, în rezultatul cărora are loc formarea cunoștințelor științifice), obținerea feedback-ului (controlul activității studenților), pregătirea pentru alte activități de instruire (sarcinile sunt orientate pentru autoinstruire, pentru citirea literaturii suplimentare). SCI trebuie să asigure o pregătire

metodologică corectă și să emită studentului materialul instructiv, activizând și gestionând activitatea cognitivă a instruiților.

SCI, privit ca un sistem de gestionare a activității cognitive la studenți, *în primul rând* trebuie să îndeplinească cerințele fundamentale ale didacticii tradiționale [66]: (1) să conțină toate materialele didactice, necesare pentru studierea unui anumit curs, asigurând cerințele metodologice, necesare pentru procesul de instruire; (2) să aplice diferite tipuri de activități de instruire (instruire cu evaluări curente, autoinstruire, autoevaluare, servicii informaționale, asistență); (3) în timpul verificării cunoștințelor, să emită mesaje diagnostice cu privire la acțiunile greșite ale instruitului; (4) să asigure în procesul de instruire și control păstrarea și eliberarea datelor statistice privind progresele fiecărui instruit.

În al *doilea rând*, ca un mijloc de învățare eficientă, SCI trebuie să creeze o astfel de situație problemă și să „implice” instruitul într-un astfel de mediu de informații, care: a) îl impune să evidențieze și să pună problema care trebuie să fie rezolvată, să propună soluțiile posibile și să le testeze, reieșind din datele disponibile; b) să-l învețe să tragă concluzii în conformitate cu rezultatele testării, să utilizeze rezultatele la datele noi și să facă generalizări.

În loc de două probleme - transmiterea de cunoștințe și formarea abilităților și priceperilor de aplicare a acestora - trebuie să rezolve: formarea unor astfel de activități, care de la bun început includ sistemul dat de cunoștințe și asigură punerea lor în aplicare.

Procesul de învățare, în acest context, apare ca un lanț de situații de instruire, ce formează atât conținutul SCI, precum și posibilitățile lui de modelare. Nucleul cognitiv a SCI include sarcinile instructiv-cognitive, iar baza metodică - colaborarea pedagogului și instruiților 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 și redactarea programelor de instruire; (2) introducerea rapidă a modificărilor în fragmentele de informații și de program; (3) efectuarea adaptării destul de simple, potrivit unui tip specific prin configurarea computerului și sistemului de operare.

Astfel, utilizarea TIC în elaborarea și utilizarea SCI, pune pe astfel de sisteme, destule cerințe didactice specifice de instruire: cerințe privind asigurarea individualității, interactivitatea, adaptarea, sistematizarea, problematica și legătura structural-funcțională de reprezentare a materialului de studiu, integritatea și continuitatea ciclului didactic de instruire, necesitatea realizării maxime a posibilităților de vizualizare computerizată a informației educaționale.

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

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

#### **1.4. Abordarea prin competențe și centrarea pe finalități a procesului de studiu**

Piața muncii înaintea specialistului contemporan o gamă de noi cerințe, care sunt luate în considerație insuficient în programele de pregătire a specialiștilor în învățământul superior. Aceste cerințe se referă la capacitățile de a lucra în echipă, de a lua autonom deciziile, de a rezista la situații de stres, de a accepta și promova inovațiile unei societăți bazate pe cunoaștere, pe învățare pe tot parcursul vieții și învățare în toate sferele sociale. Companiile au nevoie de specialiști de o înaltă calificare, competitivi, ce posedă cunoștințe și abilități și se adaptează repede și flexibil la condițiile schimbătoare ale informaticii. Ca rezultat, se modifică structura procesului de învățământ și abordările față de pregătirea specialiștilor, inclusiv a specialiștilor din domeniul TIC.

Se constată astfel că, pe de o parte, există *necesitatea de a optimiza procesul de instruire* în universități prin utilizarea unor strategii personalizate, iar, pe de altă parte, *schimbările care se produc în arhitectura învățământului superior* autohton, în legătură cu integrarea acestuia în spațiul educațional european, internaționalizarea pieței muncii și mobilitatea studenților orientează procesul de învățământ spre calitate și spre abordarea prin competențe.

Abordarea prin competențe a procesului de instruire este o practică implementată în sistemul de învățământ din Republica Moldova, care tind să alinieze finalitățile învățării la cerințele pieței de muncă. De fapt, finalitatea prioritară a instruirii devenind formarea unui caracter integru și dezvoltarea unui sistem de *competențe*, care sunt „interpretate ca rezultate ale învățării (*ieșiri*), prin opoziție cu obiectivele educaționale (considerate *intrări*)” [156].

Noțiunea de competență nu este un concept nou, însă, nu s-a reușit atribuirea unei definiții ce ar îngloba totalitatea conotațiilor și 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 definiții asupra competenței, diferite de la un autor la altul, la baza abordării cărora se lua aspectul cognitiv, atitudinal și intelectual. Diferitele tendințe în cercetările științifice în domeniile psihologiei, educației, ergonomiei și sociologiei au ajutat la definirea paradigmei generale a competenței, fiecare din propria sa perspectivă.

Primele contururi ale termenului de competență are origini în psihologie și a fost introdus de către psiholingvistul Chomsky N. în 1965 și definit drept „aptitudinea de a produce și înțelege un număr infinit de enunțuri, reguli, principii, acțiuni, moduri sau modele practice de a se comporta, strategii preferențiale sau stiluri productive în profesie” [157]. Aducem în continuare cele mai reprezentative, în opinia noastră, definiții propuse de autorii:

- Cucuș C. competența reprezintă „ansambluri structurate de cunoștințe și deprinderi dobândite prin învățare ce apar ca structuri operante cu ajutorul cărora se pot identifica și rezolva, în contexte diverse, probleme caracteristice unui anumit domeniu” [158];
- Copilu C. consideră că competența se obține în rezultatul „interacțiunii a 3C: Competența = Cunoștințe, Capacități, Comportament (C = CCC)” [159, p. 154];
- Jinga I. și Istrati E. definesc competența drept capacitatea cuiva de a soluționa o problemă, de a lua decizii potrivite, de a îndeplini o misiune sau de a practica o profesie în bune condiții și cu rezultate recunoscute ca fiind bune. Competența se probează prin cunoștințe temeinice, prin priceperea și abilitatea de a se folosi de ele în desfășurarea unei anumite activități și de a obține rezultate apreciate de cei din jur [160, p.77];
- Guțu V., Muraru E. și Dandara O., reprezintă competența ca capacitate sau abilitate complexă de realizare a obiectivelor, prin stabilirea conexiunii dintre cunoștințe, abilități și atitudini, ce presupune o bună cunoaștere a domeniului, abilități, motivație și atitudine pozitivă față de sfera de activitate [94];
- Callo T. definește competența prin „capacitate remarcabilă profesională, izvorâtă din cunoștințe și practică, capacitatea de a asocia o clasă de probleme identificată cu precizie cu o programă de aplicare determinată” [161, p.58];
- Botnari V. definește competența ca o „integralitate imanentă a achizițiilor subiectului din momentul în care acceptă și își propune să atingă un scop” [162, p.86].

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

- *Cunoștințele* reprezintă date structurate (noțiuni, idei, informații), necesare pentru efectuarea activității. Cunoștințele reprezintă contextul intelectual în care activează persoana.
- *Capacitățile/abilități* sunt însușiri intelectuale, constituite din operațiuni mentale, mecanisme de gândire ale persoanei, care oferă posibilitatea reușitei într-un anumit domeniu de activitate.
- *Atitudinile* sunt predispoziții înnăscute ale persoanei, care exprimă raporturi comportamentale și afective la diferite aspecte ale realității.

Prin urmare, abordarea holistică identifică și analizează condițiile și modurile de raționament și de comportament considerate esențiale pentru viața persoanei, adică cele capabile de a determina succesul, realizarea și acțiunile eficiente, atât în viața profesională cât și în cea personală.

O altă abordare a competenței o întâlnim în contribuțiile valoroase ale cercetătorilor în educație Jonnaert Ph. [133], Perrenoud Ph. [163], Minder M.[164], Roegiers X. [165, 166], Лебедев О.Е. [167], Эльконин Д. Б. [168], Cabac V. [53] și alții. Cercetătorul sociolog

Perrenoud Ph. în anul 1995 considera competența ca o potențialitate genetică a spiritului uman de nivel superior, care necesită integrarea a mai multor resurse cognitive în tratarea unor situații complexe [163]. Minder M. a propus o definiție mai succintă, în care competența înseamnă cunoștințe dinamice potențial mobilizabile într-un mare număr de situații diferite de același tip [164]. Эльконин Д. Б., definește competența ca un rezultat al învățării ce se conturează prin disponibilitatea subiectului de a mobiliza, reorganiza resursele interne și 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, *competența*, reprezintă nu doar unele achiziții (cunoștințe, abilități/deprinderi, atitudini, proceduri etc.), dar în același timp, și mobilizarea în mod concret a acestor achiziții pentru a rezolva o situație-problemă dată. Mai exact, după cercetătorul Cabac V. competența este „o structură dinamică, formată în rezultatul învățării, activității profesionale și practicii trăite, care organizează activitatea unei persoane, plasate într-o situație, într-un context determinat, prin alegerea, mobilizarea și coordonarea unui ansamblu diversificat de resurse pentru tratarea reușită a situației” [53, p.133].

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

- *Resursele* pe care trebuie să le mobilizeze cel ce învață. Resursele pot fi de două tipuri: interne (cunoștințe, capacități etc.) și externe (un manual, un produs software etc.). Potrivit definiției propuse de Roegiers X., competența reprezintă „un set integrat de resurse (*savoir (să știi)*, *savoir-faire (să știi să faci)*, *savoir-être (să știi să fii)*) mobilizate pentru a rezolva o situație complexă care aparține unei familii de situații-problemă” [166, p.44]. Componenta „*savoir-dire*” are scopul de a interioriza conștient informația comunicată, prin utilizarea metodelor, care implică anumite procese psihice (senzația, percepția, memoria, unele operații elementare de gândire), referitoare la procesul de informare/documentare/asimilare a cunoștințelor. Componenta „*savoir-faire*” are scopul de a dezvolta la maximum capacitățile intelectuale și psihomotorii ale celor ce învață, determinându-le locul real al acestora în viitor. Componenta „*savoir-être*” urmărește să creeze celor ce învață atitudini/comportamente (voință, afectivitate, emoții, motivații) în contextul condițiilor sociale bine determinate;
- *Situațiile* în care este plasat cel ce învață și care urmează a fi rezolvate/tratate cu succes. Mobilizarea resurselor are loc în cadrul unei familii de situații, numite de Roegiers X. situații „*șintă*”, și în contextul rezolvării unor probleme reale;
- *Acțiunile* ce necesită a fi întreprinse de către cel ce învață. Tocmai această abordare o întâlnim la autorii germani și ruși. Unul din promotorii acestei abordări este germanul Arnold R. care susține că „competența se referă la capacitatea unei persoane de a acționa”



[169, p.10]. Ideea apare și mai clar conturată la cercetătorul rus Лебедев О.Е. care definește competența drept “capacitatea de a acționa în situație de incertitudine” [167].

Din cele expuse conchidem că competența presupune *acțiunile* întreprinse de cel ce învață, care îi permit identificarea și rezolvarea cu succes a unei *sarcini* complexe, prin mobilizarea *resurselor* disponibile în diverse *situații* de învățare/profesionale/de viață.

În cadrul cercetării noastre vom considera că, o *competență poate fi demonstrată numai într-o situație, într-un context definit (educație, muncă, dezvoltare profesională sau personală), prin selectarea, mobilizarea și integrarea unui set diversificat de resurse (cunoștințe, capacități, comportamente) dobândite, care fac posibilă realizarea unor acțiuni pertinente în vederea tratării/soluționării cu succes a situației specifice.*

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

1. *Mobilizarea unui ansamblu de resurse* se manifestă prin specificarea cunoștințelor, experiențelor, schemelor, automatismelor etc. necesare pentru formarea competenței;
2. *Caracterul finalizat* se manifestă prin modul în care sunt mobilizate ansamblul de resurse. Resursele sunt folosite conștient de purtătorul competenței, astfel căpătând „funcționalitate”;
3. *Relația cu un ansamblu de situații* ține de faptul că mobilizarea resurselor are loc în cadrul unui ansamblu de situații reale și în contextul rezolvării unor probleme reale;
4. *Caracterul disciplinar* se manifestă prin aceea că competența este deseori definită printr-o familie de situații corespunzătoare unor probleme specifice disciplinei, provenite și ele direct din exigențele disciplinei. Fără îndoială, anumite competențe ce aparțin diferitelor discipline sunt uneori apropiate una de alta, fiind, așadar, mai ușor transferabile;
5. *Evaluabilitatea*. Competența este o mărime evaluabilă, deoarece poate fi măsurată prin calitatea îndeplinirii sarcinii și prin calitatea rezultatului [165, p.68-70].

De asemenea, literatura de specialitate descrie cinci etape prin care trece procesul de însușire a competenței: (1) *motivarea* celui ce învață; (2) *structurarea* cunoștințelor; (3) *integrarea* cunoștințelor în sistemul de cunoștințe ale celui ce învață; (4) *adaptarea* cunoștințelor integrate la situații noi; (5) *îmbogățirea* cunoștințelor.

Pe măsura introducerii în practica educațională, conceptul de competență a căpătat noi forme și conținut. Abordarea prin competențe se întâlnește în lucrările lui De Ketele J.-M. [170], de la sfârșitul anilor 80 bazată pe noțiunea de obiectiv terminal al integrării, apoi dezvoltată sub termenul de *pedagogie a integrării* de către Roegiers X. în anii 2000 și capătă amploare în multe țări din Europa. Politicile europene au plasat abordarea centrată pe formarea și dezvoltarea

competențelor în centrul diferitelor inițiative și propuneri instituționale legate de procesele de modernizare și reformă ale învățământului, formării și muncii.

Procesul de formare a specialiștilor în Republica Moldova începe cu formarea inițială în cadrul învățământului superior și evoluează odată cu formarea continuă prin perfecționarea din timpul activității profesionale. Prin formarea inițială vom înțelege dezvoltarea la viitorul specialist, prin intermediul activităților teoretice și practice specifice, a competențelor circumscrise profesiei respective. Aceste competențe în învățământul superior contemporan au primit denumirea de *competențe profesionale*, care semnifică capacitatea dovedită de a selecta, transfera, combina și aplica armonios cunoștințe, abilități și alte achiziții (valori și atitudini), în situații și medii de muncă diverse, pentru a realiza cu succes activitățile cerute la locul de muncă, în condiții de eficacitate și eficiență. *Competența profesională* include competențe profesionale *generale*, ce reflectă esența pregătirii într-un anumit domeniu profesional și competențe profesionale *specifice* - achiziții și deprinderi practice specifice disciplinei de studiu.

În această ordine de idei, a fi competent într-o activitate înseamnă: a utiliza cunoștințele de specialitate în situații practice variate; a folosi deprinderi specifice; a analiza și a lua decizii; a manifesta creativitate în acțiuni; a lucra cu alții ca membru al unei echipe; a comunica eficient; a se adapta la mediul de muncă specific; a face față situațiilor neprevăzute.

Abordările bazate pe competențe permit *recuperarea și evaluarea resurselor* pe care fiecare persoană le are ca rezultat al procesului de transferare a experiențelor de viață în diferite sfere (atât în sfera educațională, la locul de muncă cât și în afara pieței muncii). Recuperarea acestor resurse precum și valorificarea acestora ca lucruri pozitive este condiția fundamentală a implementării unui proces de plasare pe piața muncii și a unei incluziuni sociale mai ample.

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

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

2. Acordarea unui sens învățării, pentru a demonstra studentului la ce servește ceea ce învață el. Trebuie evitată învățarea pe de rost a materiei și abilităților goale, care-l plictisesc pe student și nu-i provoacă dorința de a învăța. Dimpotrivă, abordarea prin competențe îl învață să pună permanent cunoștințele în situații ce au sens pentru el, și să utilizeze aceste achiziții în situațiile date.

3. Certificarea realizărilor studentului în termeni de rezolvare a situațiilor practice, și nu în termeni de sumă a cunoștințelor și abilităților pe care studentul se grăbește să le uite, sau nu știe cum să le utilizeze în viața profesională.

*Identificarea, recunoașterea, validarea și certificarea* competențelor studenților reprezintă diferite moduri de abordare ale aceleași probleme și anume, cea a politicilor pentru competențe și a politicilor de competențe; o problemă care, la rândul său, face apel la politicile europene pentru a sprijini capacitatea de inserție profesională a specialiștilor, în vederea creșterii echilibrate și favorabile a includerii în societatea modernă.

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

În termeni semantici, competența nu corespunde doar achizițiilor cognitive ce au loc la cursurile de formare, ci mai degrabă corespunde cu ceea ce cei ce învață sunt capabili să facă la nivel profesional. Adică se referă la setul de resurse (abilități și atitudini) care oferă viitorilor specialiști posibilitatea de a face față complexității mediului profesional, în conformitate cu o perspectivă capabilă de a combina și integra progresiv aceste resurse la locul de muncă, precum și de a le dezvolta sau perfecționa semnificativ pe tot parcursul vieții.

În termeni funcționali, competențele au ajuns gradual să fie înțelese ca un limbaj capabil de creare a unui dialog între diferite sisteme (educație și calificări; figuri profesionale și roluri în muncă; categorii de viață și alte experiențe individuale diverse).

*În cercetarea noastră am optat pentru modalitatea de dezvoltare a competențelor bazată pe logica acțiunii generative, care a fost dezvoltată, completată și adaptată la condițiile învățământului universitar.* Dezvoltarea bazată pe *logica acțiunii generative* presupune o învățare realizată în situații profesionale; această modalitate se bazează pe metoda încercărilor și erorilor în diferite contexte.

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

1. *Structurarea resurselor.* Această etapă presupune asimilarea tuturor resurselor necesare pentru soluționarea/tratarea unei anumite situații.
2. *Integrarea resurselor.* Odată formate, resursele necesită a fi integrate în situații concrete.
3. *Transfer sau adaptarea la situații noi.* În cadrul acestei etape sunt propuse situații care diferă, dar nu considerabil de situațiile din cadrul etapei a doua. Astfel, dacă situația este rezolvată/trată, atunci transferul este realizat. Prin urmare, se poate menționa că studentul își poate manifesta competența în anumite situații.

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

situații în care va fi exersată competența; (2) învățarea de bază – completarea resurselor, structurarea conținuturilor; (3) integrarea – antrenamentul; (4) transferul – adaptarea competenței la situații noi din aceeași familie de situații; (5) îmbogățirea – dezvoltarea de mai departe a competenței” [55, p. 22]. Modelul propus de autorii menționați vine să completeze modelul moderat, deși nu poate fi aplicat integral în cadrul cercetării noastre, acesta urmează a fi completat și adaptat specificului inteligenței artificiale.

În concluzie, e necesar de a menționa că pentru activitatea profesională eficientă în noile condiții, specialistului nu-i este de ajuns să aibă cunoștințe, deprinderi și abilități profesionale. La pregătirea profesională (și calificare) într-o instituție de învățământ superior este necesar de a atrage atenția asupra dezvoltării *potențialului adaptiv* a viitorului specialist, ce este posibil prin utilizarea abordării prin competențe în procesul educațional și elaborării strategiilor de adaptare profesională a viitorilor specialiști.

### **1.5. „Inteligența artificială” în contextul învățământului universitar al altor țări. Studiu comparativ**

Republica Moldova, la fel ca și întreaga lume, asistă la o etapă a evoluției civilizației umane moderne, fondată ca o societate a cunoașterii, ce se bazează din ce în ce mai mult pe sisteme software și hardware complexe în care „*inteligenta*” componentelor este creată pornind de la *reprezentarea explicită a cunoștințelor, raționament automat, autonomia componentelor, adaptare, extragere și regăsire inteligentă de informații*. În prezent, era cunoașterii aflată în plina desfășurare a implicat transformări de o profunzime nemaîntâlnită la nivelul economiei și societății. Vorbim despre o societate în care cunoașterea și capitalul intelectual au devenit cea mai prețioasă resursă, când în economia bazată pe cunoaștere există un enorm potențial de utilizare a sistemelor inteligente pentru maximizarea capacităților și a competitivității [171]. *Tehnicile de programare automată și ingineria cunoștințelor* vin în sprijinul managementului cunoștințelor, tehnologiei agenților software, abordărilor bazate pe teoria jocurilor, ce pot fi implicate în activități de comerț electronic, data mining și sistemelor bazate pe raționament, ce pot fi folosite eficient în managementul relațiilor cu clienții. Așadar, multe dintre conceptele și instrumentele de inteligență artificială sunt (sau pot fi) aplicate în managementul cunoștințelor, inclusiv pentru obținerea unor soluții viabile la rezolvarea problemelor care implică lucrul cu date complexe. Ca orice alt sistem informatic, sistemele de inteligență 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 oportunități neexplorate până la moment. Pentru a forma și dezvolta parametrii *competenței profesionale*, necesare cadrelor calificate – inginerilor programatori, cercetătorilor ce vor activa în domeniile economiei naționale și nu numai, capabili atât să exploateze eficient sistemele inteligente existente, cât și să

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

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

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

Denumirea instituției	Conținutul tematic al cursului	Proiecte/ cercetare	Nr. de ore/ Instrumente
Iowa State University (SUA), <a href="http://www.iastate.edu">www.iastate.edu</a>	Rețele neuronale; Algoritmi genetici; Modele de învățare; Modelare cognitivă; Agenți software; Reprezentarea cunoștințelor; Data mining..	Proiecte în echipe de 2-3 membri: Data mining cu agenți inteligenți; Re prezentarea temporală și spațială a cunoștințelor; Agenți inteligenți pentru diagnosticare, analize de risc.	2-C; nespecificat-L/ pentru implementare C++, Java, Lisp
University of Texas (SUA), <a href="http://www.utexas.edu">www.utexas.edu</a>	Rețele neuronale; Calculul simbolic; Procesarea limbajului natural; Sisteme de achiziție a cunoștințelor.	Proiecte în echipe de 5-10 membri: Demonstrarea automată a teoremelor; Roboți inteligenți; Algoritmi de planificare și căutare; Parser pentru limbaj natural; Recunoașterea formelor și a vocii.	- / Java, Lisp
Brown University (SUA), <a href="http://www.brown.edu">www.brown.edu</a>	Introducere în IA; Agenți software; Procesarea limbajului natural; Roboți mobili; Data mining.	Agenți inteligenți în jocurile pe Internet; Procesarea (statistica) în limbaj natural; Agenți web pentru tranzacțiile on- line.	- / Java, C++
Massachusetts Institute of Technology (SUA), <a href="http://www.mit.edu">www.mit.edu</a>	Rețele neuronale; Introducere în IA; Învățare automată; Procesarea limbajului natural; Sisteme expert; Data mining.	Planificarea traficului aerian; Parsere on- line; Recunoașterea simbolurilor; Filtrarea și eliminarea mailurilor de tip <i>spam</i> .	2-C; nespecificat-L/ Java, C++, Scheme (variante Prolog)
Stanford University (SUA),	Rețele neuronale; Algoritmi genetici; Agenți	Indexarea eficientă a textelor; Căutări și clasterizări pe web;	3-C; 3-L/ Java

<a href="http://www.stanford.edu">www.stanford.edu</a>	intelligenți; Reprezentarea cunoștințelor; Algoritmi de planificare în condiții de incertitudine; Învățare, percepție și cunoaștere; Web mining	Planificare și dirijare agenți.	
University of Harvard (SUA), <a href="http://www.harvard.edu">www.harvard.edu</a>	Rețele neuronale; Algoritmi genetici; Introducere în IA; Tehnici de căutare; Procesarea limbajului natural; Sisteme expert; Reprezentarea cunoștințelor.	Proiect individual în Lisp	2-C; 2-L/ Java, Lisp, C++
University of Geneva (Elveția), <a href="http://cui.unige.ch">http://cui.unige.ch</a>	Rețele neuronale; Data/Text Mining; Învățare automată.	Aplicații ale rețelelor neuronale; Aplicații data - mining în biologie moleculară.	2-C; 2-S;1-L/ nespecificat
University of Sussex (Marea Britanie), <a href="http://www.sussex.ac.uk">www.sussex.ac.uk</a>	Rețele neuronale; Algoritmi genetici; Sisteme adaptive; Data mining; Procesarea limbajului natural; Reprezentare și raționament (programare logică).	2 teme și 2 eseuri: Rețele neuronale pentru clasificări, asocieri, recunoașteri de forme; Web mining; Sisteme multilingvistice; Aplicații pentru dialog user-computer; Recunoașterea de pattern-uri; Editor vizual pentru rețelele semantice.	2-C; 2-L/ Matlab, Prolog, Java
Universitatea M.V. Lomonosov din Moscova, <a href="http://www.msu.ru">www.msu.ru</a>	Introducere în IA; Reprezentarea cunoștințelor; Sisteme expert; Algoritmi de planificare și căutare; Limbajele inteligenței artificiale; Programarea logică; Învățare automată; Robotică; Data mining.	Fiecare modul se termină cu un proiect individual: Sisteme de raționament pe bazate pe cunoștințe; Rețele neuronale; Învățare automată pentru sistemele de luare a deciziilor în timp real.	2-C; 2-L/ Java, C++, LISP, Prolog
Universitatea de Stat din Sankt Petersburg, <a href="http://www.spbu.ru">www.spbu.ru</a>	Rețele neuronale; Algoritmi genetici; Sisteme expert; Controlul roboților; Managementul cunoștințelor; Planificarea și controlul transmiterii datelor.	Procesarea semnalelor; Decizii în condiții de incertitudine și complexitate; Recunoașterea vocii, a imaginilor; Construirea sistemelor de control și distribuție; Planificarea cursurilor și examenelor prin algoritmi genetici.	Nespecificat
Univ. „Babes-Bolyai” Cluj – Napoca, <a href="http://www.ubbcluj.ro">www.ubbcluj.ro</a>	Rețele neuronale; Metode de rezolvare a problemelor; Reprezentarea cunoașterii (logica predicatelor, metode procedurale, rețele semantice); Învățarea în sistemele de inteligență artificială (achiziția	Nespecificat	2-C, 1-S;1-L/ Nespecificat

	simbolică, instruire neuronală).		
Universitatea Timișoara, <a href="http://www.uvt.ro">www.uvt.ro</a>	Rețele neuronale; Algoritmi genetici; Sisteme formale; Rețele semantice; Modele cognitive și conștiința subiectivă.	Simulare perceptron; Prelucrarea seriilor temporale; Simulare multinivel, Kohonen, Hopfield și recurente; Prelucrare și recunoaștere imagini	2,5-C; 2-L/ Lisp, Matlab, C++, Java
Universitatea București, <a href="http://www.unibuc.ro">www.unibuc.ro</a>	Introducere în IA; Data mining; Procesarea limbajului natural și tehnologia limbajului; Rețele neuronale; Sisteme bazate pe cunoștințe; Programare automată.	Nespecificat	2-C; 1-S;1-L/ Matlab, Exsys (pentru sisteme bazate pe reguli), C++
Universitatea Iași, <a href="http://www.uaic.ro">www.uaic.ro</a>	Rețele neuronale; Reprezentarea cunoașterii; Sisteme bazate pe cunoștințe; Rețele semantice; Logica predicatelor; Mulțimi fuzzy; Imagistica computerizată.	Restaurare, segmentare, potrivire imagini; Rețele neuronale în recunoașteri de forme; Recunoașterea simbolurilor muzicale.	- / Nespecificat
Universitatea Liberă Internațională din Moldova, <a href="http://www.ulim.md">www.ulim.md</a>	Bazele cunoștinței inteligenței artificiale; Sisteme expert; Elemente de logică; Limbajul de programare Prolog.	Reprezentarea cunoștințelor; Aplicații ale sistemelor expert; Proiecte individuale în Prolog.	1-C; 1-L/ Nespecificat
Universitatea Tehnică din Moldova, <a href="http://www.utm.md">www.utm.md</a>	Tehnologii ale limbajului natural; Sisteme de inteligență artificială; Sisteme bazate pe cunoștințe; Data mining.	Procesarea informației nestructurate, traducerea automată a textelor, mașini de căutare a informației, lingvistica computațională; Achiziții de date și instrumentație virtuală.	2-C; 2-L/ C++, Lisp, Prolog, Java.
Universitatea de Stat din Tiraspol, <a href="http://www.ust.md">www.ust.md</a>	Programare logică; Algoritmi genetici; Inteligența artificială; Sisteme expert	Nespecificat	2-C; 1-L/ Nespecificat
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, <a href="http://www.usarb.md">www.usarb.md</a>	Sisteme inteligente; Sisteme expert; Reprezentare cunoștințelor; Rețele neuronale.	Elaborarea unui sistem inteligent care rezolvă o problemă din viața reală.	2-C; 2-L/ CLIPS, Prolog

Analizând datele din tabelul 1.1, se observă cu ușurință diversitatea conținuturilor abordate, precum și aria largă de domenii de interes pentru aplicații (toate acestea urmărind dezvoltarea de produse eficiente în contextul societății informaționale).

Majoritatea universităților din străinătate, care includ inteligența artificială în planul de studii, datorită programei flexibile nu impun urmarea unui curs de „*Inteligență artificială*” într-un anumit an universitar, singura condiție fiind parcurgerea așa numitelor cursuri pregătitoare

(prerequisites). Studenții își dezvoltă competențele prin parcurgerea unei game largi de discipline informatice premergătoare precum: „*Matematica*”, „*Logica*”, „*Programarea*” și „*Sisteme de calcul*”. Astfel, studentul are posibilitatea să-și formeze propria traiectorie de învățare reieșind din propriile necesități, interese, dorințe și abilități, menținând o bază științifică solidă.

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

Resursele didactice necesare cursului sunt disponibile și distribuite studenților, atât sub formă de produse software proprii cât și on-line, care pot fi accesate într-o manieră flexibilă. Astfel, pot fi gestionate clase mai mari și, prin atașarea resurselor interactive, poate fi micșorat timpul alocat învățării în auditoriu. În baza informațiilor colectate în legătură cu tehnologiile de predare integrate în activitățile didactice putem releva diversitatea strategiilor de instruire, în funcție de gradul de includere a componentelor on-line: *tradiționale* (nu conțin 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 învățământ a unei game largi de servicii și aplicații și nu numai.

Așa dar, interesul manifestat pentru disciplina „*Inteligența artificială*” de către universitățile analizate este relevat de numărul impunător de conținuturi, abordate și studiate în cadrul programelor de formare inițială a viitorilor specialiști în domeniul TIC, care contribuie la dezvoltarea competențelor de programare, analiză și dezvoltare a sistemelor inteligente, prin valorificarea oportunităților oferite de TIC.

În Republica Moldova, tratarea disciplinei „*Inteligența artificială*” în instituțiile de învățământ superior este comparabilă cu cea observată la universitățile din străinătate. Similaritatea este dovedită de informațiile referitoare la predarea disciplinei „*Inteligența artificială*” în: Universitatea de Stat din Moldova, Universitatea Tehnică din Moldova, Universitatea de Stat din Tiraspol, Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, Universitatea



Liberă Internațională din Moldova. Structura disciplinei „*Inteligența artificială*” este, în general, asemănătoare, programul de studiu și proiectele abordând aceeași gamă de domenii.

La Universitatea de Stat din Moldova, FMI în cadrul programelor de licență Informatică aplicată, Informatică, Management informațional, de asemenea, se studiază ca disciplină fundamentală „*Inteligența artificială*”. Cursul universitar „*Inteligența artificială*” se adresează studenților informaticieni din anul II și este integrat în planul de studii în semestrul IV cu 180 ore dintre care 90 ore contact direct, 6 credite și *proiectat pentru a forma studenților competențe specifice (de specialitate) ce facilitează consolidarea competențelor profesionale generale*. Cursul prezintă noțiuni fundamentale ale domeniului inteligenței artificiale, dar și nivelul tehnologic atins în această ramură a informaticii. Maniera de predare are ca pilon principal rezolvarea problemelor dificile. Noțiuni de reprezentare a cunoștințelor, de căutare în spațiul stărilor, inferențe în rețele semantice, probleme de planificare și jocuri sunt predate în strânsă legătură cu temele de proiect pe care studenții le elaborează ca lucru individual.

După cum demonstrează practica de predare a cursului „*Inteligența artificială*” în majoritatea universităților din Republica Moldova ca instrumente de implementare practică sunt folosite limbajele de programare declarativă (logică), de exemplu Prolog. În acest sens însă, înțelegerea materiei este lentă, deoarece competențele 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 informatică în gimnaziile și licee, unde accent se pune pe studierea programării algoritmice (procedurale). În programele de studii ale cursului de informatică în licee nu sunt introduse conținuturi consacrate programării declarative și programării logice, în particular. De aceea, acum apare necesitatea de a găsi metode efective de predare, cât și variante de realizare tehnică, care ar contribui la formarea „gândirii declarative” a studentului, ar spori succesele începătorilor, ar oferi noi posibilități atât în studierea tradițională, cât și cea individuală.

De asemenea este de menționat faptul că, metodele de predare/învățare/evaluare sunt centrate mai mult pe elaborarea de programe pe calculator și algoritmi și, mai puțin, pe *aspectele didactice de predare ale acestei discipline*. În pofida faptului că disciplina „*Inteligența artificială*” este studiată în țara noastră de mai bine de două decenii, problemele legate de didactica acesteia au rămas pentru mai mult timp în afara atenției cercetătorilor din domeniul științelor pedagogice. Mai mult ca atât, din cauza lipsei unor abordări pedagogice sistematice, apariția noilor mijloace, resurse de instruire, oferite de realizările de ultimă oră ale tehnologiilor informaționale, nu a dus la schimbări radicale în didactica inteligenței artificiale. În consecință, până în prezent, oportunitățile de vizualizare a proceselor de calcul, de învățare constructivistă,

de evaluare adaptivă, de asimilare interactivă a cunoștințelor 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 societății reflectată în schimbările tehnico-științifice rapide înaintea specialistului contemporan o gamă de noi cerințe, cu referire la performanțele și nivelul profesional, capacitățile de a lucra în echipă, de a lua autonom decizii, de a rezista la situații de stres, de a accepta și promova inovațiile unei societăți bazate pe cunoaștere, pe învățare pe tot parcursul vieții și în toate sferele sociale. În condițiile în care companiile de servicii TIC solicită specialiști de o înaltă calificare, competitivi, care se adaptează rapid și flexibil la provocările tehnologice de ultimă oră, se impune necesitatea modificării și modernizării procesului de formare profesională prin *elaborarea și experimentarea unor noi metodologii didactice moderne*, ce ar asigura implicarea fiecărui student în formarea sa și l-ar menține în poziția de *subiect* al formării. Practicile de succes ale țărilor avansate în domeniul implementării TIC în procesul de formare profesională relevă implicațiile pozitive ale combinării instrumentelor tradiționale 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 învățare al studenților, contribuind la realizarea unui învățământ centrat pe student.
2. Analiza teoretică a practicilor de utilizare ale TIC, în general, și a integrării SCI complementar sau alternativ față de metodele tradiționale în procesul de formare, în particular, a contribuit la determinarea importanței praxiologice în optimizarea strategiilor didactice interactive de transmitere/difuzare a conținuturilor educaționale, de analiză a rezultatelor de asimilare, de modelare, demonstrare de obiecte și procese, care în ansamblu contribuie la eficientizarea formării competențelor profesionale a studenților.
3. Urmare a analizei fundamentelor psihopedagogice ale utilizării SCI, putem conchide că aplicarea acestora contribuie la îmbunătățirea calității, stimularea activității mentale, creșterea motivației de învățare la studenți și optimizarea procesului de formare a competențelor profesionale.
4. În rezultatul studierii abordărilor teoretico-metodologice, autorul propune o perspectivă în abordarea competenței profesionale, accentuând că aceasta *poate fi demonstrată numai într-o situație, într-un context definit (educație, muncă, dezvoltare profesională sau personală), prin selectarea, mobilizarea și integrarea unui set diversificat de resurse (cunoștințe, capacități, comportamente) dobândite, care fac posibilă realizarea unor acțiuni pertinente în vederea tratării/soluționării cu succes a situației specifice*.
5. Analiza comparativă a programelor de formare inițială a viitorilor specialiști în domeniul TIC relevă importanța și necesitatea cursului universitar „*Inteligența artificială*” în formarea și

dezvoltarea la studenți a competențelor de programare, analiză și dezvoltare a sistemelor inteligente. Principalele aspecte relevate conduc spre următoarele constatări: (a) conținuturile selectate diferă, nu există un concept comun în privința selectării lor; (b) metodele de instruire utilizate sunt centrate mai mult pe elaborarea de programe și algoritmi și, mai puțin, pe aspectele didactice de predare ale acestei discipline. Mai mult ca atât, în lipsa unor abordări pedagogice sistemice, apariția noilor mijloace, resurse de instruire, oferite de realizările tehnologice de ultimă oră, nu au contribuit la schimbări radicale în didactica inteligenței artificiale. În aceste condiții, în didactica disciplinei date formarea de competențe profesionale necesită îmbunătățire.

6. Urmare a analizelor efectuate, prezentul studiu disertațional se axează pe următoarea **problemă de cercetare:** *determinarea particularităților de formare și dezvoltare a competențelor profesionale prin implementarea SCI în cadrul formării inițiale a viitorilor specialiști din domeniul TIC, în contextul dezvoltării domeniului.*
7. **Scopul cercetării** constă în elaborarea, experimentarea și validarea fundamentelor teoretice și metodologice ale formării/ dezvoltării competențelor studenților specifice disciplinei „*Inteligența 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 modalităților de formare a competențelor profesionale a studenților la disciplina „*Inteligența artificială*” prin analiza comparativă a practicilor din Republica Moldova și a altor state.
  - c) Elaborarea și fundamentarea teoretico-metodologică a modelului pedagogic de formare și dezvoltare a competențelor studenților prin implementarea SCI.
  - d) Dezvoltarea informatică a SCI, ca produs funcțional propriu, și integrarea acestuia la disciplina universitară „*Inteligența artificială*” cu potențial de aplicare adițională la efectivul metodelor și strategiilor fundamentale în practica de formare.
  - e) Stabilirea particularităților metodologiei de formare și dezvoltare a competențelor profesionale prin valorificarea SCI.
  - f) Validarea experimentală a eficienței modelului pedagogic și a metodologiei de formare și dezvoltare a competențelor studenților în SCI.

## 2. MODELUL PEDAGOGIC ȘI METODOLOGIA FORMĂRII ȘI DEZVOLTĂRII COMPETENȚELOR STUDENȚILOR ÎN BAZA VALORIFICĂRII SISTEMULUI COMPUTERIZAT DE INSTRUIRE

### 2.1. Modelul sistemului computerizat de instruire

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

În urma analizei surselor bibliografice poate fi desprins faptul că, ansamblul materialelor instructiv-metodice de instruire pentru lucrul cu instruiții, generat de program trebuie să includă: programul de lucru al cursului; tutoriale de învățare a conținutului (teoretic) pe teme; ghiduri interactive; seturi de sarcini; exerciții; lucrări de laborator; simulatoare, teste și multe altele, realizarea cărora presupune aprofundarea cunoștințele teoretice, obținerea abilităților practice și a competențelor la temele studiate, precum și materiale vizuale, îndrumare metodică etc.; metode de verificare (testare) a nivelului de asimilare a materialului instructiv de către instruiți [60].

Optimizarea acestui complex, conform criteriului minimului volumului muncii de instruire, cu condiția formării cunoștințelor, abilităților și 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, importanța existenței unui astfel de spațiu informațional, precum și posibilitatea creării acestuia cu ajutorul tehnologiilor informaționale. Cu eforturi semnificative în direcția îmbunătățirii procesului de predare/învățare/evaluare, s-a început proiectarea unui *sistem computerizat* care să vină în ajutorul tuturor categoriilor de utilizatori (profesori, instruiți). Cum acești participanți au nivele diferite de cunoaștere și utilizare a tehnologiilor informaționale, sistemul trebuie să fie ușor de folosit, să ofere perspective diferite personalizate. Prin urmare, SCI trebuie să fie elaborat anume ca un mediu funcțional de instruire. Conform intenției autorilor, la alegerea studentului sau profesorului, programul special poate să accentueze fragmente în SCI, care aparțin unui anumit specific sau să construiască produse cu caracter complex.

Structura sistemului reprezintă un ansamblu al elementelor constitutive și al relațiilor dintre acestea. Elementele textului de bază al lucrării constă din fragmente. Relațiile dintre fragmente nu sunt fixate, ci variază în funcție de nivelul de cunoștințe a instruitului, de atitudinea lui personală față de învățare și de metodele de predare alese. Prin urmare, SCI dispune de o structură dinamică, adaptivă în cadrul procesului de învățare [7, 162].

Pentru studierea materialului teoretic poate fi necesar:

- familiarizarea cu conținutul 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 definiției etc.;
- obținerea informației necesare cu caracter informativ din dicționar, ghid sau a documentația normativo-tehnică (la formarea solicitării sau meniului).

Componentele de bază ale SCI sunt blocuri funcționale: a) asigurarea informațională; b) asigurarea software; c) asigurarea hardware. Elemente constitutive ca: materialul ilustrativ (desene, scheme, filme, tabele de date); lista bibliografică și conținutul adnotat; aparatul didactic, care conține întrebări de control, teste, lucrări de laborator; exerciții, materiale metodice; ghidul de referință care cuprinde dicționare, ghiduri, manuale electronice; ecranul demonstrativ; conținutul grafic; cuprinsul adnotat formează asigurarea informațională a sistemului de instruire.

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

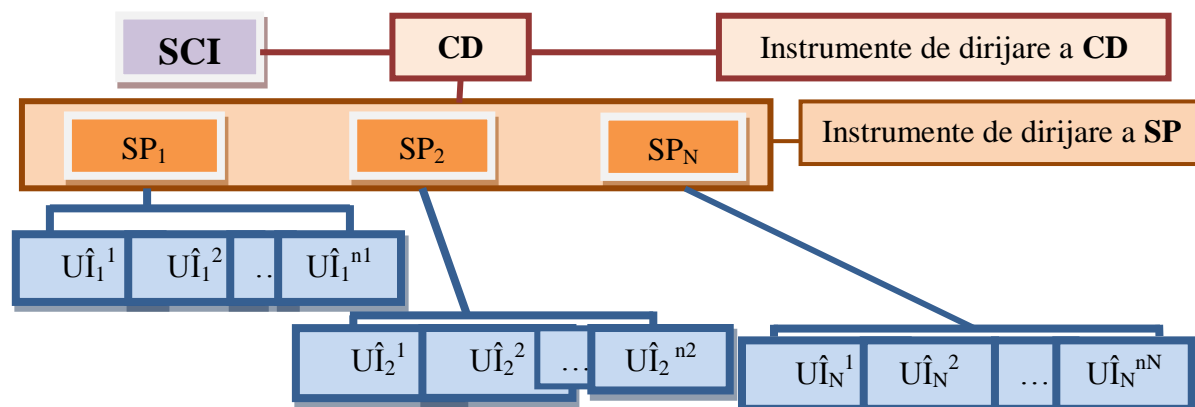
Elementele sistemului de referință (ghidare) și materiale metodice, de obicei, sunt fișiere simple de text, deschise pentru citire și copiere (cu rezervarea drepturilor de autor), pentru toți utilizatorii. Prezentarea în formă digitală a informației în manualul de instruire (SCI) și posibilitățile calculatorului permite realizarea unui dialog activ între manualul digital și cititorul-utilizator a sistemului de instruire asistat de calculator. Asemeni unui profesor planifică și determină acțiunile sale în raport cu instruitul, reieșind din situația concretă, așa și 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 și sistem în așa mod, încât după conținut și formă să corespundă dialogului dintre student și profesor. Prin urmare, în programul care realizează interfața „om-calculator”, pe lângă îndeplinirea funcțiilor semiotice, trebuie să fie prevăzute variatele posibile de răspunsuri ale instruitului la întrebările adresate, replicile corespunzătoare și comentariile referitoare la fiecare răspuns, evaluarea pedagogică a acțiunilor instruitului luând în considerare răspunsurile anterioare și alegerea direcției 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 și condiții de funcționare, poziționat în cadrul unei discipline sau a unui program de formare. El are o structură dificilă: aici este inclus scopul dezvoltării sale integrale, sarcina pentru coordonarea fiecărui element, conținutul semantic și rezultatele. Modulul reprezintă realizarea asimilării logice a unei părți a cursului (capitol, temă), care se încheie cu verificare.

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

În acest context, după părerea cercetătorilor Зайцева Л.В., Новицкий Л.П. [11], Рубина Г.В. [111] și alții, una din problemele fundamentale la crearea SCI constă în elaborarea cursului digital (CD), și a complexului de programe de instruire corelate pentru o anumită disciplină [154]. Prin urmare, SCI constă din cursul digital (CD), utilizând diferite forme și metode de prezentare a materialului de instruire și setul de programe de instruire (SP software-ul pedagogic) corelate pentru disciplina universitară „*Inteligența artificială*”. Proiectat într-o nouă abordare, atât științifică, cât și pedagogică cursul universitar digital reprezintă produsul software ce oferă utilizatorilor accesul comod și eficient la cunoștințele și informațiile cele mai noi, metode noi și eficiente de predare, învățare și evaluare a cunoștințelor, instruire și formare permanentă, în scopul obținerii unei experiențe privind înțelegerea și stăpânirea de cunoștințe și competențe din domeniul cunoașterii inteligenței artificiale.



$U_i^n$  - unități (doze) de învățare, CD-curs digital

Fig. 2.1. Structura SCI elaborat

Programele de instruire sau software-ul pedagogic reprezintă un ansamblu de unități de dialog om-calculator, în maniera logică, fiecare fiind un set de unități informaționale de învățare, care răspund unui obiectiv pedagogic precis, întreg ansamblul fiind subordonat unui scop educativ, proiectat pentru însușirea competențelor la tema dată a disciplinei „*Inteligența artificială*”. *Unitățile de învățare* sunt porțiuni mici de informație (texte introductive, desene, texte-sarcini, răspunsuri așteptate, comentarii la răspunsuri, texte ce explică informațiile 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.

Împărțirea în unități de învățare sau *secvențe de instruire* mai extinse sau mai comprimate, urmate de feedback, permite parcurseri individuale prin intermediul instruitului, prin dozarea timpului și a efortului, în funcție de capacitățile cognitive. Datorită nivelului ridicat de interactivitate, utilizatorul poate să-și aleagă traseul propriu în studierea informațiilor 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 activității cognitive a subiectului, de orientare a procesului de achiziție de cunoștințe în conformitate cu o schemă dată. În acest sens există diferite variante de clasificare a activității cognitive. Cercetătorul rus Беспалько В.П. propune următoarea clasificare: [38]:

1) Nivelul de *recunoaștere* se caracterizează prin posesia unor cunoștințe fragmentare despre obiectul de studiu.

2) Nivelul de *cunoaștere* și înțelegere a cunoștințelor constă în achiziția, asimilarea și consolidarea cunoștințelor la nivel de concepții generale.

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

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

5) Nivelul de *transformare (creare)* și integrare se caracterizează prin abaterea de la facilitățile existente și activitatea de învățare, care obține un caracter flexibil și de cercetare. La acest nivel instruitul este capabil să creeze noi cunoștințe. Metodele de instruire, folosite la acest nivel, stimulează gândirea productivă, care are loc în prezența unei situații problemă și un grad ridicat de motivație a instruitului.

Nivelurile procesului însușirii cunoștințelor 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, și obiectivul final al instruirii.

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

În procesul activității de învățare, studentul trebuie să achiziționeze competențele necesare, astfel încât funcția CD reprezintă dirijarea succesiunii acțiunilor cognitive, pentru ca

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

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

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

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

Toate interacțiunile în timpul instruirii se realizează prin intermediul proceselor informaționale. Se disting procese informaționale difuze și direcționale [8]. În procesul informațional difuz informația de la sursă (de la SCI) este trimisă către toți instruiții, indiferent dacă percep sau nu aceștia. În procesul informațional direcțional informația este orientată de la sursa de informații spre un instruit concret, luând în considerare caracteristicile sale individuale.

În funcție de obiectivele selectate de instruire, CD poate realiza dirijarea automată atât închisă, cât și deschisă, atât cu procesul informațional difuz, cât și direcțional.

Următorul element al SCI este SP. Ținem să menționăm că, în dependență de tipul cunoștințelor formate, programele computerizate de instruire, la rândul lor se divizează în:

1. *Programe computerizate de formare a cunoștințelor cognitive* care au scopul de a forma cunoștințe la nivelul înțelegerii fenomenelor, teoriilor, legilor, proceselor incluse în materialul instructiv. Aceste programe prevăd realizarea unui proces instructiv utilizând doar informația digitală și posibilitățile 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 și cel care se află în baza de date și poate fi chemat suplimentar de către instruit. O mare parte din aceste programe mai sunt numite și manuale electronice. Aceste manuale nu sunt doar niște cărți obișnuite realizate sub formă digitală, deseori ele conțin în loc de imagini statice, chiar secvențe video, care ridică cu mult gradul de asimilare a materialului;

2. *Programe computerizate de formare a cunoștințelor aplicative* sunt orientate în exclusivitate spre formarea aptitudinilor și deprinderilor de a opera cu cunoștințele acumulate. Aceste programe conțin un număr mare de probleme și exerciții cu model de rezolvare a lor, astfel realizând un proces de instruire computerizat la nivelul cunoștințelor 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 cunoștințelor aplicative [2].

Structura programelor computerizate de instruire este unică și include *componentele*:



- *Cadrelle instructive* aranjate în programul computerizat de instruire într-o anumită ordine și fiecare dintre ele conține: porțiuni de material instructiv (unități de învățare); ecranul demonstrativ; material ilustrativ; proba pentru evaluarea cunoștințelor acumulate (întrebarea pentru evaluare); analizatorul răspunsului; reacția programei la răspuns; acordarea de ajutor pentru a favoriza găsirea răspunsului; servicii suplimentare, accesorii (figura 2.2).

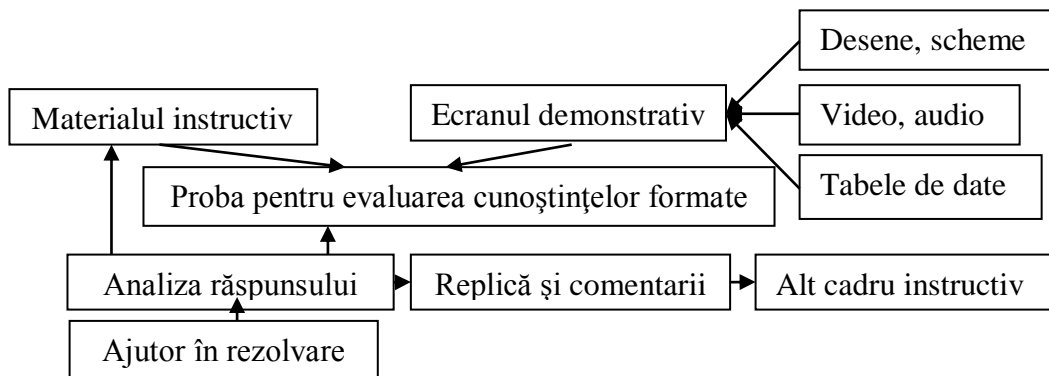


Fig. 2.2. Schema conceptuală a unui cadru instructiv

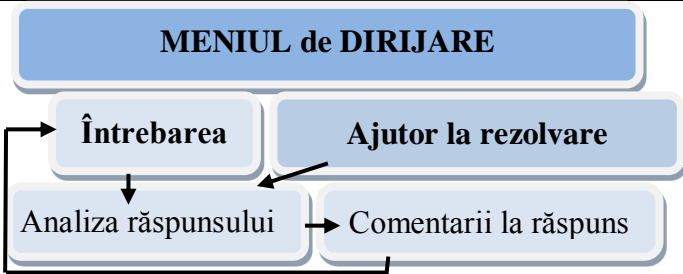
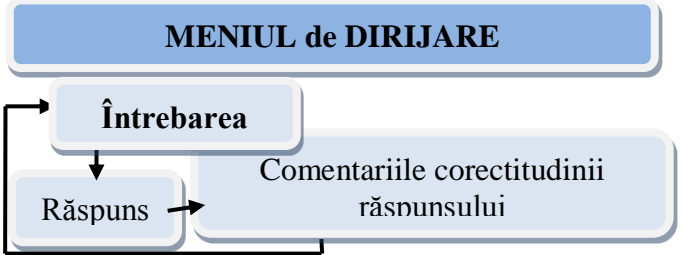
- *Algoritmul artificial de instruire* - subprogramul cadrului instructiv ce realizează algoritmul de interacțiune a programului cu instruitul, pentru ca el să însușească definitiv porțiunea de material instructiv, inclusă în acest cadru. Pentru aceasta sunt prevăzute sugestii, material instructiv suplimentar, exemple de aplicare a noțiunilor, teoriilor ce se conțin în acest material instructiv;

- *Modelele educaționale* care dirijează cu procesul de formare a cunoștințelor.

În funcție de dozele de informații (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. <i>Programe computerizate de instruire</i> (PI) realizează un act instructiv conform unor algoritmi strict determinați, pe cât un profesor poate să improvizeze, să modifice tehnologiile educaționale în procesul instructiv-educativ, realizând cel mai eficient algoritm.	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p><b>MENIUL de DIRIJARE</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Ecranul</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Materialul instructiv</div> </div> <p><b>Întrebarea</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">Introducerea răspunsului</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Comentarii-explicații la răspuns</div> </div>

<p>2. <i>Programe computerizate de antrenare</i> (PA) sunt programe computerizate de instruire care prevăd formarea cunoștințelor aplicative.</p>	
<p>3. <i>Programe computerizate de evaluare</i> (PE) sunt programe de apreciere a nivelului (inițial, curent, final) de cunoștințe.</p>	

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, menționăm că, în dependență de ordinea de prelucrare a succesivității cadrelor instructive în practică se deosebesc trei algoritmi generali de instruire:

- *liniar* (figura 2.3, a) care prevăd prezentarea cadrelor de același nivel de dificultate, consecutiv unul după altul, pentru toți instruiții;
- *ramificat* (figura 2.3, b) include o consecutivitate de cadre în care instruiții 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 parțial individual de instruire, ceea ce ne dă posibilitatea să menținem în lucru mai mulți instruiți;
- *adaptiv* pe bază de modele educaționale (figura 2.3, c) include cadre instructive de mai multe niveluri (de obicei trei) și diverse modele educaționale, destinate instruiților cu diferite niveluri de pregătire.

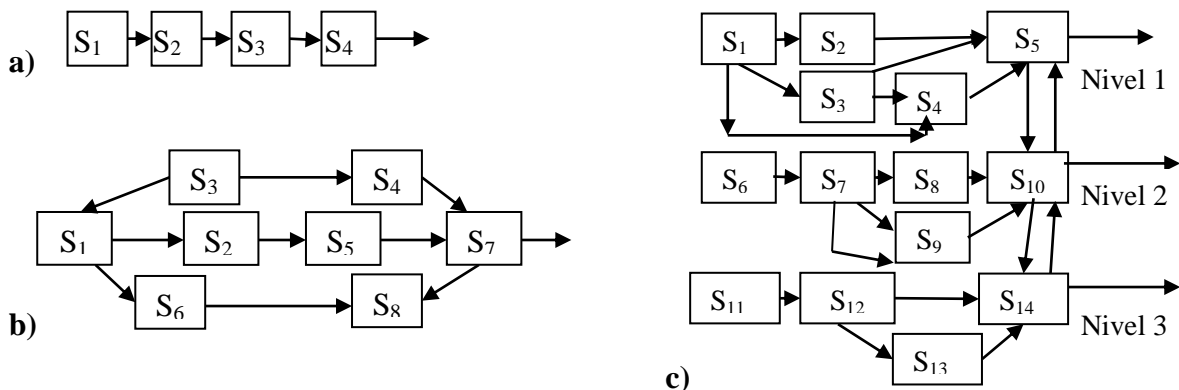


Fig. 2.3. Schemele conceptuale ale diferitor algoritmi de instruire

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

SP sunt componente fundamentale în SCI la elaborarea cărora se ține cont de principiile „economia conținuturilor” și „legea necesității și diversificării”.

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

1) *empirică* bazată exclusiv pe experiența și intuiția autorului (de obicei, pornește de la disciplina de studiu spre obiectivele instruirii și finalizează cu implementarea software-ului);

2) *teoretică*, în cazul în care documentația educativ-metodică devine temei psihopedagogic și definirea se realizează de la proiectarea procesului educațional, considerat unitate a activităților de învățare și instruire, spre tehnologiile și metodele de instruire și doar apoi, are loc implementarea programată. Instruirea prin intermediul abordării teoretice este considerată ca gestionare (dirijare) a activității învățare.

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

Proiectarea programelor de instruire presupune interrelaționarea mai multor categorii de variabile, respectiv obiectivele programului, conținutul instruirii, metodele și 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, operațional, de implementare.

La nivelul conceptual, sunt determinate obiectivele pe termen scurt și lung ale învățării:

(a) se stabilesc modelele activității de instruire și de învățare;

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

(c) se determină tipurile activității cognitive ale instruiților;

(d) se descriu componentele de bază ale activității de învățare și nivelul lor de formare;

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

La nivelul tehnologic, se descrie proiectul programului de instruire sub forma unor indicații concrete privind coordonarea activității de învățare.

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

La nivelul de implementare (realizare) se stabilește 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 și 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 trebuie îndeplinite în procesul de instruire, obiective care descriu performanțele finale ale instruiților. Conținutul obiectivelor va include condiții speciale pentru evaluarea performanțelor, o descriere a comportamentului sistemului și criteriile după care vor fi evaluate performanțele instruiților. Conform taxonomiei obiectivelor pedagogice, după domeniul la care se referă distingem: a) *obiective cognitive* (cunoaștere, comprehensiune, aplicare, analiză, sinteză, evaluare) se referă la asimilarea de cunoștințe, la formarea de capacități intelectuale; b) *obiective afective* vizează formare convingerilor, sentimentelor, atitudinilor; c) *obiective psihomotorii* (percepere, dispoziție, reacție, automatism) se referă la operații manuale, la formarea de conduite motrice, practice.

2. *Identificarea cunoștințelor care trebuie predate*, în funcție de scopul final al procesului de instruire și de nivelul de pregătire minim pe care trebuie să îl atingă instruitul.

3. *Alegerea itemilor de verificare* în funcție de obiectivele de instruire, rezultatele îndeplinirii lor vor permite determinarea nivelului de formare a cunoștințelor, abilităților și competențelor corespunzătoare.

4. *Selectarea tipului și 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 cunoștințelor; (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 parțial principiilor instruirii adaptive, însă necesită cheltuieli mai mici la constituirea acestora, decât cele adaptive (de multe niveluri).

5. *Organizarea conținutului și secvențelor de învățare* într-un mod care să permită atingerea obiectivelor.

6. *Alegerea porțiunilor de material instructiv* conținut în cadrele instructive. În partea instructivă a programului, acestea prezintă în sine o porțiune a materialului de învățare (texte, imagini și scheme).

7. *Stabilirea itemilor de diferită dificultate, conținutului testelor* de evaluare a cunoștințelor însușite la tema dată.

8. *Alegerea răspunsurilor* posibile la itemii propuși.

9. *Alegerea metodelor, a explicațiilor, demonstrațiilor, elementelor practice, comentariilor și a concluziilor* folosite în procesul de instruire;

10. La elaborarea programelor ramificate și combinate (mixtă) este de dorit să alcătuim graficul scenariului dialogului, astfel ușurând elaborarea SP.

11. Verificarea experimentală și finalizarea programelor.

*Structura logică a sistemului de instruire.*

Structura SCI reprezintă un model computerizat al procesului de instruire. Esențial în organizarea procesului de instruire reprezintă modelarea conținutului acestuia, repartizarea materialului instructiv în dependență de timp. Structura conținutului materialului instructiv reprezintă baza teoretică, în jurul căreia, se concentrează regulile și proprietățile de bază care au implementare practică.

La etapa stabilirii obiectivelor și conținutului materialului instructiv, este necesar de a elabora *modelul cunoștințelor* instruitului (Mc) și *modelul disciplinei* (Md). *Modelul cunoștințelor* reflectă informația despre cunoștințele, aptitudinile și deprinderile ce trebuie să le manifestate instruitul pe parcursul instruirii computerizate pentru a efectua o instruire adaptivă, strict individualizată. În afară de aceasta, modelul conține informația despre cerințele față de cunoștințe pe care trebuie să le acumuleze instruitul în fiecare *cadru instructiv*, la studierea temei și integral disciplinei date. Deci, acest model va determina nivelul cunoștințelor (fragmentare, cognitive, aplicative etc.) atins în rezultatul instruirii computerizate și va dirija procesul instructiv în așa fel, ca nivelul cunoștințelor obținute să corespundă cerințelor acestei programe. Se determină de asemenea succesivitatea studierii *cadrelor instructive*, ierarhia lor în formarea cunoștințelor de mai multe niveluri, legătura lor cu materialul instructiv din alte teme, discipline etc. *Modelul disciplinei* determină conținutul disciplinei care va fi studiată, structura (relațiile reciproce) și nivelul cunoștințelor care trebuie atins cu ajutorul acestei programe. În baza Mc și Md, se elaborează modelul cunoștințelor și disciplinei – MC pentru formarea specialiștilor domeniului dat. Reprezentarea cunoștințelor este o modalitate de transformare (convertire) a cunoștințelor umane în structurile de date, constituite din reguli, fapte etc.

*Modelul instruitului* (MI) ia în considerație gradul de reactivitate, de atenție, 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 cunoștințe din structura SCI, care conține informația necesară despre adaptarea, atât la grupul de utilizatori, cât și la fiecare utilizator în particular. Prin modelul instruitului pot fi înțelese cunoștințele pedagogului (sistemului de instruire) despre instruit și utilizarea acestora în organizarea procesului instructiv.

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

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

La etapa inițială de instruire, acest model este utilizat pentru adaptarea la grupul de utilizatori și concretizarea conținutului instructiv.

În funcție de contingentul de studenți, unele teme ale disciplinei pot fi omise sau studiate în volum redus etc. Aname, componenta  $M_{i1}$ , se folosește la formarea modelului cunoștințelor (MC). În general, modelul  $M_{i1}$  prezintă un set de indicatori: denumirea (numărul) secțiunii disciplinei studiate anterior; nota obținută la studierea acestei secțiuni; timpul de studiu; nivelul instruitului („insuficient”, „minim”, „mediu”, „superior”) etc.

$M_{i2}$  conține componentele care caracterizează activitatea individuală a instruiților 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 sfârșitul 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 afișarea 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 cerințele de instruire cu adaptare individuală.

Modelul de dirijare a procesului de instruire modelează algoritmul de formare a cunoștințelor prin instruirea computerizată precum și 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 informaționale (difuze, direcționale), tipul și forma SP. Astfel, dirijarea activității cognitive se realizează cu ajutorul a două modele de interconectate MC și Mdir.

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

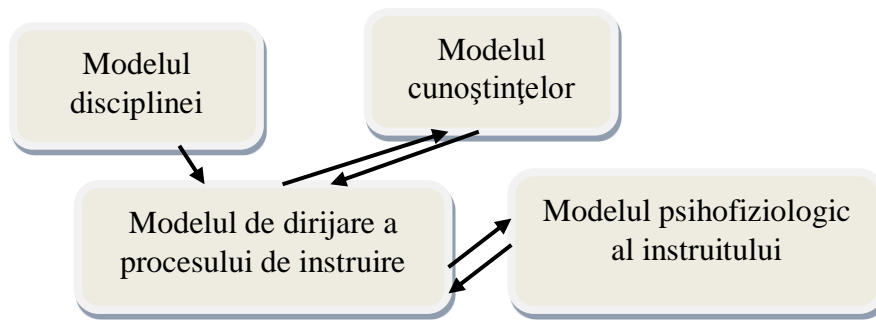


Fig. 2.4. Corelația modelelor educaționale (adaptat după Bounegru T. [2])

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

Structura SCI reprezintă modelul computerizat al procesului de instruire, care include: modelul cunoștințelor, modelul disciplinei studiate, modelul instruitului, modelul de dirijare. În această ordine de idei, conchidem că, pentru realizarea tuturor funcțiilor, SCI trebuie să conțină cunoștințe de trei tipuri:

- *despre disciplină* (modelul disciplinei). Modelul disciplinei reflectă structura programului computerizat și poate fi utilizat la determinarea secvenței de învățare și de evaluare.
- *despre instruit* (modelul instruitului). Modelul instruitului include setul de parametri actualizat în mod dinamic care reflectă caracteristicile generale ale instruitului, precum și proiecția cunoștințelor sale la cunoștințele sistemului (la modelul disciplinei).
- *despre strategiile de instruire*, tactici și euristici de conducere a procesului de instruire. Strategia de instruire determină secvența de învățare (pe baza modelului disciplinei) și generează itemi pentru verificarea cunoștințelor instruitului (pe baza modelului instruitului).

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

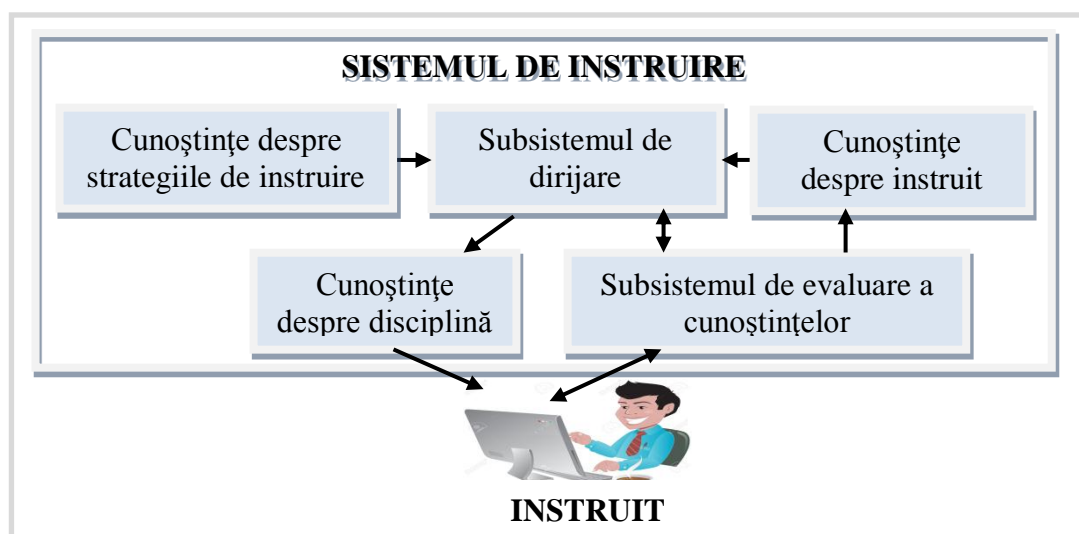


Fig. 2.5. Modelul logic al SCI elaborat

## 2.2. Elaborarea modelului pedagogic de formare și dezvoltare a competențelor studenților prin implementarea SCI la disciplina universitară „Inteligența artificială”

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

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

1. formularea obiectivelor procesului de instruire cu utilizarea SCI;
2. determinarea modalităților finale de evaluare a competențelor studenților;
3. formularea cerințelor și condițiilor de aplicare a SCI;
4. elaborarea metodelor potrivite pentru comunicarea instruitului cu calculatorul;
5. elaborarea metodelor optime de ordonare/prezentare a conținutului 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 învățământ.

În selectarea conținutului SP, ne-am ghidat de principiul de corespundere a conținutului formelor și a metodelor de instruire, criteriilor de validare (precizia cu care programul dezvăluie cunoștințele studenților) și relevanței, care este aproape de validare.

SCI, din perspectiva pedagogiei integrative, este asociat constructivismului (cognitiv și social) și teoriei sistemelor. Eficacitatea educațională rezidă din structurarea și optimizarea conținutului de profesor (agent pedagogic ș.a.) și personalizarea conținuturilor de instruit. De aceea, la proiectarea SCI o atenție deosebită se acordă asigurării informaționale.

Macavei E. [173, p. 191] remarcă că prin intermediul învățării informațiilor, are loc *formarea competențelor de cunoaștere* (percepere și observare, memorare și gândire), a *strategiilor cunoașterii* (algoritmice, euristice, inductive, deductive, analogice) a *atitudinii față de învățare, de cunoaștere* (asumarea riscului cognitiv, capacitatea de efort și *autodepășire*, curiozitatea, dorința de noutate), a *motivației învățării*. Ionescu M. [15, p. 59] apreciază selectarea conținutului, dezvoltarea capacităților intelectuale și a creativității, cultivarea intereselor cognitive, formarea aptitudinii de investigare științifică, precum și un stil de muncă independentă prin valorificarea tehnologiilor informaționale.



Analiza efectivului de viziuni savante asupra proceselor de proiectare și elaborare SE și ansamblului de factori esențiali pentru dezvoltarea unui SCI adecvat, expuși anterior detaliat în prezenta lucrare, ne-a determinat să identificăm elementele utile în proiectarea/modelarea pedagogică a conținutului. 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 și matematic. În pedagogie se modelează conținuturile instruirii, dar și activitatea de învățare. În sens îngust, utilitar, modelele științifice se proiectează ca aparat de predare a unei discipline și are menirea de a asigura dobândirea competențelor necesare studenților pentru rezolvarea situațiilor semnificative din viață. Дахин А. Н. [153] propune patru etape de modelare pedagogică:

1. Analiza domeniului cercetat;
2. Identificarea și stabilirea sistemului componentelor obiectului studiat, precum și formularea criteriilor de verificare a deplinătății lor;
3. Selectarea setului minim de componente de bază și determinarea relațiilor de interdependență între ele (logice, funcționale, semantice, tehnologice etc.);
4. Dezvoltarea dinamică a modelului: a) formularea și definirea problemei; b) stabilirea regulilor de funcționare a sistemului, inclusiv parametrii optimi necesari pentru descrierea comportamentului obiectului; c) analiza posibilității de dezvoltare a modelului; d) stabilirea modului în care va reacționa modelul la acțiunea unor factori externi; e) descrierea și analiza condițiilor de incertitudine a obiectului modelat.

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

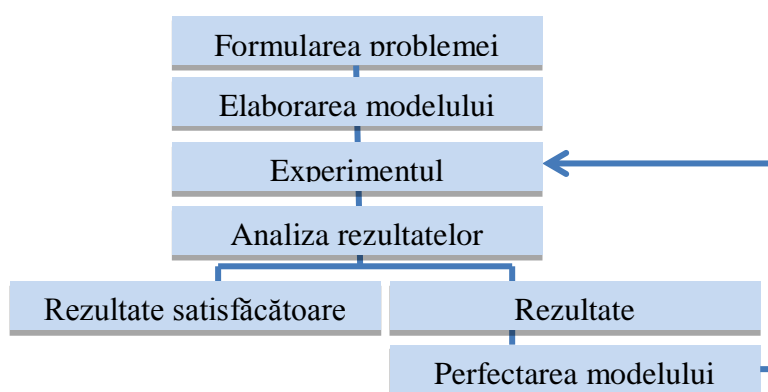


Fig. 2.6. Etapele modelării pedagogice

În cercetarea noastră, procesul de instruire, de formare profesională cuprinde *domeniul programării* caracterizat de cercetătorii autohtoni Deinego N. și Cabac V. [61] printr-un șir de particularități: (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 condițiile organizării învățământului universitar pe cicluri, formarea specialistului presupune

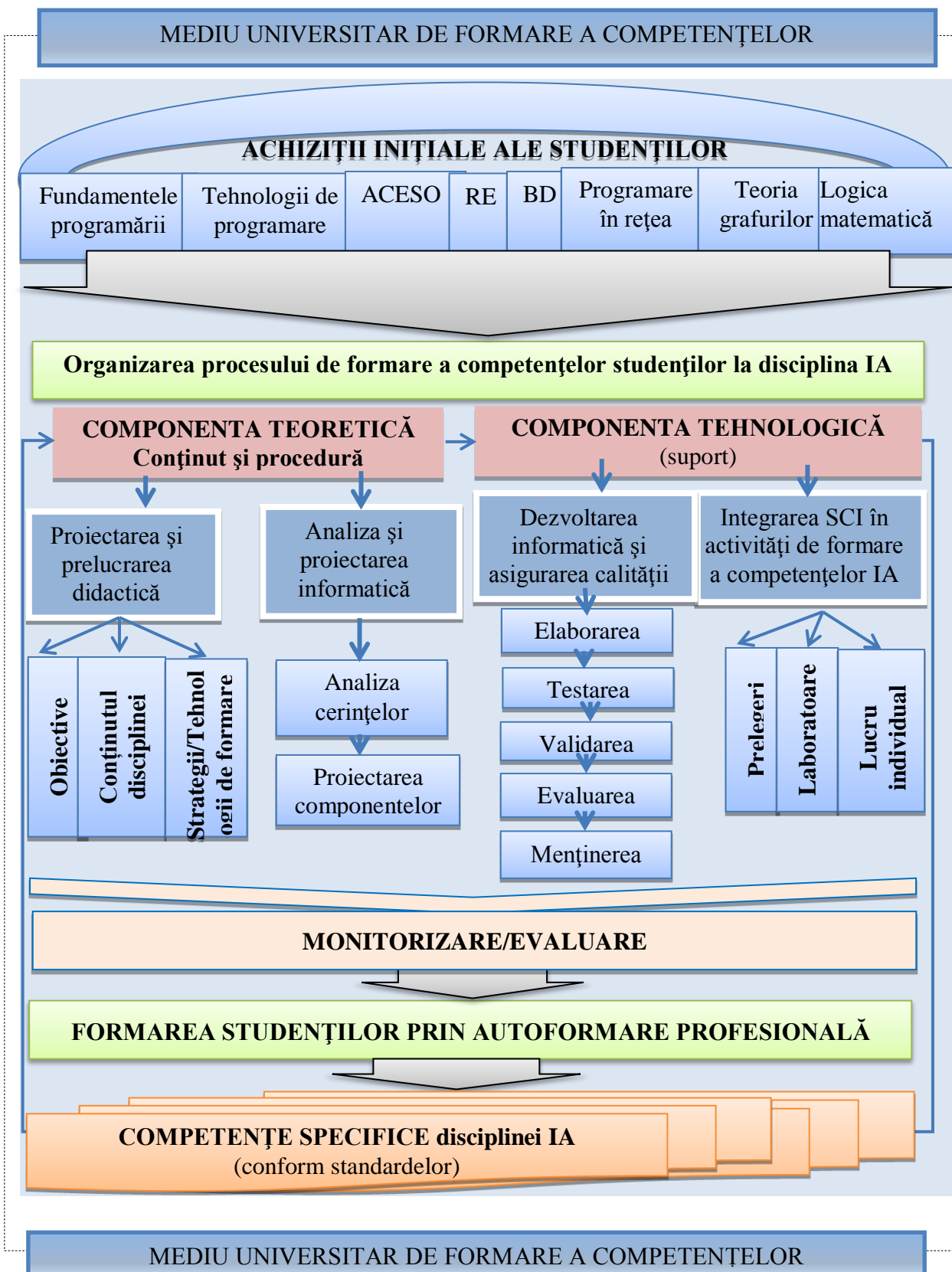
achiziționarea unui fundament solid, care asigură dezvoltarea profesională și face posibilă perfecționarea pe parcursul întregii vieți.

Obiectul cercetării noastre reprezintă cursul universitar „*Inteligența artificială*”. Prin urmare, este necesar să elaborăm modelul cursului, care constituie resursa pedagogică esențială, reprezentând baza generativă pentru formarea competențelor profesionale generale, specifice disciplinei și transversale. *Scopul principal* al cursului „*Inteligența artificială*” vizează *studierea metodelor, tehnicilor și tehnologiilor necesare construirii sistemelor informatice performante și dezvoltării de aplicații inteligente pentru rezolvarea problemelor reale, complexe în domenii care, de obicei, necesită activitatea unor specialiști umani*. Cercetările în inteligența artificială au drept rezultat nu numai extinderea remarcabilă a posibilităților de aplicare a calculatoarelor ci și sporirea cunoașterii noastre despre însăși procesele cognitive umane.

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

Astfel, după o analiză profundă a cerințelor impuse de imperativele timpului și a practicilor de utilizare a tehnologiilor informaționale în formarea inițială a specialiștilor de informatică au fost obținute valori științifice, care constituie repere în elaborarea *MP de formare și dezvoltare a competențelor studenților* prin valorificarea SCI la disciplina universitară „*Inteligența artificială*” (figura 2.7).

Valorificarea SCI în procesul de formare a competențelor profesionale a studenților are ca finalitate modernizarea și interactivitatea procesului, prin introducerea unor metode noi și eficiente de predare a disciplinelor. Modelul pedagogic (figura 2.7) presupune prezența a două componente: ***componenta teoretică*** și ***componenta aplicativă***, care determină elaborarea metodologiei de formare a competențelor și integrarea conținuturilor specifice cursului universitar „*Inteligența artificială*” prin valorificarea SCI, și, respectiv, aplicarea metodologiei și evaluarea rezultatelor obținute.



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

Fig. 2.7. MP de formare și dezvoltare a competențelor studenților prin implementarea SCI la disciplina universitară „Inteligența 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 esențiale cercetării noastre sunt:

- *Principiul abordării integrate* conform căruia conținutul cursului va fi structurat într-un model integrat, format dintr-o mulțime de situații specifice inteligenței artificiale. Soluționarea fiecărei situații va duce în mod implicit la atingerea scopului final.
- *Principiul sistematizării și continuității în învățare* se referă la asigurarea continuității ierarhice între cunoștințele deja formate și cele ce urmează a fi formate, prin diferite forme de instruire cu utilizare a tehnologiilor informaționale. Anume prin intermediul acestui principiu majoritatea competențelor formate participă la formarea și dezvoltarea de noi competențe.
- *Principiul corelației inter-disciplinare* ce presupune abordarea unui demers didactic interferat cu alte discipline de specialitate. Paradigma de programare logică utilizată în inteligența artificială este asemănătoare stilului de gândire umană, ceea ce face aproape imposibil de a ignora corelația dintre IA și alte discipline, inclusiv a disciplinelor de specialitate.
- *Principiul integrării teoriei cu practica* ce reprezintă valorificarea cunoștințelor prin soluționarea diferitor sarcini practice. Strategia didactică aplicată în acest caz presupune:
  - (1) crearea unor situații în care studenții se confruntă cu probleme practice ce nu pot fi soluționate în absența cunoștințelor teoretice;
  - (2) acumularea cunoștințelor teoretice;
  - (3) reîntoarcerea la problemele practice și soluționarea lor pe baza noilor cunoștințe;
  - (4) identificarea de noi probleme practice, care pot fi soluționate cu ajutorul teoriei însușite.

Aplicarea acestui principiu din perspectiva IA presupune:

- (a) analiza proiectelor deja elaborate;
  - (b) dezvoltarea proiectelor elaborate;
  - (c) elaborarea propriilor proiecte în baza competențelor formate și a proiectelor analizate.
- *Principiul aplicabilității* vizează combinarea și utilizarea strategiilor în funcție de specificul nevoilor și problemelor studenților.

În același timp, modelul elaborat în cadrul cercetării se deosebește de alte modele existente prin:

- (A) *scopul propus* – creșterea calității și optimizarea procesului de studiere a disciplinei universitare „*Inteligența artificială*” prin utilizarea SCI sub aspect multifuncțional: ca instrument de învățare/evaluare în procesul de formare inițială a viitorilor specialiști în domeniile informaticii;
- (B) *conținuturile selectate* - corelarea cu standardul curricular la disciplinele informatice pentru programele de studii universitare;

- (C) *structurarea conținuturilor* în unități de învățare, prin prisma eficientizării activității de învățare la disciplina IA implementate în SCI, care permit a forma studentului noi competențe și a dezvolta competențele 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 și regulilor, efectuării a unui studiu de caz, a instruirii în bază de proiecte individuale, lucrul în echipe, problematizarea etc.;
- (E) *resursele educaționale* utilizate în procesul de predare/învățare/evaluare permit ajustarea demersului didactic, prin modificarea tehnologiei didactice la specificul conținuturilor, la diferențele individuale ale studenților pentru stimularea înregistrării performanțelor academice cu scopul de a forma și dezvolta competențele specifice cursului asigurând finalitățile de studii.

### **2.3. Metodologia utilizării modelului elaborat**

#### ***Competențe, finalități formate la disciplina universitară „Inteligența artificială”.***

Astăzi, în mediul educațional, finalitatea prioritară a instruirii reprezintă formarea unui caracter integrat și dezvoltarea unui sistem de competențe, care include un ansamblu integrat și dinamic de cunoștințe (cunoaștere, înțelegere și utilizare a limbajului specific, explicare și interpretare) și abilități (aplicare, transfer și rezolvare de probleme, reflecție critică și constructivă, creativitate și inovare). Competențele fundamentale descrise de standardele de pregătire profesională, acceptate în învățământul superior din Republica Moldova, sunt formulate pe trei categorii: *de cunoaștere*, *de înțelegere/aplicare* și *de integrare*.

Pedagogul Guțu V. propune paradigma tridimensională a competențelor la descrierea competenței „profesionale” a modelului cu următoarele caracteristici: competențe generale (de bază) (competența gnoseologică, pronostică, praxiologică, managerială, de evaluare, comunicativă și de integrare socială, de autoinstruire); competențe profesionale (care presupune posedarea de cunoștințe, capacități, atitudini, necesare pentru realizarea anumitei activități profesionale); competențe curriculare (finalități exprimate în termeni de cunoștințe (cunoaștere), de abilități (aplicare), de competențe (integrare)) [174].

Deși fiecare disciplină universitară contribuie la formarea competențelor profesionale, totuși, unele competențe se formează preponderent prin unele discipline, iar altele – prin alte discipline. Pornind de la aceasta, fiecare disciplină și-a conturat un cadru de competențe specifice care derivă din competențele profesionale generale și sunt detalieri ale acestora. Una din disciplinele fundamentale ce contribuie la formarea și dezvoltarea *competențelor profesionale specifice* este „*Inteligența artificială*”.

În cadrul cercetării autorul a formulat următoarea definiție operațională a competenței: *Competența este o structură dinamică a persoanei, ce permite selectarea, mobilizarea și integrarea unui sistem de cunoștințe, capacități, deprinderi și valori, numite resurse, în scopul realizării unor acțiuni, în baza conceptelor inteligenței artificiale, care conduc la soluționarea/tratarea cu succes a anumitor situații specifice. Competența specifică inteligenței artificiale este un rezultat al formării, dezvoltării și experienței obținute în acest domeniu și poate fi percepută prin performanța demonstrată de o persoană plasată într-o situație complexă.*

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

- CS.1. Operarea cu concepte, principii și metode științifice caracteristice domeniului și capacitatea de a comunica cunoștințe referitoare la descrierea algoritmilor specifici inteligenței artificiale diferitelor domenii de activitate.
- CS.2. Proiectarea, elaborarea și analiza algoritmilor pentru rezolvarea problemelor real complexe, ce implică soluții inteligente cu un înalt grad de creativitate.
- CS.3. Utilizarea și combinarea conceptelor și tehnicilor inteligenței artificiale pentru rezolvarea problemelor folosind programarea declarativă (programarea logică): reprezentarea problemelor și universul problemei; baze de cunoștințe și interogarea lor; demonstrare și prelucrare, strategii de căutare a soluțiilor; agenți inteligenți.
- CS.4. Cunoașterea și aplicarea facilităților limbajului Prolog în proiectarea și elaborarea bazelor de cunoștințe destinate rezolvării problemelor la nivel inteligent: clauze Horn și semantica declarativă Prolog; obiecte și relații, 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 și de a analiza corectitudinea și eficiența algoritmului; abilitatea de a implementa și testa algoritmi ce corespund unor probleme concrete.
- CS.5. Conceperea, proiectarea, dezvoltarea și testarea sistemelor informatice bazate pe cunoștințe, integrând teoriile științifice inovative, metodele, tehnicile și tehnologiile specifice inteligenței artificiale.
- CS.6. Propunerea unor metode, tehnici originale de elaborare a produselor software inteligente pentru diverse domenii de activitate și cercetare științifică.

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

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

CT.3. Demonstrarea spiritului de creativitate, inițiativă și acțiune, pentru actualizarea cunoștințelor profesionale, economice și de cultură organizațională.

Un program de studii trebuie să conțină atât competențele ce vor fi formate/dezvoltate la studenți cât și finalitățile de studii. Acest lucru poate fi explicat prin faptul că competența este utilizată la descrierea standardelor profesionale, este folosită la locul de muncă, iar în conceperea unei discipline universitare primul pas constă în *identificarea finalităților* formării și a *conținuturilor* ce permit atingerea acestor finalități. Disciplina „*Inteligența artificială*” participă la formarea și dezvoltarea profesională a studentului, accentul instruirii fiind pus pe dezvoltarea gândirii logice și algoritmice, pe formarea de competențe de programare declarativă.

În această ordine de idei finalitățile de studiu, ce se propun a fi atinse la disciplina „*Inteligența artificială*” sunt dictate de necesitatea formării specialiștilor calificați în arta programării atât la nivel național cât și internațional, fiind formulate astfel:

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

În interesul cercetării de a evidenția metodologia de formare a competențelor specifice disciplinei „*Inteligența artificială*” am analizat dimensiunile prioritare ale formării acestora. Pentru o vizualizare mai clară, în baza celor expuse în investigația noastră redăm grafic, într-un

mod simplu și intuitiv, elementele componente ale competenței sub forma a trei vectori: cunoștințe, capacități și comportamente și legăturile dintre acestea (figura 2.8).

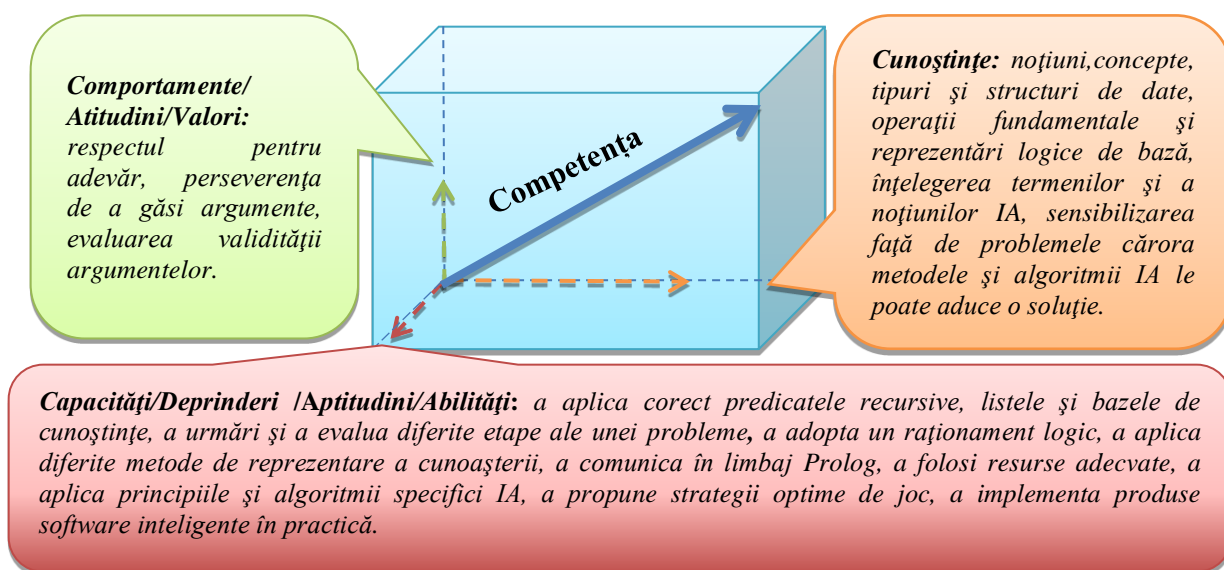


Fig. 2.8. Reprezentarea grafică a structurii tridimensionale a competenței specifice disciplinei „Inteligența artificială”

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

- Componenta declarativă (cunoștințe) a competenței – *savoir dire* - corespunde unei cunoașteri/înțelegeri teoretice ale noțiunilor, conceptelor specifice domeniului inteligenței artificiale, tipuri și structuri de date, operații fundamentale și reprezentări logice de bază: *a ști ce*;
- Componenta procedurală (deprinderi) - *savoir-faire* - se referă la abilitatea de căutare, analizare și utilizare a metodelor, tehnicilor, procedurilor și strategiilor specifice IA în soluționarea unor probleme și se dovedește a fi mai rezistentă la schimbare decât cunoștințele declarative: *a ști cum*;
- Componenta conotativă (atitudini, valori) - *savoir-être* - ține de voință, emoții, afectivitate, motivații în contextul condițiilor sociale bine determinate. Această componentă este percepută ca o dimensiune informală și corespunde formulării *a vrea să știi* [164, p.70].

Astfel, într-o altă ordine de idei, analiza structurală a competenței IA privește: dimensiunea cognitivă (*ce știe studentul*), dimensiunea comportamentală (*ce poate să facă studentul*) și dimensiunea afectivă (*atitudinea față de realitate și context a studentului*).



În procesul de instruire, componentele descrise se formează prin rezolvarea cu succes a sarcinilor complexe corespunzătoare domeniului *inteligenței artificiale* și care sunt consolidate și completate prin aplicarea *metodologiei de formare* a competențelor IA, a unei game de tehnici interactive ce asigură o instruire dinamică, formativă, motivantă, reflexivă, continuă. De asemenea la identificarea competențelor se ține cont de baza de cunoștințe a domeniului studiat, în sensul selectării, proiectării, elaborării, ajustării și utilizării conținuturilor de învățare specifice disciplinei „*Inteligența artificială*”.

#### ***Proiectarea conținuturilor învățării. Modelul disciplinei „Inteligența artificială”.***

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

În cazul învățării prin intermediul SCI vitalitatea componentelor *savoir* este determinată de rolul și funcțiile realizate. În acest scop funcțiile de informare, formare și sistematizare sunt atribuite cadrelor de informare. Proiectarea pedagogică a cadrelor de informare trebuie să asigure funcționalitatea și permisivitatea SCI, astfel încât conținutul materiei didactice să poată fi asimilat, exersat sau editat (individual sau în echipă); secvențele multimedia – percepute corect; fișierele audio – audiate, animațiile – vizualizate, exersate ș.a..

Deci, dobândirea competențelor, în opinia noastră, depinde de doi factori importanți: *conținuturile și situațiile* în care se produce învățarea. Pentru a facilita dobândirea competențelor, conținuturile instruirii trebuie restructurate. Această restructurare poate însemna atât gruparea unităților de învățare, cât și eșalonarea lor. În abordarea axată pe formarea competențelor, mijlocul de formare devine *modulul* ca element de bază al programului de formare, deoarece *modelul modular promovează învățarea integrată*. Astfel, în calitate de principiu de structurare a conținutului disciplinei în cercetarea noastră a fost ales *principiul modular*.

Organizarea modulară a conținuturilor învățării constituie o modalitate de modernizare și adecvare a acestuia la cerințele școlii contemporane. Învățământul modular este caracterizat prin structurarea conținuturilor în module didactice, care includ seturi de cunoștințe, situații didactice, activități și mijloace de instruire delimitate, menite a se plia pe cerințele și posibilitățile unor grupuri de studenți.

*Modelul modular* corespunde, unui model caracterizat prin recurență, reversibilitate ciclică și programe modulare special organizate pentru a răspunde atât particularităților instruiților, cât și obiectivelor de tip integrative. De asemenea modularitatea este centrată pe

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

- permite focalizarea programului de formare pe competențe predefinite;
- asigură o mai bună organizare și conducere a învățării, include toate componentele structurale și funcționale ale curriculumului;
- decelează mai bine reușitele și dificultățile de învățare ale instruiților în relație cu un modul sau altul;
- facilitează personalizarea traseelor de învățare; parcurgerea modulelor se poate realiza în ritmuri diferite în funcție de particularitățile grupei.

Condiția de organizare modulară a conținutului disciplinei constă de asemenea în posibilitatea de a identifica ideile generale ale cursului, spre descoperirea și dezvoltarea cărora este orientat fiecare modul. În plus, este necesar de a accentua un număr de categorii științifice, sensul cărora este asimilat în structura fiecărui modul. Asimilarea bună a unui modul devine condiție a tranziției la dezvoltarea următorului, care în final asigură formarea sistemului integral de competențe.

La structurarea conținutului 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 și practice cu modulele precedente, totalitatea cărora îndeplinește o funcție separată.

Tehnologia de proiectare modulară în cadrul cercetării a fost următoarea. Pornind de la competențele ce urmează a fi formate la studenți (aceste competențe au fost descrise mai sus), se construiește conținutul de studiu al cursului „*Inteligență artificială*”, care a fost divizat în module în felul următor:

- (1) s-a selectat una din competențele disciplinei;
- (2) competenței selectate i s-au asociat temele (conținuturile sau resursele) care vor fi utilizate la exersarea acestei competențe. Aceste teme vor constitui conținutul modulului.
- (3) fiecărui modul i s-au asociat submodulele (părțile componente, temele, unitățile didactice) pe care le conține.

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

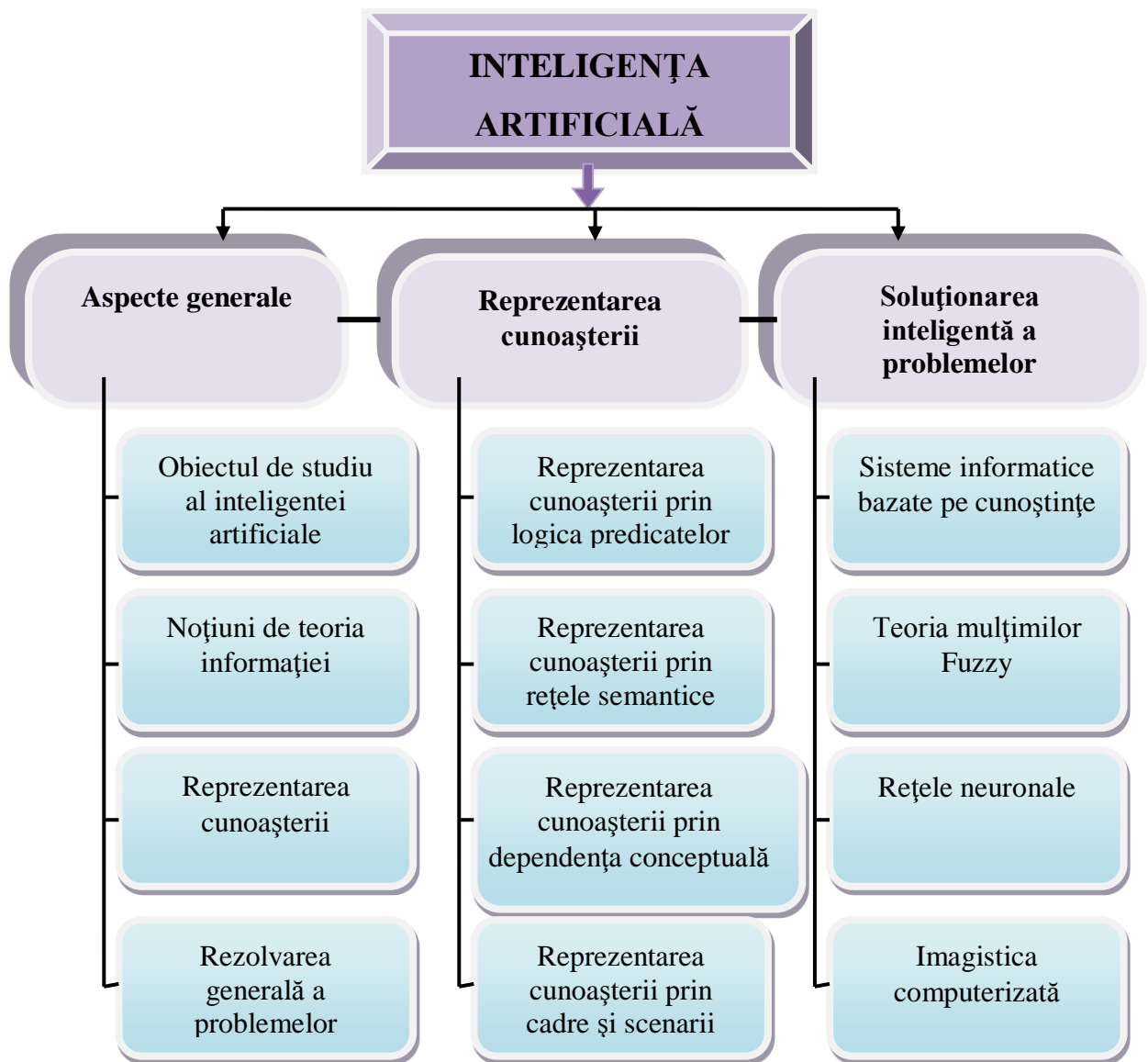


Fig. 2.9. Modelul modular al disciplinei „*Inteligența artificială*”

Modelul modular al disciplinei implică o programare precisă a secvențelor de învățare, o intensificare a procedurilor didactice, un control permanent al rezultatelor, cu introducerea în timp oportun a activităților de corecție.

Odată selectate și structurate, conținuturile necesită a fi transmise de către profesor și însușite de către student, ei aflându-se într-o interacțiune continuă. Transmiterea informației reprezintă o etapă importantă în formarea de competențe. Pentru aceasta este nevoie de selectarea adecvată a **strategiilor de formare** și **o bună organizare a procesului didactic**.

Componentele **strategiilor de formare** a competențelor sunt sistemul *formelor de organizare* și *desfășurare* a activității didactice, sistemul metodologic respectiv sistemul *metodelor* și *procedeelor* didactice, sistemul *mijloacelor* de învățământ, sistemul *obiectivelor operaționale*.

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

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

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

În literatura de specialitate, în funcție de nivelul de formare a unei competențe și de complexitatea achiziției cognitive, sunt delimitate mai multe etape sau stadii de performanță. În cadrul cercetării noastre s-a construit nivelul de formare a competențelor la disciplina „*Inteligența artificială*”, prin prisma nivelelor de achiziție cognitivă reflectate de cercetătorul rus Беспалько В.П. [38] și descrise mai sus în prezenta lucrare (vezi 2.1). Așadar, din perspectiva formării și dezvoltării competențelor specifice disciplinei „*Inteligența artificială*”, fiecare nivel va reflecta un anumit grad de competență la studenți. Astfel, modelul pedagogic include:

**Nivelul I** reflectă gradul de posedare a cunoștințelor, prin definirea principalelor concepte ale inteligenței artificiale;

**Nivelul II** presupune mobilizarea de resurse pentru rezolvarea unor situații simple. Sunt evaluate *micro-competențele* formate la fazele inițiale ale învățării (cunoaștere simplă, înțelegere);

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

**Nivelul IV** presupune tratarea competență a unor situații semnificative în baza cărora studentului îi vor fi evaluate *macro-competențele* formate în fazele avansate ale învățării (sinteză, evaluare critică).

Efectuând o sinteză a celor relatate mai sus putem conchide că, competența se dezvoltă în etape, iar performanțele dobândite indică nivelul în care instruitul operează singur cu unele cunoștințe interiorizate, exteriorizându-le în rezolvarea situațiilor semnificative (care depășesc problemele cotidiene). Deci, nivelul de performanță al studenților va fi mai ridicat, dacă în procesul lor de formare prin intermediul experienței acumulate, viziunii profesionale, profesorul, le-ar prezenta și cultiva studenților modele de învățare eficientă și independentă, pentru ca ulterior să fie motivați să învețe singuri.

Astfel, autorul și-a propus de a orienta întregul proces de formare a competențelor specifice disciplinei „*Inteligența artificială*” spre îmbunătățirea experiențelor de învățare a studenților, spre implicarea lor activă în procesul didactic, spre diversificarea metodelor de predare/ învățare/ evaluare, prin completarea instrumentarului pedagogic și respectiv promovarea unei metodologii didactice centrate pe student prin strategii interactive cu implementarea TIC.

***Resurse digitale de concepție proprie valorificate în procesul de formare a competențelor.***

*Buna organizare a procesului didactic* este condiționată, frecvent, de utilizarea unor mijloace la care profesorul și studentul recurg în scopul, înțelegerii, fixării, consolidării cunoștințelor și capacităților. Prin mijloace înțelegem un ansamblu de instrumente care contribuie la realizarea finalităților propuse. Tradițional în procesul de predare-învățare a disciplinei universitare „*Inteligența artificială*”, profesorii din instituțiile de învățământ 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 considerație progresul tehnologiilor informaționale, procesul de studiere a inteligenței artificiale poate fi completat, destul de eficient, cu implementarea *suporturilor/resurse digitale* (SCI) elaborate de autor în calitate de surse sau mijloace de învățare a cursului „*Inteligența artificială*”. Aplicarea acestora în prezenta lucrare, ca *mijloace*, pot contribui la motivarea studenților spre autoinstruire, autoevaluare și autoreglare a propriului proces de cunoaștere. Din acest punct de vedere, este foarte important ca profesorul să îmbine metoda tradițională cu tehnici și metode active și stimulative bazate pe tehnologie, care să-i solicite pe studenți să-și îndeplinească sarcinile de lucru și să atingă obiectivele propuse, ce duc la formarea competențelor specifice disciplinei „*Inteligența artificială*” cu rezultate scontate.

Astfel, formarea competențelor profesionale a studenților informaticieni prin valorificarea SCI constă în faptul că, principiile didactice generale acționează imediat cu tehnologia (*software*), dezvoltând capacitățile intelectuale și cognitive, motivația învățării, abilitățile de

muncă individuală, reflecția personală, spiritul critic, activ și creativ. La fel, se reduce în mod evident timpul necesar de achiziționare a cunoștințelor, a procesului de transmitere a informațiilor.

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

Accentuăm faptul că în abordarea prin competențe *acțiunile* instruitului devin *mijlocul* principal al *învățării* sale. Abordarea prin competențe transformă acțiunea în motorul principal al procesului de formare. Din această perspectivă, *acțiunile* ce necesită a fi întreprinse de către fiecare student în procesul de dobândire a competențelor specifice disciplinei fundamentale universitare „*Inteligența artificială*” sunt îndreptate către trei mari strategii (figura 2.10):

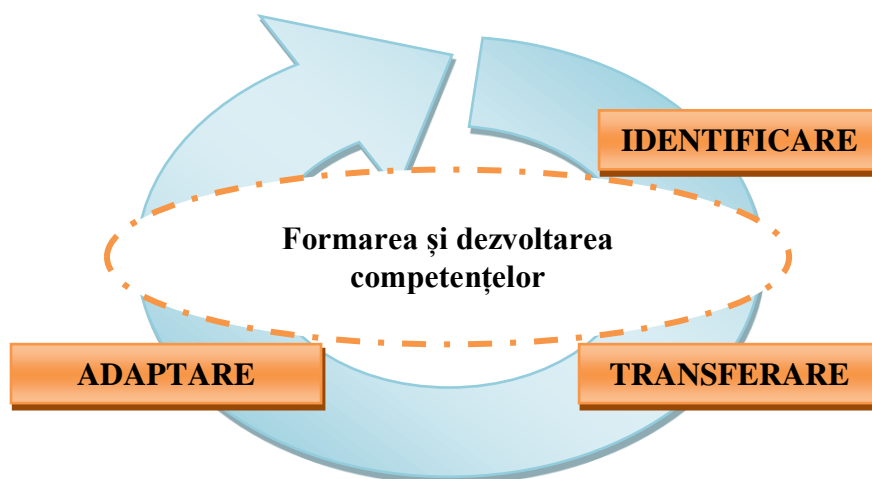


Fig. 2.10. Strategii de învățare

1. *Identificarea* propriilor resurse (cunoștințe, experiențe, scheme, automatisme etc.) și abilități (capabilități) specifice disciplinei.
2. *Transferarea* resurselor proprii și a abilităților (capabilități) într-un context de învățare (mediu de programare declarativă), contrastarea lor cu poșilul profesional a unei sarcini specifice.
3. *Adaptarea* competențelor, adică punerea lor în practică în diverse noi contexte.

Aceste strategii de învățare sunt bazate pe considerentul că, formarea competențelor este un proces continuu de interacțiune între student și mediu. Acest proces începe de la experiențe de învățare pentru a permite studenților 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 atribuția în construcția cunoașterii individuale (a cunoștințelor), a producerii învățării, stimulării și evoluției [175]. Pentru aplicarea

și utilizarea eficientă a resurselor digitale în formarea competențelor profesionale a studenților informaticieni, specifice disciplinei universitare „*Inteligența artificială*” se pretinde la:

- (1) implicare în ritm propriu, accesibil, interacționând în perechi, grupuri mici, precum și cu profesorul;
- (2) relevarea cunoștințelor anterioare în expunerea noilor conținuturi și elaborarea unei structuri conceptuale, operaționale;
- (3) aplicarea simulării, studiilor de caz, problematizării, în vederea susținerii curiozității, a reflecției, evaluării situațiilor pentru stimularea și dezvoltarea gândirii critice și a strategiilor metacognitive;
- (4) realizarea feedback-ului cu referire la sporirea aplicațiilor practice, a varietății de probleme solicitate;
- (5) evaluarea/autoevaluarea constructivă și sistematică, angajarea responsabilă în sarcinile de lucru;
- (6) crearea unui climat emoțional afectiv/stimulativ de colaborare;
- (7) autenticitatea cunoștințelor relevate în viața cotidiană și valorificarea posibilităților;
- (8) integrarea unor experiențe proprii în proiecte cu colegii.

#### ***Aspecte tehnologice ale realizării sistemului de instruire***

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

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

- (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, aplicațiilor Web și 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 ușor la baze de date și permit implementarea elementelor interfeței

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

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

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

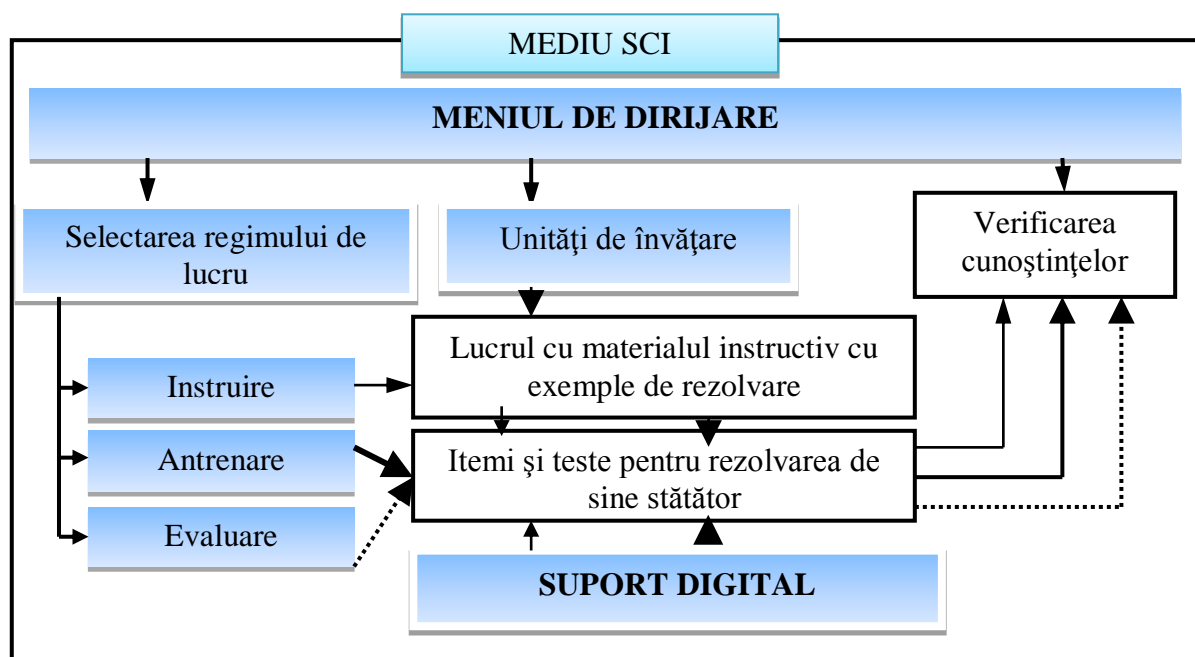


Fig. 2. 11. Componentele sistemului computerizat de instruire (elaborat pentru realizarea procesului de studiere a disciplinei universitare „*Inteligența artificială*”)

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



lansarea și selectarea din interfața panoului de prezentare a aplicației pentru care vor fi elaborate eventualele resurse didactice, conform tipului activității preconizate de efectuat în cadrul lecției planificate de profesor la disciplina universitară „Inteligența artificială” va fi afișată pagina de start (apăsând butonul din centrul ferestrei) pe care o putem accesa și 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 și 4 User Controls. Fereastra este ca un host pentru toate User Controlurile pe care le vom utiliza, astfel economisim resurse în momentul navigării. Este comod și 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 deține butonul de lansare este în strânsă legătură cu celelalte, astfel odată ce a fost inițializat va rămâne așa până când aplicația nu va fi închisă. În colțul din dreapta sus avem un alt UserControl numit Navigation. Funcția acestuia este ca în orice moment de timp și oriunde în aplicație 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:

- *Confidențialitate* - sunt stipulate dreptul de autor asupra lucrării, și toate prevederile care urmează a fi respectate cu privire la aceasta.
- *Condiții de utilizare* - sunt stipulate modul de utilizare, precum și produsele software necesare pentru navigarea în interiorul aplicației.
- *Asistență* - este o descriere detaliată a aplicației și a modului de utilizare, precum și analiza posibilităților de conflict ce pot apărea și soluții pentru rezolvarea lor.

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

anume: *Instruire, Antrenare și Testare*. Modulul de *Instruire* asigură prezentarea conținuturilor (modulul de învățare) și asimilarea calitativă a cunoștințelor prezentate. În modulul de *Antrenare* studentului i se propun diferite situații-probleme, exemple de aplicare, precum itemi pentru rezolvarea independentă și punerea în practică a cunoștințelor dobândite. În modulul de *Evaluare* sistemul propune studentului doar itemi pentru aprecierea rezultatelor de asimilare a cunoștințelor, abilităților și deprinderilor, în acest caz, se folosește baza de itemi comună. Prin urmare, în SCI creat se poate combina antrenarea și evaluarea cunoștințelor, întrucât acesta conține atât material teoretic cât și teste pentru verificare.

În fiecare componentă a SCI se poate adăuga o suită de resurse interactive pentru prezentarea conținuturilor cursului „*Inteligența artificială*”. Aceste resurse au ca obiectiv aprofundarea cunoștințelor și interacțiunea cu studenții și sunt:

- a) *fișiere de tip PDF, prezentări de tip PowerPoint*. Acest tip de resurse sunt folosite în prezent de către majoritatea cadrelor didactice și conțin în principal un rezumat al lecției, precum și schematizarea și abstractizarea conceptelor complexe. Acest tip de prezentare poate fi folosit ca suport în timpul activității, dar și partajat apoi cu studenții pentru a-i ajuta la recapitularea conceptelor de bază, dar și 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 studenții, astfel încât aceștia să poată viziona secvența ulterioară cursului, reducându-se astfel incompatibilitatea între ritmul unic al predării și ritmurile individuale de procesare a informației. Cadrul didactic poate opta pentru înregistrarea în totalitate a unei prelegeri sau doar a unor exemple relevante.
- c) *test grilă* (intermediare și finale). Testele grilă pot fi integrate pe parcursul fiecărui curs sau, separat, la sfârșitul acestuia. Integrarea testelor grilă în curs reprezintă o modalitate de autoevaluare oferită studenților, fiind posibilă corelarea lor cu textul lecției, astfel că, în cazul în care un student nu poate răspunde la o întrebare, acesta va fi redirecționat la pagina aferentă din textul lecției. Acest tip de teste se aseamănă cu întrebările formulate de către cadrele didactice în timpul predării și au ca scop aprofundarea cunoștințelor. De asemenea, un test grilă poate fi distribuit la sfârșitul unei unități de învățare astfel încât profesorul să poată evalua studenții de mai multe ori în timpul unui semestru. Spre deosebire de testele în format tradițional, acestea sunt mai ușor de gestionat, corectarea fiind făcută automat. De fapt, în funcție de tipul testului, rezultatele acestuia pot fi verificate și manual.

De asemenea, cu scopul completării componentelor SCI, au fost integrate și *alte resurse digitale* sub o dirijare comună, științifică a procesului de instruire, la toate nivelurile (cunoaștere și înțelegere, aplicare, integrare), aceasta fiind de asemenea noi în domeniul învățării inteligentei

artificiale [176]. *Conținutul suportului digital* elaborat, ca resursă cu valențe de formare a competențelor profesionale specifice a studenților, care a fost aplicat este:

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

Manualele electronice sunt realizate cu scopul de a cerceta procesul de învățare a noțiunilor abstracte prin stabilirea corespondențelor dintre noțiunile abstracte și obiectele de învățare din mediul real. Ideea este centrată pe argumentul că din punct de vedere psihologic conceptele reprezintă „forme generalizate de reflectare a însușirilor obiectelor și fenomenelor, unități cognitive esențiale ale gândirii” [180, p.241].

*Manualele electronice* elaborate conțin [177]: *materialul instructiv bine selectat și ajustat aparte; desene, animație, tabele de date etc., care completează materialul instructiv; asigurarea unui anumit nivel de instruire; exemple de aplicare a celor învățate; ajutor în rezolvarea problemelor de evaluare; probe de evaluare a cunoștințelor obținute; aprecierea calității cunoștințelor formate.*

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

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

Structura manualelor electronice constituie forma materializată a grafului optimizat. Ca rezultat conținuturile nu includ concepte, învățarea cărora suprasolicită memoria de lucru. Cadrele conținuturilor manualelor electronice reprezintă unități finite de informație. În procesul de formare a competenței digitale sunt importante trei tipuri de cadre: informaționale, operaționale și de evaluare. Cadrele informaționale includ definiții, reguli, scheme, tabele, diagrame s.a., iar transferul datelor în cunoștințe/abilități/competențe este realizat prin diferite tipuri de feedback. Diversitatea tipurilor de feedback este validată și în cadrele operaționale. Cadrele operaționale completează prin extindere cadrele informaționale din considerentele că includ sarcini cognitive și afective.

Conținuturile manualelor electronice argumentează ideea că natura concretului este diferită și că „concretul senzorial” se deosebește de „concretul logic, gândit” [180, p.237]. Astfel, structura manualelor electronice, optimizată prin graful cunoștințelor este „crescută” în baza unei noțiuni - cheie și a trei noțiuni dependente, iar „obiectivele de învățare afectivă se referă la modificarea intereselor, atitudinilor, valorilor, precum, la progresele în gândire și la capacitatea de adaptare” [180]. Conținuturile derivă din manualul profesorului. Diferența constă în faptul că partea aplicativă a manualelor electronice a instruitului reprezintă o totalitate personalizată de resurse informaționale, numărul și diversitatea cărora depinde de nivelul de pregătire al instruitului, competența sa de autoreglare și, nu în ultimul rând, de stilul de învățare. Personalizarea conținuturilor este axată pe soluționarea individualizată a sarcinilor.

Structura personalizată a manualelor electronice este dezvoltată în modul în care este necesar de a asigura comprehensiunea noțiunilor învățate. Inițial noțiunile noi sunt prezentate sub forma de enunțuri, apoi - prin metode de asemănare sau deosebire și diverse forme de feedback. Forma, tipul și structura conținuturilor este proiectată în corespundere cu nivelele cognitiv, afectiv și psihomotor. Astfel, pentru completarea părții de activități 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 cunoștințe din mai multe domenii, dar ne având capacitatea de a le asocia, își completează portofoliul său informatic prin toate resursele audio, video, textuale disponibile.

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

Deoarece am dorit, ca fiecare utilizator să poată naviga cu ușurința prin paginile acestor manuale și în același timp să poată găsi ușor informațiile de care are nevoie, am căutat să realizăm un sistem de navigare cât mai eficient și 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 ușor 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 mișcarea de la o pagină la alta [178].

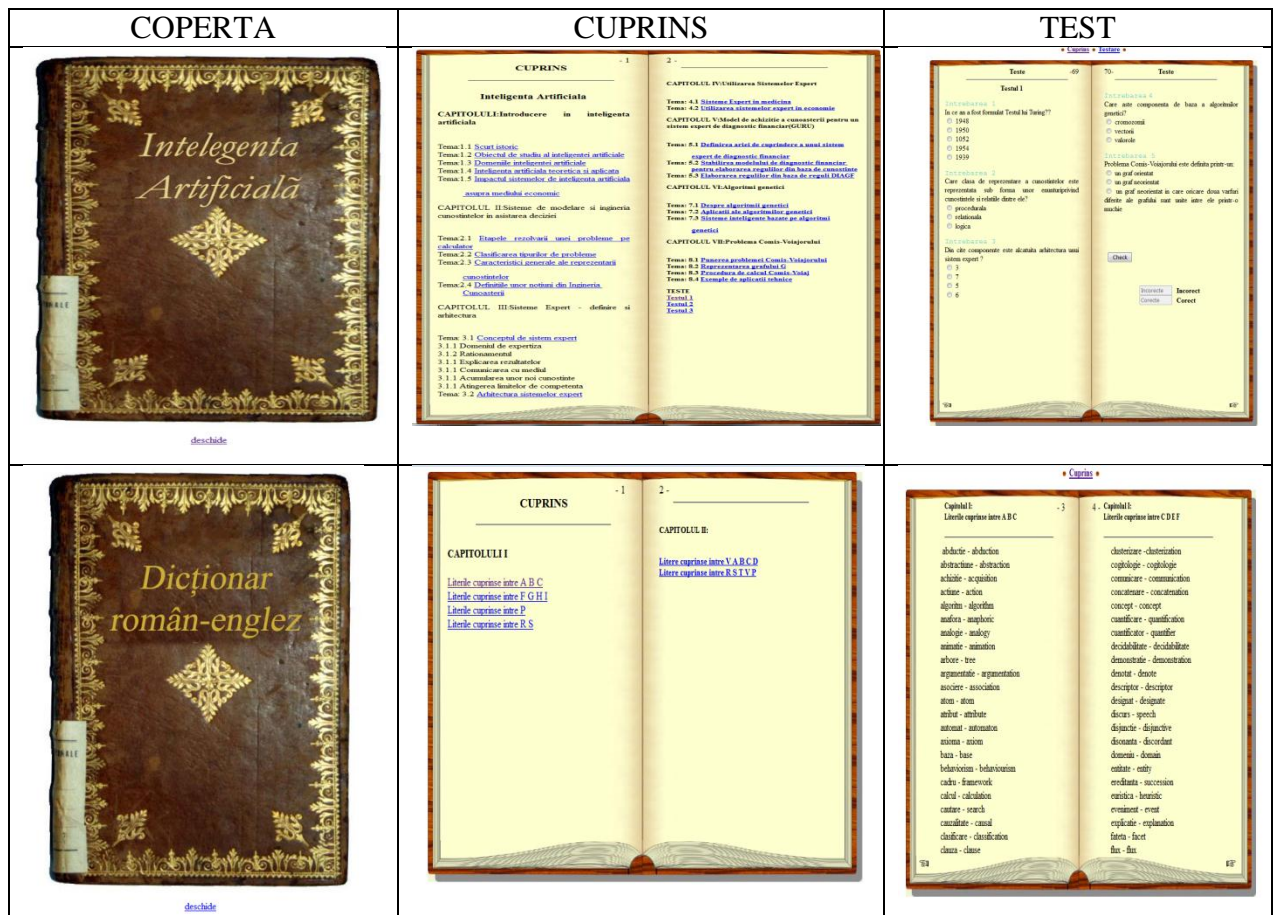


Fig. 2.13. Exemple de cadre din manualele electronice elaborate

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 activităților didactice, cât și de sine stătător de către studenți în afara universității. Implementarea aplicațiilor de către profesor permite organizarea lecțiilor într-un alt format decât cel tradițional, oferind realizarea adaptiv-individuală a obiectivelor educaționale. În timpul lecțiilor de „*Inteligentă artificială*” aria de utilizare a SCI poate fi diferită în funcție de unitatea de învățare, viziunea profesorului etc. Pe lângă faptul că, putem studia materialul teoretic în *Modulul Instruire* și acumula cunoștințe teoretice, avem de asemenea posibilitatea de a integra cunoștințele achiziționate în practică. Prin analiza diferitor exemple propuse în *Modulul Antrenare*, vom forma la instruit deprinderi și aptitudini sigure. Transferarea/aplicarea și implementarea resurselor achiziționate se va realiza la lecțiile de laborator la rezolvarea diverselor probleme și exerciții, 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 deține este rezultatul învățării, precum și valorificarea/mobilizarea acestora în soluționarea competentă a situațiilor specifice domeniului inteligenței artificiale, care reprezintă condiția fundamentală a

unui proces de formare și dezvoltare a competențelor respective. Acest lucru este în special relevant pentru competențele profesionale, care permit studenților să fie specialiști activi ai procesului lor de integrare. În același timp lucrul cu aceste competențe facilitează procesul de transferare a experiențelor de învățare în experiențe de profesionale/de muncă.

Deci, putem vorbi despre competență în cazul când resursele recuperate sunt integrate pentru a face ceva. Or, „pentru ca instruitul să însușească cunoștințe și să demonstreze priceperi și deprinderi, el trebuie să se raporteze, într-un anumit mod la ele, adică să-și formeze anumite atitudini” [181, p.8]. În acest context, activitatea de învățare este reprezentată ca lanț de situații de învățare, care formează conținutul SCI, cât și posibilitățile sale de creație. Sarcinile cognitive trebuie să alcătuiască nucleul cognitiv al SCI, iar baza metodică cuprinde activitatea în comun a pedagogului și studenților la rezolvarea sarcinilor.

Prin urmare, un alt factor important în procesul de dobândire a competențelor, sunt situațiile de învățare care descriu într-un mod simplu și sintetic activități care pot să ducă la formarea și dezvoltarea competenței respective. În cazul nostru, *procesul de instruire va fi organizat în formă de acumulare de cunoștințe teoretice, integrare a lor în exemple practice și adaptarea lor pentru noi situații prin rezolvarea de probleme*. Contactul dintre teorie și practică contribuie în mod substanțial la formarea de competențe, prin rezolvarea de probleme studentul își demonstrează competența. Fiecărei unități de învățare îi sunt caracteristice un set de probleme. Pentru rezolvarea lor, studentul va fi pus în situația de a rezolva un set de probleme din diferite unități de învățare cu nivele diferite de complexitate, utilizând *metode și tehnici specifice de inteligență artificială*.

În inteligența artificială reprezentarea cunoștințelor și controlul lor sunt esențiale. Inteligența artificială trebuie să fie capabilă să reprezinte obiecte, proprietăți, reguli, operații, acțiuni, situații, evenimente, cauze, efecte și relațiile dintre acestea și să lucreze cu aceste reprezentări sau să le modifice în caz de necesitate [171].

Menționăm că, cele mai utilizate metode și tehnici de reprezentare a cunoștințelor în IA sunt cele bazate pe calculul simbolic: metode și tehnici bazate pe logică (logica propozițională, logica cu predicate de ordinul I), metoda regulilor de producție, metode și tehnici de reprezentare a cunoștințelor structurate (rețele semantice, cadre, scenarii, dependențe conceptuale etc.) [171].

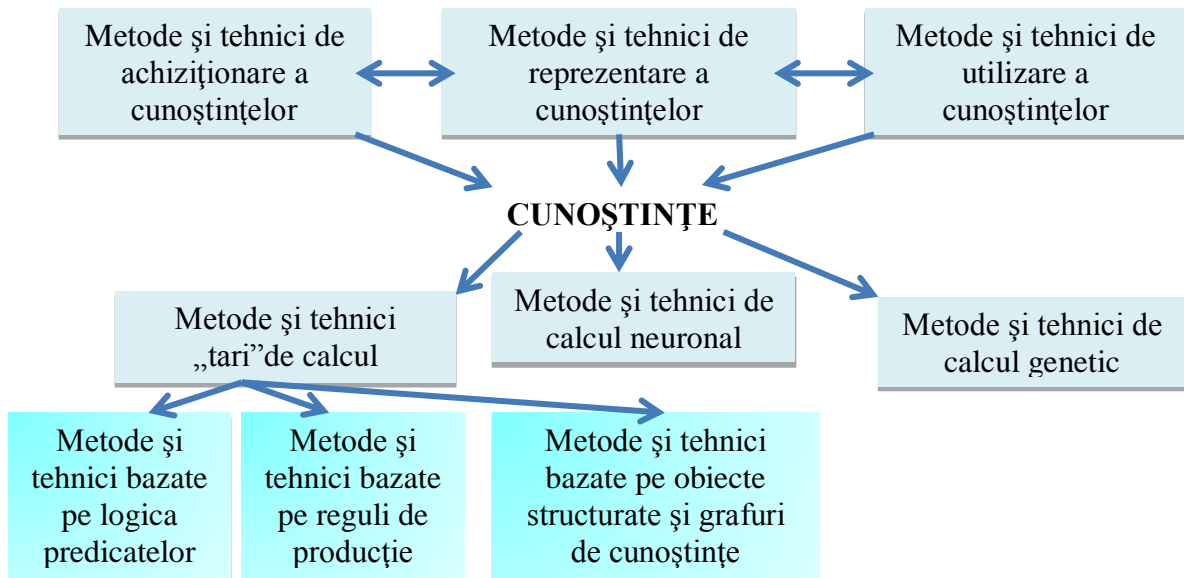


Fig. 2.14. Metode și tehnici specifice inteligenței artificiale

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

*Unitatea de învățare*: Reprezentarea cunoașterii.

*Competențe specifice vizate*:

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

*Descriere*: De elaborat baza de cunoștințe pentru secvența ce declară că „Ana are carte, Ana are mașină, Maxim are calculator, Maxim are mașină”. Lansați 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 și ce obiecte posedă?      | Goal: are (_, aur)                  |
| e) Poseda Ana mașină?              | Goal: are (X, Y)                    |
| f) Ce obiecte au și Ana, și Maxim? | Goal: are (ana, X) , are (maxim, Y) |

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

- Se declară unele afirmații (fapte) despre obiecte și relații dintre ele.
- Se descriu regulile care definesc relațiile dintre obiecte.
- Se formulează una sau mai multe întrebări (interogări, goal).

Pentru rezolvarea problemei se propune reprezentarea cunoștințelor folosind *metoda de reprezentare prin logica cu predicate*. Logica cu predicate de ordinul I permite ca o propoziție să fie fragmentată în două părți de bază: *obiecte* (argumente) și *predicate*. Predicatul este un enunț formal despre obiecte și relațiile 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 funcție  $P$  de  $n$  argumente cu valori de adevăr, *adevărat* ( $a$ ) sau *fals* ( $f$ ). Secvența de program Prolog este următoarea:

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

În acest caz studenții sunt familiarizați cu crearea bazei de cunoștințe alcătuită numai din *baza de fapte* și formularea corectă a interogărilor asupra bazei elaborate. Un *fapt* este un adevăr necondiționat și specifică o afirmație despre o anumită relație.

Propunem în cele ce urmează *un alt exemplu* de situație cu caracter exercițiu.

*Descriere:* De elaborat regula pentru descrierea relației `acelasi_parinte`. Lansați programul în repetate rânduri, pentru diferite interogări. Reflectați în raport rezultatele obținute.

Pentru rezolvarea problemei se propune utilizarea *metodei regulilor de producție*. Regulile de producție sunt enunțuri condiționale ușor de înțeles și de descris, care specifică o acțiune care va avea loc sub rezerva adevărului condițiilor. În vocabularul inginerilor de cunoștințe, ele se mai numesc relații: *cauză–efect*, *premisă–concluzie*, *ipoteză–acțiune*, *condiție–acțiune*, *test– rezultat*, *IF–THEN* sau *IF–THEN–ELSE*. În acest caz secvența 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:  $Z=dan$  și  $Z=suzana$ .

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



```

Files Edit Editor Run Compile Options Setup
Line 1 Col 1 0:\UNTITLED.PRO Indent Inse
domains
s=symbol
predicates
parinte(s,s)
acelasi_parinte(s,s)
clauses
parinte(ion,ada).
parinte(maria,dan).
parinte(andrei,ana_maria).
parinte(maria,suzana).
acelasi_parinte(X,Y):-parinte(P,X),parinte(P,Y).
Goal: acelasi_parinte(dan,suzana)
Yes
Goal: acelasi_parinte(dan,ada)
No
Goal: acelasi_parinte(suzana,Z)
Z=dan
Z=suzana
2 Solutions
Goal:
acelasi_parinte
parinte
acelasi_parinte
parinte
Message Trace
F2-Save F3-Load F5-Zoom F6-Next F8-Previous goal Shift-F10-Resize F10-End

```

Fig. 2.15. Codul program „acelasi\_parinte” și ferestre Turbo Prolog

Prin urmare, în acest caz studenții sunt familiarizați cu crearea bazei de cunoștințe alcătuită numai din baza de fapte și baza de reguli, unde *regulile* sunt afirmații, adevărul cărora este determinat de către adevărul a mai multor factori. Regulile sunt niște raționamente (deducții).

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

*Descriere:* Să se construiască un arbore genealogic arbitrar, care să conțină cel puțin 4 nivele (generații). Să se descrie regulile pentru diverse relații de rudenie din acest arbore în limbajul Prolog, utilizând numai următoarele relații:

- 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 cunoștințe alcătuită din *baza de fapte* și *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).

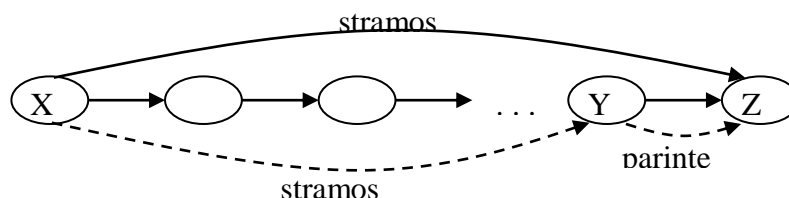
```

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

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

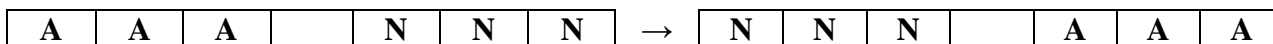
- părinții sunt strămoși;
- părinții părinților sunt strămoși; ș.a m.d.

Predicatul *stramos* poate fi reprezentat grafic astfel:



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

Un exemplu de situație complexă este problema „Pionii”. Pe o tablă orizontală cu 7 pătrate inițial sunt aliniați trei pionii albi și trei pionii negri cu un pătrat liber între ei. Să se găsească consecutivitatea de transformări a configurației inițiale pentru a ajunge la configurația finală în care pionii albi sunt în dreapta, iar cei negri – în stânga despărțiți de un pătrat liber:



Pentru a găsi strategia de soluționare a sarcinii, studenților li se propune Jocul logic pe calculator „Broscuțele” (figura 2.17). Prin aplicarea efectelor de animație a obiectelor jocului, se cere studenților să analizeze și să identifice succesiunea de acțiuni care transformă starea inițială a problemei în stare finală.

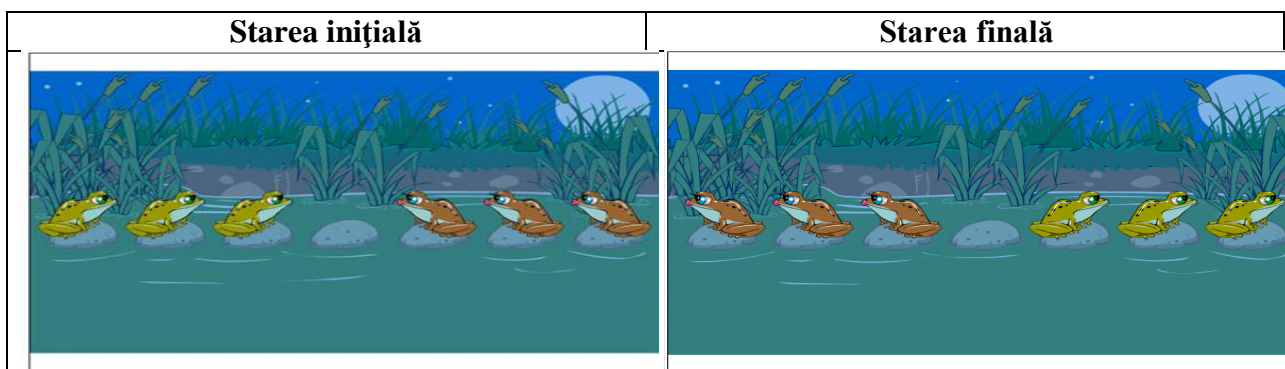
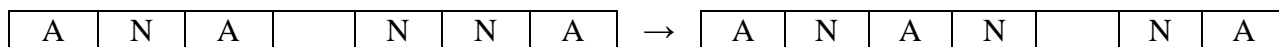


Fig. 2.17. Jocul logic pe calculator „Broscuțele”

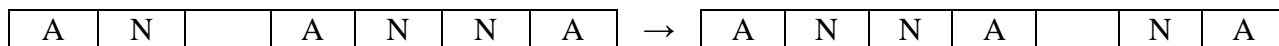
Ansamblul de obiecte (pioni sau broscuțe) aparțin aceluiași domeniu și reprezintă elementele unei liste. Mai mult decât atât, rezolvarea acestei probleme constă în identificarea soluției, folosind *tehnica de rezolvare prin căutare*. Rezolvarea problemei prin căutare implică stabilirea unui *spațiu de stări* (toate configurațiile posibile, fără enumerarea obligatorie a tuturor

configurațiilor) și *reprezentarea* explicită sau implicită a acestora. Prin joc studenților li se creează oportunitatea de a vedea, experimenta și examina sistemic stările posibile în vederea identificării soluției potențiale prin îndeplinirea următoarelor patru acțiuni:

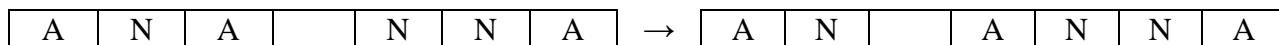
1) un pion negru poate fi deplasat cu un pătrat spre stânga, dacă pătratul e liber, astfel:



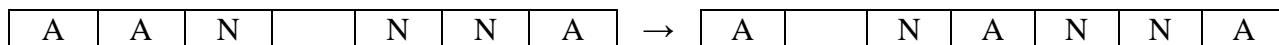
2) un pion negru poate sări peste un pion adiacent alb spre stânga, dacă pătratul e liber:



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



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



Cu toate că sarcina propusă are un grad sporit de dificultate, în cazul nostru, rezolvarea prin utilizarea regulilor (în combinație cu o strategie de control) de deplasare în spațiul problemei până la găsirea unui drum între starea inițială și cea finală, reprezentate în Prolog este redusă (figura 2.18). Pentru rezolvarea sarcinii propuse studentul își va aplica competențele 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 și 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 relații, structurile sunt obiecte. Structurile nu apar niciodată singure într-o clauză, ci doar ca argumente pentru predicate.

În acest sens, se propun studenților situații descrise ca în următoarea problemă „Talente”:  
 În familia Bright sunt cinci copii. La vârstele de 4, 5, 6, 7 și 8 ani *Rose* și frații săi și-au demonstrat talentele în domenii diferite. Unul din ei cântă bine la *pian*. Să se determine vârsta și talentul fiecărui copil, ținând cont că: (1) *Becca* are 4 ani și nu strălucește 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 strălucește în *litere*.

În acest caz pentru rezolvarea problemei se propune utilizarea *metodei de reprezentare a cunoștințelor structurate*. Baza de cunoștințe include atât *baza de fapte*, cât și *baza de reguli*, și este reprezentată în următoarea secvență 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 soluționarea problemei „Talente”

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

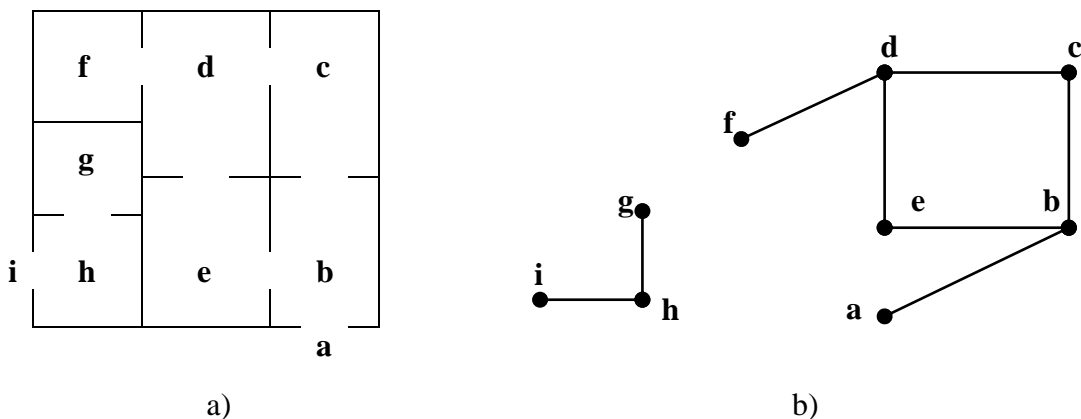


Fig. 2.20. Reprezentarea unui labirint cu ajutorul unui garf

Labirintul poate fi reprezentat și 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 veșnic.

```
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  $b, c, \dots$ . În același timp programul afișează camerele vizitate. Primul argument al predicatului *trecere* este punctul inițial (*start*), iar al doilea argument este punctul final. Argumentele pot fi și 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)` obținem răspunsul: `[e, d] [e, b, c, d]`, adică se afișează toate soluțiile.

*Metode și tehnici bazate pe calcul genetic.* Metodele și 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  $V$  și  $E$  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. Cerința este de a determina un ciclu care începe de la un nod aleator a grafului, și trece exact o dată prin toate celelalte noduri și care se întoarce la nodul inițial, cu condiția că ciclul să aibă un cost minim. Costul unui ciclu este*

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

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

Această problemă populară de combinatorică este simplu de înțeles, însă greu de rezolvat. Problema conține un set de orașe localizate în coordonatele  $(x, y)$ . Scopul este de a aranja orașele în așa ordine în cromozomul individului, astfel încât suma distanțelor ale orașelor adiacente ce merg la rând în acest cromozom să fie minimă. Dificultatea acestei probleme este în numărul mare de combinații posibile. De exemplu, pentru 10 orașe sunt 3628800 combinații posibile, iar numărul de soluții posibile este de  $N!$  și crește dramatic la adăugarea doar a câtorva orașe. 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 soluție, într-un timp acceptabil. Însă, acest tip de probleme poate fi soluționat 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 soluțiilor problemei în cromosoma indivizilor. Această codificare este de dorit să fie realizată astfel încât orice instanță posibilă ale acestei codificări să reprezinte o soluție admisibilă a problemei. Mai mult de atât, codificarea soluțiilor trebuie realizată astfel încât funcția de fitness să calculeze rapid calitatea individului, la fel și operatorii algoritmului să opereze rapid cu această codificare.

Pentru problema cercetată, cea mai intuitivă și simplu de realizat codificare este de a reprezenta traseul, ce constituie soluția problemei, sub formă de șir de numere întregi, unde fiecare număr întreg reprezintă numărul orașului de la 1 la  $N$ . În așa formă, oricare două orașe se consideră adiacente, atunci când numerele acestora sunt adiacente în acest șir sau sunt pe extremități. De exemplu, pentru 4 orașe o soluție admisibilă este: 3142. Unde orașul 3 este adiacent cu orașele 1 și 2, orașul 1 este adiacent cu orașele 3 și 4, orașul 4 este adiacent cu orașele 1 și 2, iar orașul 2 este adiacent cu orașele 4 și 3. Altfel formulat, orice permutare a  $N$  numere reprezintă o codificare a unei soluții. Scopul algoritmului genetic este de a găsi așa o permutare, care constituie traseul minim între orașe.

După crearea modului în care vor fi codificate soluțiile trebuie de creat operatorii de selecție, de crossover și de mutație pentru rezolvarea acestei probleme, care nu produc duplicate în informația genetică a individului sau indivizi, ce reprezintă o soluție neadmisibilă a problemei.

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

a înțelege cum are loc crearea operatorilor menționați (de selecție, de crossover și de mutație). În acest scop, autorul a elaborat o aplicație care implementează un algoritm genetic pentru rezolvarea PCV folosind toți acești operatori și, care construiește graficul de performanță al algoritmului. Astfel, se poate de depistat, care operator este cel mai reușit în anumite situații ale problemei. Aplicația elaborată de autor este aplicată ca instrument în cadrul disciplinei „Inteligența artificială”, ce contribuie la simularea grafică a procesului de găsim a drumului optimal în PCV cu 50 de orașe, după schema din figura 2.22.

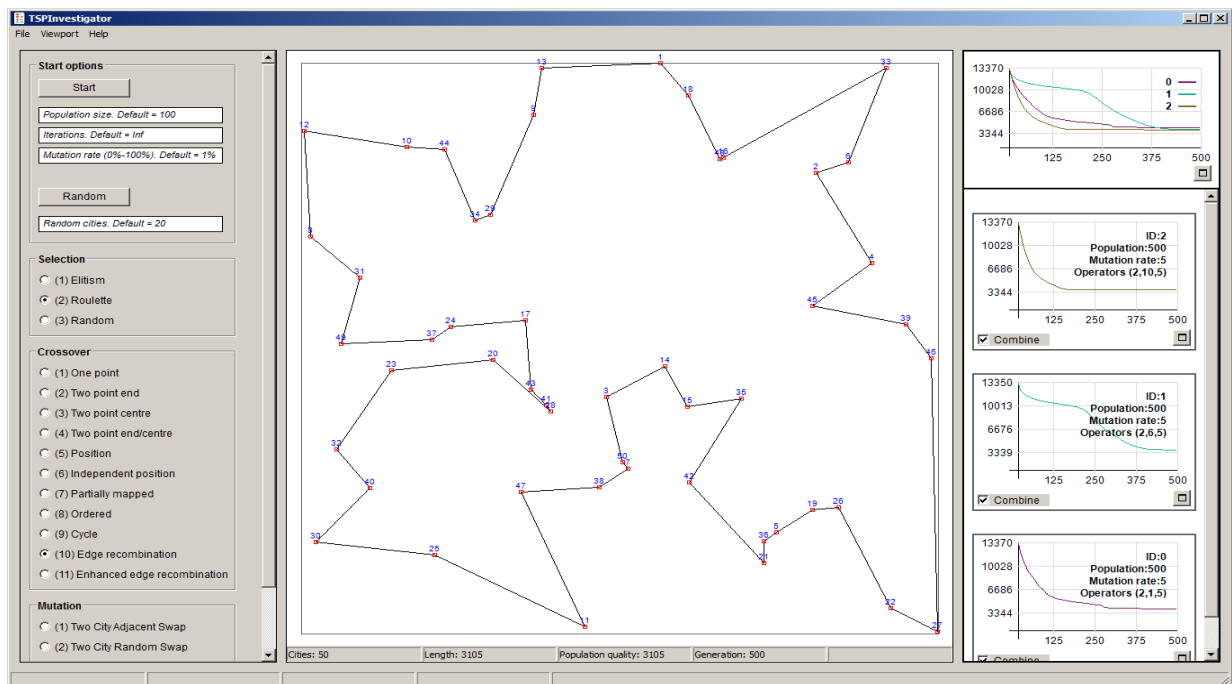


Fig. 2.22. Soluția PCV cu 50 orașe

În vederea realizării unei funcționalități, aplicația îndeplinește un set de cerințe rezumate astfel:

- implementarea tuturor operatorilor de selecție, crossover și mutație;
- posibilitatea de a seta un număr arbitrar, inițial de indivizi ai populației;
- posibilitatea de a indica un număr de iterații care algoritmul genetic să-i parcurgă;
- posibilitatea de a indica rata de mutație înainte de a începe algoritmul;
- posibilitatea de a indica un număr aleator de orașe care vor fi create automat în poziții aleatoare;
- posibilitatea de a indica manual poziția orașelor;
- posibilitatea de salva și de a citi din fișier poziția orașelor;
- posibilitatea de a elimina toate orașele din algoritm pentru a poziționa altele;
- vizualizarea orașelor în fereastră;
- vizualizarea celei mai bune soluții la fiecare iterație a algoritmului;

- fiecare rulare a algoritmului este vizualizată sub formă de grafic de performanță a algoritmului; fiecare rulare își are graficul său aparte și, prin urmare, poate fi construit graficul fiecărei rulări a algoritmului;
- posibilitatea de a combina mai multe grafice de performanță ale algoritmului în unul singur pentru a vedea diferența dintre diferite configurații ale algoritmului; un grafic oarecare poate fi adăugat la combinația de grafice sau extras;
- posibilitatea de a vizualiza pe toată suprafața ecranului atât graficele unei rulări cât și graficul care reprezintă combinarea a mai multor grafice;
- posibilitatea de a vizualiza toate graficele concomitent.

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

Orice metodologie de instruire se finalizează cu evaluare în baza căreia este verificat nivelul de formare a competenței 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 și a două testări curente. Evaluarea finală a competențelor studenților 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* și oferă studentului posibilitatea să se *autoevalueze* în procesul învățării (item după fiecare unitate de studiu, test la sfârșit de capitol) și după învățare (test sumativ la sfârșit de capitol/modul sau test final). *Ca instrumente de verificare a competențelor au servit atât testele pe calculator, cât și cele pedagogice proiectate pentru testările curente și cea finală.* Rolul testelor pe calculator în acest proces strategic constă în a evalua existența efectului sinergic și a automatiza *componenta cognitivă a competenței*. Evaluarea computerizată poate fi proiectată și după fiecare pas de învățare (itemul include o probă standardizată de evaluare a cunoștințelor 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 cunoștințe și competențe.

În același timp, modulele pot fi selectate individual, în dependență de competențele *a priori* și de stilul de învățare. Aprecierea răspunsurilor se face în procente. În acest caz, obiectivele instrucționale 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:



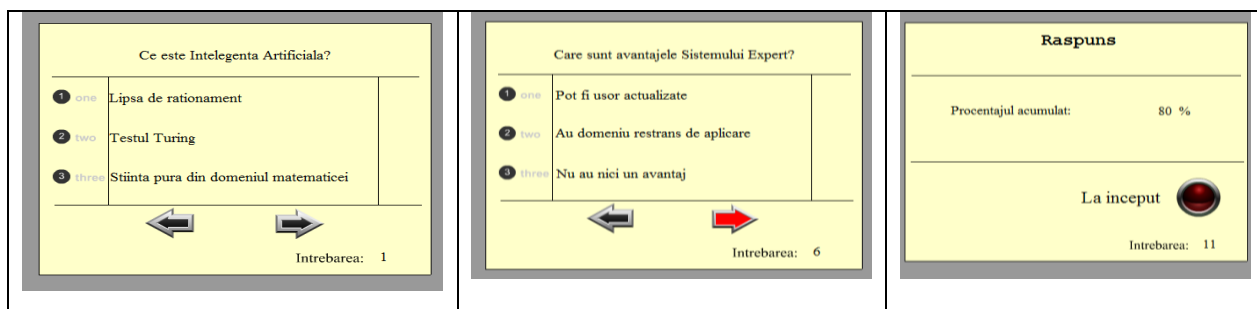


Fig. 2.23. Exemple de cadre de evaluare

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

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

- I. permit evaluarea prezenței resurselor necesare pentru demonstrarea micro-competenței – *cunoașterea și înțelegerea* noțiunilor și 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 competenței – *aplicarea* resurselor acumulate pentru rezolvarea unor situații standarde, ca de exemplu:

Să se reprezinte sub forma unor fapte și/sau reguli PROLOG următoarea propoziție:

„O persoană se consideră specialist experimentat într-un domeniu, dacă ea are vârstă mai mare de 30 ani și are vechimea de muncă în acest domeniul mai mare de cinci ani.”

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

Să se definească predicatul recursiv pentru calcularea valorii funcției:

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

Mărimea testului și timpul de rezolvare variază în raport cu mărimea unității de instruire evaluate. Se înțelege că, paralel cu testul, se construiește și baremul de corectare și 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 criteriile ce țin 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, desfășurat de autor, rezultatele evaluării, au fost studiate și analizate pe verticală (item) și pe orizontală (student) înafara orelor. Din analiza rezultatelor detaliate se obțin performanțele/progresele individuale ale studenților, precum și caracteristicile itemilor, dar și evidențierea situațiilor dificile fiecărui student.

## 2.4. Concluzii la capitolul 2

1. Arhitectura modelului SCI proiectat de autor conține cunoștințe de trei tipuri: *despre disciplină* (modelul disciplinei), care reflectă conținuturile formării și sarcinile de învățare/evaluare; *despre instruit* (modelul instruitului), ce include setul de parametri actualizați în mod dinamic, reflectând caracteristicile generale ale instruitului; *despre strategiile de instruire*, tactici și euristici de conducere a procesului de instruire.
2. Realizarea informatică de către autor a SCI ca un complex de programe pentru calculator, cuprinde proiectarea interfeței, stabilirea modelului de accesibilitate, dezvoltarea tehnică a resurselor multimedia și 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 și evaluarea, și oferind, conținuturilor interactivitate, adaptivitate și posibilitatea ajustării pentru alte discipline.
3. În scopul obținerii unui randament maximal al exploataării în activitatea didactică universitară a *produselor informatice dezvoltate* de autor, a fost elaborat și fundamentat teoretic *modelul pedagogic* de formare și dezvoltare a competențelor profesionale ale studenților prin implementarea SCI la disciplina „*Inteligența artificială*”. Modelul pedagogic elaborat conține două componente: *teoretică* și *tehnologică (aplicativă)*, care determină elaborarea metodologiei de formare a competențelor la „*Inteligența artificială*” prin valorificarea SCI cu potențial de aplicare adițională la efectivul metodelor și strategiilor fundamentale în practica de predare și, respectiv, aplicarea metodologiei și evaluarea rezultatelor obținute.
  4. Prin consultarea diverselor surse de specialitate (Cadrul Național al Calificărilor, programe de studii, cerințe ale angajatorilor, dinamica pieței muncii și a cunoașterii, interesele și nevoile de învățare ale studenților) și prin utilizarea matricei corelării finalităților de studii autorul a fost propus competențele specifice ce urmează a fi formate/dezvoltate în cadrul disciplinei „*Inteligența artificială*” și conținutul de instruire, punându-se un accent deosebit pe: combinarea conceptelor și tehnicilor inteligenței artificiale; proiectarea și elaborarea bazelor de cunoștințe; aplicarea algoritmilor specifici și strategiilor de căutare a soluțiilor pentru rezolvarea problemelor cu tehnici inteligente folosind programarea declarativă;
  5. Integrarea pedagogică și informatică a părților componente ale SCI s-au axat pe *organizarea și integrarea modulară a conținuturilor specifice* cursului, asigurând procesul de asimilare a cunoștințelor în condițiile unui ciclu didactic complet, care include scopul și obiectivele, motivația pentru asimilarea calitativă, conținuturile, metode și forme de învățare directe, mediate și activități independente de autoinstruire, autoevaluare și evaluare a rezultatelor de asimilare a cunoștințelor, abilităților și deprinderilor care sunt parte a structurii sale.
  6. Extinderea *valențelor metodologice*, grație modelului pedagogic elaborat: (a) *transformă* modul de transmitere și achiziționare a cunoștințelor, adoptă strategii de activitate cu actorii procesului instructiv; (b) *stimulează* cogniția, metacogniția și construcția flexibilă a cunoștințelor; (c) permite *accesibilitatea informațiilor* în timp moderat și consum financiar variabil; (e) *compatibilitatea* și calitatea limbajului de programare a *software*-urilor, conținuturilor de învățare permite transmiterea acestora atât în regim de contact direct instruit-profesor deplin sau/și parțial sau la distanță, cât și în format de învățare autoreglată.

Rezultatele obținute permit soluționarea problemei de cercetare și realizarea obiectivelor înaintate în scopul sporirii calității procesului didactic la disciplina universitară „*Inteligența artificială*” orientate spre formarea și dezvoltarea competențelor specifice cursului respectiv și asigurarea finalităților de studii prin implementarea și valorificarea SCI.

### 3. ARGUMENTAREA EXPERIMENTALĂ A EFICIENȚEI MODELULUI ȘI METODOLOGIEI DE FORMARE ȘI DEZVOLTARE A COMPETENȚELOR STUDENȚILOR PRIN UTILIZAREA SCI

#### 3.1. Scenariul și derularea cercetării didactice (experimentului pedagogic)

Una din tendințele procesului educațional modern constă în realizarea instruirii oriunde, oricând, adaptabilă la necesitățile instruiților și la diversele niveluri ale acestora. Astfel, metodele educaționale computerizate aplicate în procesul de predare-învățare facilitează calea spre finalitățile determinate de obiectivele pe care profesorul și le planifică pentru o anumită componentă structurală de învățare și/sau evaluare.

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

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

SCI realizat de noi în contextul concepției didactice a disciplinei „*Inteligența artificială*” și în conformitate cu tehnicile de programare moderne și elementele de grafică și de modelare, acceptate în cadrul pregătirii universitare a specialiștilor din domeniile informaticii, contribuind la valorificarea studierii elementelor de programare aplicată prin dezvoltarea de aplicații educaționale cu potențial de practicare IAC a adus și la proiectarea inevitabilă a unui mediu de învățare constructiv și formativ de implementare a produsului educațional finit.

În urma actualei investigații științifice și experimentale au fost: reliefate idei generale sintetice privitoare la teoria și strategia de implementare a produselor software educaționale în învățământul superior, având ca bază exemplul de studiere a cursului universitar „*Inteligența artificială*” la USM; sistematizate tehnicile și metodologia de elaborare a complexului de software educațional pentru studierea inteligenței artificiale (limbajului necesar Prolog);

structurat aparatul informatic privitor la elaborarea, stocarea, prelucrarea, furnizarea resurselor didactice elaborate pentru procesul de predare/învățare/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 și strategii didactice în activitatea didactică universitară;
- c) Proiectarea și elaborarea SCI, de concepție proprie, din perspectiva formării și dezvoltării competențelor studenților la studierea inteligenței artificiale în vederea optimizării procesului instructiv;
- d) Testarea și asigurarea calității SCI, de concepție proprie, din perspectiva formării și dezvoltării competențelor la studenți, pe exemplul studierii IA, în vederea determinării stabilității și funcționalității produsului educațional digital în conjunctura de testare a unităților sistemului elaborat;
- e) Implementarea SCI, cu scopul de a îmbogăți, eficientiza și actualiza procesul de predare/învățare a cursului universitar de IA;
- f) Colectarea, analizarea, sintetizarea și interpretarea datelor experimentale obținute.

*Premisa investigațiilor* noastre a fost: formarea și dezvoltarea competențelor descrise prin curriculum universitar la disciplina „*Inteligența artificială*” cu utilizarea unor strategii moderne de predare/învățare/evaluare.

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

*Obiectivele specifice:*

1: Elaborarea, pilotarea și revizuirea SCI utilizat în studiul unităților de învățare la disciplina IA, prin prisma eficientizării activității de învățare.

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

3: Verificarea ipotezei științifice, că prin utilizarea SCI pentru lecții de laborator, seminare, în timpul lucrului individual, se îmbunătățește semnificativ calitatea instruirii și a performanțelor studenților în studiul inteligenței artificiale prin creșterea eficienței activității de achiziție activă și interactivă a cunoștințelor, a formării competențelor și a interesului pentru învățarea inteligenței artificiale.

*Specificul cercetării* efectuate constă în utilizarea masivă a tehnicii de calcul, a tehnologiilor informaționale și de comunicație și implicarea în experiment a unui număr mare de studenți. Investigația a fost promovată sub două aspecte: verificarea metodologiei elaborate și implementarea modelului în studierea disciplinei universitare „*Inteligența artificială*”, din perspectiva formării și dezvoltării competențelor studenților anului doi ai universității.

**Metodologia cercetării a însumat următoarele tipuri de metode:**

- *Pedagogice* - documentarea științifică, observarea, conversația, analiza produselor activității studenților, compararea, chestionarul, experimentul pedagogic (de constatare, de formare și de control);

- *Statistice* - prelucrarea și interpretarea statistică a datelor colectate din punct de vedere cantitativ, calitativ, grafic; prin indicatorii variației: media aritmetică, verificarea gradului de omogenitate a seriei, dispersia.

În scopul sublinierii aspectelor privind promovarea sistemului computerizat de instruire în procesul educațional ca resursă pentru activitățile de predare/învățare și utilizarea acestuia în diferite condiții, precum și verificarea impactului aplicării metodologiei propuse, în cadrul cercetării noastre a fost organizat și realizat un *experiment pedagogic*. Organizarea experimentului s-a efectuat în baza rezultatelor cercetărilor teoretice și metodice expuse în capitolele anterioare. Dumitriu C. [183] menționează că, *experimentul* reprezintă cea mai importantă metodă de cercetare, deoarece furnizează date precise și 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 studenților cu principalele competențe din domeniul inteligenței artificiale.

Experimentul s-a desfășurat prin *tehnica eșantioanelor paralele* (eșantion experimental și de control). „Eșantionul reprezintă o submulțime a populației statistice avute în vedere” [184, p.148]. Vom numi *eșantion experimental* (EE) eșantionul care a fost instruit prin aplicarea modelului și metodologiei de implementare a SCI elaborat și *eșantion de control* (EC), eșantionul care a fost instruit în mod tradițional. Bineînțeles, pe *durata desfășurării experimentului pedagogic* a fost urmărit în ce măsură (efectul) *variabila independentă*: instruirea cu ajutorul SCI în sensul formării și dezvoltării competențelor studenților la inteligența artificială și asigurarea studenților cu materiale didactice electronice, prezentarea cazurilor de aplicabilitate a programării logice în inteligența artificială etc.; influențează *variabila dependentă*: nivelul formării competențelor la studenți în inteligența artificială (rezultatele obținute de studenți la testele pedagogice), care determină nivelul actual de pregătire a lor. Suplimentar a fost comparat nivelul de motivație al studenților - *variabila intermediară*.

*Metoda testelor* a fost aplicată în etapa de formare experimentală. Testele pedagogice de cunoștințe elaborate și utilizate au fost echivalente, pentru unitățile de învățare a ambelor eșantioane cercetate, conținând itemi cu răspuns închis, de completare, de asociere, de alegere a răspunsului corect, precum și itemi cu răspuns deschis, în ordinea crescândă a dificultății, care au vizat cunoașterea, înțelegerea, aplicarea, analiza, sinteza și evaluarea. S-au proiectat 3 teste pedagogice, denumite astfel: Testarea I, Testarea II și testul final (examen).

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

**Perioada de desfășurare a experimentului pedagogic.** Experimentul a fost organizat și derulat pe parcursul anilor academici 2014-2015, 2015-2016.

**Baza experimentală.** În calitate de eșantioane experimentale au servit grupe de la anul doi ale Facultății Matematică și Informatică a Universității de Stat din Moldova, secția cu frecvență la zi. Întregul lot de cercetare (N) este format din 91 de persoane. În tabelul 3.1 este ilustrată componența eșantioanelor, anul de studii și numărul de studenți din fiecare grupă academică care au participat la experiment.

Tabelul 3.1. Structura eșantioanelor

<i>Perioada desfășurării</i>	<i>Eșantionul experimental</i>		<i>Eșantionul de control</i>	
	<b>Grupa academică</b>	<b>Nr. de studenți</b>	<b>Grupa academică</b>	<b>Nr. de studenți</b>
2014-2015	I 21 subgrupa I	14	I 21 subgrupa II	12
2015-2016	IA 21	34	I 21	31
<b>Total pe eșantioane</b>		48		43
<b>TOTAL</b>				91

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

După cum știm, 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 științifice:

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

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

### Argumentarea și 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 eșantioane de control și experimentale cu un număr mai restrâns de participanți, ca în cazul nostru pentru eșantioanele anului 2014-2015 a căror volum nu întrece 12 și respectiv 14 participanți fiecare. E de remarcat că valoarea empirică a criteriului *Cramer-Welch* este valoarea aproximativă a valorilor empirice ale testului *t Student*, cu condiția ca volumul populației să nu întrecă 30 de participanți. În cazul nostru eșantioanele experimentului din perioada anului 2015-2016 au un volum al populației mai mare de 30 participanți, 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 semnificație  $\alpha$  și 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* și cele după *Cramer-Welch* pentru valori suficient de mici a volumului populației ( $\leq 30$ ) nu diferă substanțial unele de altele [187, p. 46-47]. Prin urmare, algoritmul și schema de aplicare ale criteriului *Cramer-Welch* vor fi aceleași ca și pentru testul *t Student*.

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

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

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

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

unde  $N_1, N_2$  reprezintă volumul eșantioanelor  $X$  și  $Y$  respectiv;

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

unde  $M_x, M_y$  media caracteristicilor eșantioanelor  $X$  și  $Y$  respectiv;

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

unde  $D_x, D_y$  dispersia caracteristicilor eșantioanelor  $X$  și  $Y$  respectiv.



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

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

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

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

#### Decizia în test presupune:

- Se acceptă ipoteza nulă a identității repartițiilor, la nivel de semnificație  $\alpha=0,05$  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 eșantioane 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 același lucru, ci pentru a reflecta contribuția celor trei statisticieni la dezvoltarea testului *U*. Vom utiliza acest test pentru compararea metodelor de predare-învățare prin prisma rezultatelor obținute de studenții din grupa experimentală și de control.

Conform algoritmului pentru estimarea deosebirilor dintre două eșantioane independente *X* (cu un volum egal cu  $N_1$ ) și *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 șiruri într-unul singur  $N_1+N_2$  valori și să ordonăm crescător sau descrescător datele;
- (2) se atribuie ranguri valorilor ordonate ale șirurilor reunite;
- (3) se identifică rangurile valorilor pentru fiecare eșantion aparte; notăm cu  $T_1$  suma rangurilor pentru primul eșantion, respectiv, cu  $T_2$  suma rangurilor pentru al doilea eșantion;
- (4) se calculează cantitățile:

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

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

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

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

### Decizia în test presupune:

- Se respinge ipoteza nulă a identității repartițiilor, la nivel de semnificație  $\alpha=0,05$  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 eșantionului  $N > 20$  se realizează același demers matematic în aflarea lui  $U$  însă, din acest moment intervine un pas suplimentar.

(6) Determinarea probabilității. Dacă anterior aceasta a fost realizată prin compararea lui  $U$  obținut cu valorile corespunzătoare din tabel, acum se trece la calcularea lui  $z$  și consultarea acestuia în tabelul de valori. Formula lui  $z$  este:

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

În această situație se consultă  $z$  în tabel și se urmărește dacă valoarea obținută este mai mare decât cea din tabel. Dacă  $z$  obținut este mai mare decât  $z$  din tabel (la un prag de semnificație de minim 0,05) atunci ipoteza nulă este respinsă și se demonstrează că exista o diferență reală, semnificativă între cele două eșantioane.

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

- (1) eșantioanele sunt independente din punct de vedere al caracteristicii măsurate cantitativ;
- (2) mărimea eșantionului este suficientă pentru a reda caracteristicile esențiale ale testului dat, respectiv (14 și 12 studenți pentru anul 2014-2015; 34 și 31 studenți pentru 2015-2016);
- (3) se poate evalua dacă una dintre valori este clasată mai mare decât cealaltă.

### 3.2. Descrierea experimentului de constatare

Cercetarea științifică întreprinsă în perioada pre-experimentală ne-a determinat să divizăm activitățile 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 și asigurare a calității; 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 „*Inteligența artificială*” la specialitățile *Informatica, Informatica Aplicată, Management Informațional*, actele normative referitoare la învățământul superior, recomandările referitoare la competențele studenților. De asemenea s-a studiat literatura de specialitate și s-a efectuat o analiză a literaturii psihologice, pedagogice, metodologice și tehnice ce se referă la tema de cercetare; s-au studiat

tehnologiile și metodele de predare moderne și posibila aplicare a lor în diferite condiții în cadrul studierii inteligenței artificiale. Pe parcursul acestei perioade s-au studiat și analizat particularitățile instruirii computerizate a studenților 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 științifico-teoretice de utilizare a SCI în procesul de predare a inteligenței artificiale, în particular a limbajului de programare logică Prolog.

În scopul elucidării alegerii prioritare a mijloacelor de instruire, precum și depistării necesității practice de implementare a SCI în procesul de studiere a disciplinei „*Inteligența artificială*” s-a desfășurat un sondaj printre studenții de la diferite specialități ale FMI, USM. Textul chestionarului este prezentat în Anexa 6. Eșantionul a cuprins 91 de studenți [124].

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

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

Conform chestionării realizate, din totalul respondenților incluși 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 băieților în proporție de 39,4% și respectiv 51,5% care au optat pentru variantele de răspuns - *în foarte mare* și *în mare măsură*, pe când, corespunzător, 21,1% și 63,2% dintre fete s-au aliniat aceleași variante de răspuns. Situația dată poate fi explicată prin mediul specific al facultății, adică prin faptul că la informatică vin mai mulți băieți, 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 înțelegerea specificului domeniului informaticii: 66,7% din totalul studenților angajați în câmpul muncii la momentul studiului au menționat că le place *în foarte mare măsură* domeniul ales. Rezultatele studiului scot în evidență 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%) și de a obține un salariu pe măsura așteptărilor (90,7%) (tabelul A7.2 Anexa 7).

Datele chestionării arată că 82,1% studenți se consideră responsabili de formarea lor profesională. Aceste date sunt susținute și de cele referitoare la obținerea succesului prin eforturi regulate și metode eficiente de lucru (87,3%) și la practica de a studia de sine stătător discipline pentru formarea profesională (83%). Acest fapt ne conduce spre ideea că studenții investigați sunt axați pe formarea continuă a lor, dat fiind progresul tehnico-științific. Pe baza rezultatelor obținute a fost construită diagrama reflectată în figura A7.4. (Anexa 7).

De asemenea, s-a determinat că studenții chestionați acordă în mediu 3,9 ore pentru pregătire, cei mai mulți alocă între 4-5 ore (41%), între 2-3 ore (37%) și 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* și *mijloacele de instruire preferate* de studenți la studiere cursurilor (disciplinelor) din planul de studiu universitar. După cum observăm, din analiza cantitativă a datelor obținute (figura A7.7, Anexa 7), cele mai preferate forme de lucru de către studenți în ceea ce privește pregătirea lor profesională sunt: *lucru la calculator* (100%), *cercetări individuale* (83%). Subliniem însă că, pe lângă formele de lucru enumerate, o importanță deosebită la pregătirea studenților și formarea lor profesională o are și *lucru în echipă cu colegii* (51,9%). Cu certitudine, *lucru în echipă* al studenților este important în activitatea de învățare și dezvoltare profesională, deoarece anume astfel se formează competențe de cooperare și colaborare eficientă, se dezvoltă unele abilități de acumulare a cunoștințelor prin: analizare și realizare de proiecte pe calculator, împărtășire de idei noi, tehnologii utilizate la elaborare a produselor program, comparare a diversității de opinii, care nu sunt prezentate de cadrul didactic în timpul cursului, informații care pot fi la fel de importante pentru formarea lor profesională.

În același timp subiecții participanți la acest studiu au evidențiat de asemenea și mijloacele instructiv-educaționale utilizate de către studenți la pregătirea profesională a acestora. Reprezentarea grafică a rezultatelor obținute este reflectată în următoarea figură A7.8 (Anexa 7). Răspunsurile obținute sunt motivate prin următoarele: *manualul* – pentru accesibilitate, relatare constructivă a datelor importante; *calculatorul* – pentru modul său concret de a afișa informația, care oferă rapiditate și asimilare de durată a cunoștințelor, rapiditate și exactitate în efectuarea programelor; *conspectul* – pentru conținutul său compact; *culegerea de probleme* – pentru orientarea sa practică.

Analizând răspunsurile studenților, ajungem la concluzia, că sursele de bază de obținere a informației în procesul de studiu sunt considerate de către studenți *computerul* și *produsele software de instruire*. În primul rând menționăm că, din totalul de 90,9% studenți (figura A7.8,

Anexa 7) se atestă o utilizare mai mare a produsele software de instruire printre fete (100%) decât printre băieți (84,8%). În același timp, avem o proporție mai mare de utilizare printre cei ce nu lucrează în domeniul de pregătire profesională în informatică (91,3%) față de 88,9% dintre cei ce deja sunt angajați în câmpul muncii. În al doilea rând, utilizează software-ul de instruire majoritatea (93,8%) dintre studenții eșantionului experimental și 87% dintre cei ai eșantionului de control (tabelul A7.8.1, Anexa 7) [72].

În viziunea studenților *argumente* ale utilizării calculatorului și produselor software de instruire ar fi: *perioada scurtă de timp* necesară pentru studierea materialului predat cu ajutorul acestora, susțin 69,1% dintre studenți; *volumul mai mare și calitatea mai bună* a acestuia (78,2%); precum și *motivarea personală de a căuta informație* suplimentară (45,3%). De asemenea, 70,9% de studenți afirmă că utilizarea software-ului de instruire în cadrul universității ar reprezenta un *indicator al modernizării învățământului superior* (tabelul A7.10a),b), Anexa 7).

În același timp, dorim să aflăm cât de des și cât timp de studiu sunt consultate software-urile de instruire. Trezește curiozitatea și este demn de atenție faptul că studenții care acordă un timp mai îndelungat pregătirii (55,6%) consultă într-o măsură mai mare software-urile de instruire. În același timp, putem constata că 44,4% dintre studenții angajați în câmpul muncii consultă zilnic aceste software comparativ cu doar 22,2% dintre cei ce *nu activează*. Acest fapt ar putea fi explicat și prin situația în care studenții angajați ar fi impuși de poziția profesională să-și dezvolte continuu competențele, apelând la astfel de software. Cu alte cuvinte, pentru studenții deja angajați în câmpul muncii consultarea software-urilor de instruire le oferă posibilitatea de îmbogățire a cunoștințelor profesionale, de asemenea, de consolidare a competențelor profesionale (tabelul A7.12, a) - c), Anexa 7).

Bineînțeles, această distribuție se datorează de asemenea și faptului că studenții domeniului cercetat sunt mereu într-un continuu proces de studiu, având în vedere dinamica spectaculoasă a dezvoltării produselor software, hardware și dataware. Ținând cont însă că, în cazul nostru particularitățile cunoștințelor corespunzătoare disciplinelor predate/învățate sunt din domeniile informaticii și tehnologiilor informaționale care au ca suport utilizarea calculatorului în obținerea competențelor, obținerea competențelor trebuie să se realizeze în urma verificării și evaluării atât a cunoștințelor însușite, cât și a deprinderilor în utilizarea corectă și eficientă a calculatorului. Acestea trebuie să se obțină prin prezentarea de către cel examinat, direct la calculator a diverselor proiecte care să demonstreze profesorului - examinator gradul/nivelul competenței.

În fine, se constată faptul, că studenții folosesc calculatorul nu doar ca obiect de studiu în activitățile de predare/învățare, ci și în calitate de formă de lucru și mijloc didactic, pentru a-și asigura un grad mai ridicat de eficiență a învățării.

Rezultatele chestionării atestă că învățarea este semnificativ mai eficace când instruirea este adaptată în funcție de nevoile individualizate ale fiecărui student. Astfel, s-a constatat că studenții ce utilizează individual produse software de instruire învață mai mult decât cei instruiți în maniera convențională. De asemenea, instruirea personalizată, orientată pe student este semnificativ mai eficientă, deoarece aceștia rețin aceeași cantitate de cunoștințe într-un timp cu 20 până la 50% mai mic decât atunci când sunt instruiți în manieră tradițională.

Astfel analizând opiniile studenților încadrați în studiul desfășurat, privind necesitatea utilizării software-ului de instruire la formarea lor profesională, obținem o proporție impunătoare de 82% la doar 4% studenți care consideră că *în măsură mare* și respectiv *deloc* prin folosirea acestor produse la formarea și dezvoltarea lor ca specialiști. Pe baza rezultatelor obținute a fost construită diagrama reflectată în figura 3.1.

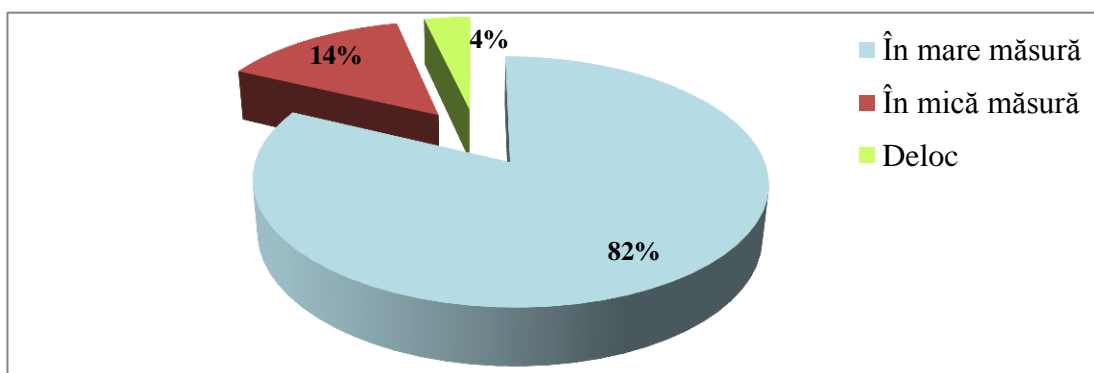


Fig. 3.1. Repartizarea răspunsurilor studenților la întrebarea „În ce măsură consideri că este necesară utilizarea software-ului de instruire în pregătirea ta profesională în cadrul universității?”

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

Generalizând rezultatele obținute, putem concluziona că, începând de la anul întâi este necesar de a fi aplicate noile tehnologii computerizate în predarea și studierea cursurilor universitare, combinând diferite metode de lucru în auditoriu cu activitatea individuală a studenților. În același timp, folosirea unui ritm propriu, individualizat, de învățare este una dintre formele de adaptare la multiplele diferențe individuale ce se constată într-un grup de studenți. Este necesară elaborarea teoretică și experimentală a metodei de încadrare a software-lui în procesul de predare/învățare/instruire. De menționat, de asemenea, că astfel de resurse duc la: eficientizarea procesului de învățământ; posibilitatea adaptării programelor personale de instruire; posibilitatea acomodării rapide cu schimbările și noile cunoștințe din diverse domenii; posibilități extinse de studiere interdisciplinară și reducerea esențială a costurilor unui proces instructiv continuu, caracteristic unei societăți informaționale.

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

**Etapa de concepere și aplicare a SCI.** În pofida faptului că de pe piața de dezvoltare a produselor software, în particular, ale celor educaționale, din când în când mai ajung pe la noi unele ecouri estompate referitoare la careva elaborări, mai mult sau mai puțin reușite, nu sunt prea frecvente cazurile de lansare a unor idei care ar căpăta în final o formă materială reușită, definitivată din punctul de vedere a programării, a unor aplicații educaționale autonome, complexe pentru instruirea orientată spre formarea și dezvoltarea *competențelor* la studenți.

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

- *evaluarea problemei, proiectarea didactică și informatică a sistemului*, în urma căreia, am definit clar conceptul proiectului și 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 cunoștințelor folosite și a mediului (sau cadrul - Framework) în care se face implementarea. În continuare, s-a transpus arhitectura sistemului definită la pasul anterior în module funcționale în mediul de dezvoltare ales, rezultând un sistem funcțional.
- *prelucrarea didactică a unităților de învățare ce vor fi transpuse în SCI*;
- *testarea, validarea și evaluarea sistemului*, la această etapă obținem versiuni experimentale ale sistemului, mai apropiate de nevoile și așteptările utilizatorilor, pentru ca într-un final să asigurăm calitatea SCI.

**Etapa de constatare** a experimentului pedagogic a fost precedată atât de planificarea interacțiunii studenților din eșantioanele participante la experiment (tabelul 3.1) cu SCI, cât și de procesul de implementare a produselor educaționale elaborate [131].

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

determinat nivelul inițial de pregătire al studenților participanți la experiment în baza mediei notelor la disciplinele informatice până la semestrul în care s-a predat disciplina „*Inteligența artificială*”. Rezultatele obținute au servit drept sursă fundamentală de date pentru determinarea gradului de posedare al competențelor studenților la programare și 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.

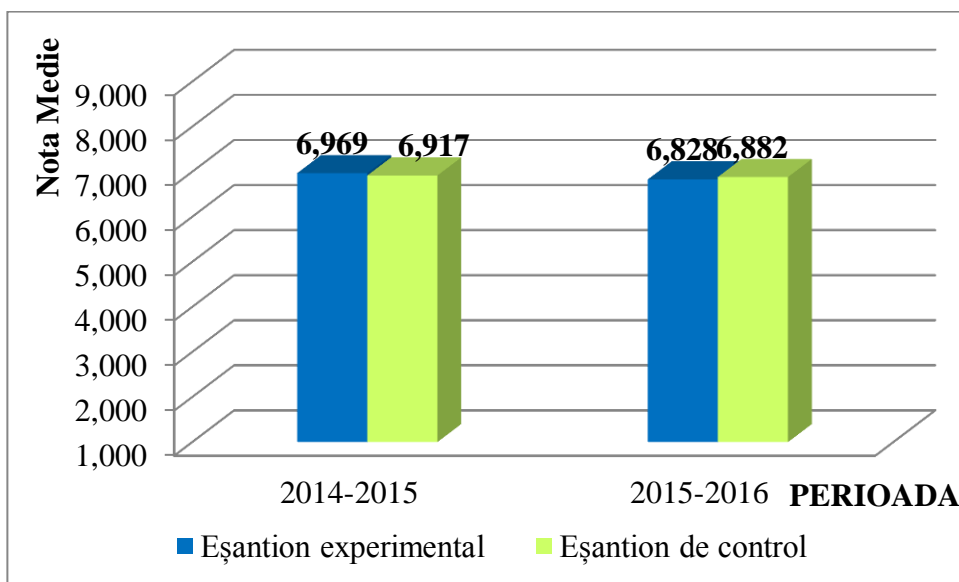


Fig. 3.2 Notele medii acumulate a grupelor la nivelul inițial

În baza analizei calitative a rezultatelor obținute de studenți și în paralel cu sistemul național de notare, se va aplica și scara de notare cu calificative recomandate în Sistemul European de Credite Transferabile (A, B, C, D, E, FX, F). Astfel au fost evidențiate 4 niveluri de performanță după cum urmează în tabelul 3.2:

Tabelul 3.2. Stabilirea nivelului de

performanță în funcție de media acumulată și calificativul corespunzător.

Rezultat final	Calificativ ECTS	Calificativ național	Nivelul de performanță
1,00-3,00	F	nesatisfăcător	Nivel insuficient
3,01-4,99	FX		
5,00-6,00	E	slab (necesită îmbunătățări)	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

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

Tabelul 3.3. Distribuția nivelurilor de performanță vizând cunoștințele la etapa de constatare (%)



Perioada desfășurării	Grupa	Eșantion	Ponderea nivelului de performanță							
			Nivel insuficient		Nivel minim		Nivel mediu		Nivel superior	
			subiecți	%	subiecți	%	subiecți	%	subiecți	%
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 obținute în urma distribuției nivelurilor de performanță sunt prezentate în diagrama din figura 3.3, unde se observă diferența de procentaj în cele două eșantioane cercetate pe perioada corespunzătoare a experimentului.

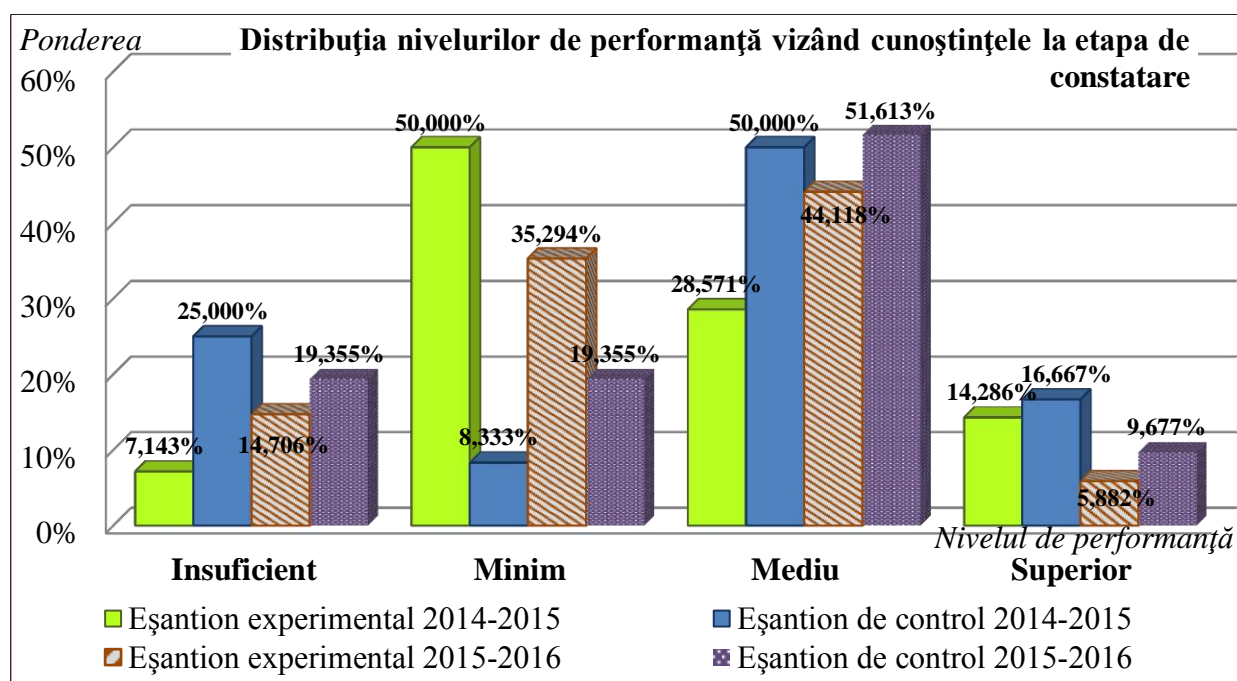


Fig. 3.3. Diagrama ponderii nivelului de performanță al studenților la etapa de constatare

În urma analizei rezultatelor obținute, în perioada 2014-2015 în eșantioanele din grupa I21 supuse studiului se constată prevalarea nivelului mediu (78,57% din toți studenții), cotă îngrijorătoare a nivelului insuficient (32,14 % din toți studenții) și nivelul minim (58,33% % din toți studenții), nivelul superior cuprinde 30,96 % din toți studenții. Însă în perioada 2015-2016 în grupa IA21 (eșantion experimental) și în grupa I21 (eșantion de control) prevalează nivelul mediu în cotă de 95,73% din toți studenții, cotă îngrijorătoare se constată însă la nivelul insuficient de 34,06% și nivelul minim de 54,64% din toți studenții, nivelul superior cuprinde 15,56 % din toți studenții. Deci studiul efectuat a demonstrat existența unor lacune importante în formarea și dezvoltarea competențelor ce țin de programare la studenții specialității „Informatica”, „Informatica Aplicată” la disciplina IA în perioada 2014-2016.

### 3.3 Organizarea și descrierea experimentului de formare a competențelor studenților obținute în baza valorificării SCI

Experimentul pedagogic de formare (EPF) a demarat cu implementarea la nivel de lucrul individual și lecții de laborator a componentelor SCI. Finalitatea EPF rezidă în a determina gradul de eficiență a SCI de concepție proprie în procesul de studiere a disciplinei universitare „*Inteligența artificială*”.

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

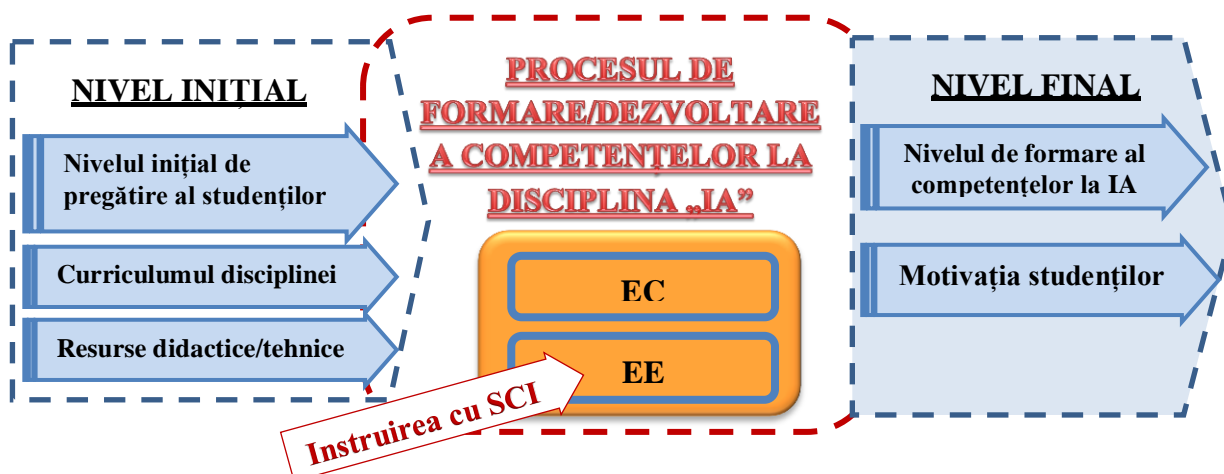


Fig. 3.4. Schema de efectuare a experimentului pedagogic formativ

La selectarea eșantioanelor s-a urmărit respectarea omogenității componentei lor în raport cu nivelul mediu de pregătire al acestora. Amintim, că nivelul de pregătire al studenților a fost determinat în baza mediei notelor la disciplinele informatice până la semestrul în care s-a predat disciplina „*Inteligența artificială*” (Anexa 8, 11, 12), valorile obținute au servit drept indicatori ai nivelului inițial de competențe la programarea calculatoarelor al studenților.

Pentru a demonstra că la începutul experimentului eșantioanele nu diferă semnificativ în sens statistic, adică au aceeași repartiție (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 eșantioanele studiate în perioadele 2014-2015 cu un volum de 26 participanți, aplicând criteriul *Cramer-Welch* (formula [3.1]), și respectiv 2015-2016 cu un volum de 65 participanți, aplicând criteriul *t Student* (formula [3.4]), am obținut valorile indicatorilor statistici reflectate în tabelul 3.4. Statistica datelor și calcule referitoare la omogenitatea acestor eșantioane sunt prezentate în Anexa 9 și Anexa 14.

Tabelul 3.4. Valorile empirice calculate ale criteriilor statice

Valoarea empirică	Eșantioanele E/C, Perioada desfășurării	Volumul eșantionului E/C	Criteriul aplicat	Rezultatele calculelor statistico-matematice
<b>T=0,07</b>	21I, 2014-2015	14/12	Cramer-Welch	Anexa 9
<b>t=0,12</b>	21IA/21I, 2015-2016	34/32	<i>t Student</i>	Anexa 14

Datele prezentate denotă faptul că:

- valoarea empirică obținută, conform criteriului *Cramer-Welch* (formula 3.1)  $T_{emp}=0,07 \leq T_{crit}=1,96$  (pragul de semnificație  $\alpha=0,05$ ).

- valoarea empirică obținută în cazul testului *t Student*  $t_{emp}=0,12 \leq t_{cr}(0,05;63)=1,998$ , unde  $N_1+N_2-2=63$  grade de libertate și pragul de semnificație  $\alpha=0,05$ .

Observăm că pentru ambele perioade ale experimentului diferențele sunt ne semnificative, prin urmare nu respingem ipoteza  $H_0$ . Deci, nu există diferență semnificativă între nivelul mediu de pregătire inițială al studenților în eșantionul experimental (eșantionul 1) și nivelul mediu de pregătire inițială al studenților în eșantionul de control (eșantionul 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-învățare în grupa experimentală, prin implementarea SCI și în grupa de control, prin utilizarea metodelor tradiționale, sunt reprezentate în tabelul 3.5. Statistica datelor și calcule referitoare la omogenitatea acestor eșantioane conform criteriul *U Mann - Whitney* sunt prezentate în Anexa 10 și Anexa 14.

Tabelul 3.5. Valorile empirice calculate prin aplicarea testului U

Valoarea $U_{emp}$	Valoarea critică $U_{cr.}(0,05)$	Eșantioanele E/C, Perioada desfășurării	Volumul eșantionului E/C	Rezultatele calculelor statistico-matematice
<b>77,5</b>	41-50	21I, 2014-2015	14/12	Anexa 10
<b>498,5</b>	349-401	21IA/21I, 2015-2016	34/31	Anexa 14

Dat fiind faptul că valorile obținute sunt mai mari ( $U_{emp.} > U_{cr.}(0,05)$ ) decât pragul de referință precizat în tabel pentru nivelul de semnificație  $\alpha=0,05$ , vom conchide că testul nu este semnificativ și nu vom respinge ipoteza nulă  $H_0$ , conform căreia nu există diferențe semnificative între nivelul mediu de pregătire inițială al studenților în eșantionul experimental

(eșantionul 1) și nivelul mediu de pregătire inițială al studenților în eșantionul de control (eșantionul 2) în perioadele cercetate.

În rezultat datele elucidate prin ambele criterii statistice aplicate ne ajută să remarcăm că efectivul eșantioanelor participante la experiment pot fi considerate eșantioane omogene cu diferențele nesemnificative între nivelurile de competențe ale studenților la programarea calculatoarelor.

#### *Descrierea experimentului de formare*

Este de remarcat că de-a lungul EPF calculatorul, și suportul digital implementat nu au fost incluse cu scopul de a substitui profesorul și rolul acestuia în procesul didactic. Înglobarea sistemului digital în studiul cursului de „*Inteligență artificială*” au format un ansamblu armonios de instrumente creative chemate să favorizeze, să amelioreze, să perfecționeze, să fertilizeze, să varieze, să întregască formele tradiționale de predare/învățare/evaluare prin intermediul produselor program educaționale 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 și metodologiei elaborate, experimentul de formare și dezvoltare a competențelor studenților a fost desfășurat în cadrul cursului „*Inteligență artificială*”, care conform planului de studii al USM conține 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 lecțiile de laborator s-au petrecut cu fiecare grupă în parte. Toate lecțiile de laborator în eșantionul de control au avut loc în mod tradițional, iar în eșantionul experimental lecțiile de laborator tradiționale au fost intercalate cu activități de instruire/evaluare/autoevaluare în SCI. În eșantionul experimental lecțiile de laborator s-au promovat conform algoritmului procesului de instruire, descris în capitolul II (figura 2.7). În acest sens, modelul de formare și dezvoltare a competențelor studenților la IA a fost aplicat parțial (datorită numărului mai mic de ore) prioritate acordându-se modurilor unu și doi, conform căruia formarea și dezvoltarea competențelor studenților la disciplina IA se realizează în mediul de programare PROLOG.

Pentru formarea și dezvoltarea competențelor este necesară atât activitatea teoretică de informare, dar mai ales activitatea practică, desfășurată într-un context profesional real, precum și crearea condițiilor adecvate pentru acumularea de experiențe noi, aici și acum, ce va depinde de competența cadrului didactic și aptitudinile studenților. Proiectarea orelor de contact direct pe unități de învățare este prezentată în Anexa 2, mai detaliat în curriculum-ul disciplinei (Anexa 1).

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

studenți. În aceeași ordine de idei și evaluarea finală (examenul în formă scrisă) a prevăzut testarea competențelor stipulate din start încă în cadrul EPC, măsurarea cărora continuă și pe parcursul desfășurării EPF (rezultatele cărora sunt prezentate în Anexa 15, Anexa 16). Rezultatele obținute pe eșantioane la testul final pe perioadele experimentului (2014-2015, 2015-2016) sunt reprezentate grafic în următoarea diagramă (figura 3.5):

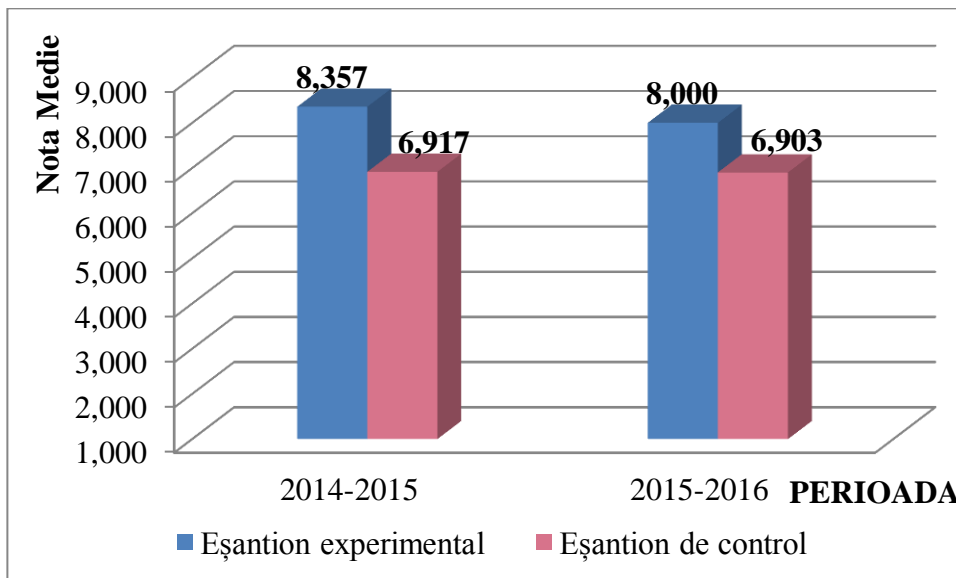


Fig. 3.5. Notele medii pe eșantioane după desfășurarea experimentului

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

Tabelul 3.6. Distribuția nivelurilor de performanță vizând cunoștințele la testul final (%)

Perioada desfășurării	Grupa	șantion	Ponderea nivelului de performanță							
			Nivel insuficient		Nivel minim		Nivel mediu		Nivel superior	
			subiecți	%	subiecți	%	subiecți	%	subiecți	%
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 performanță în urma testului final.

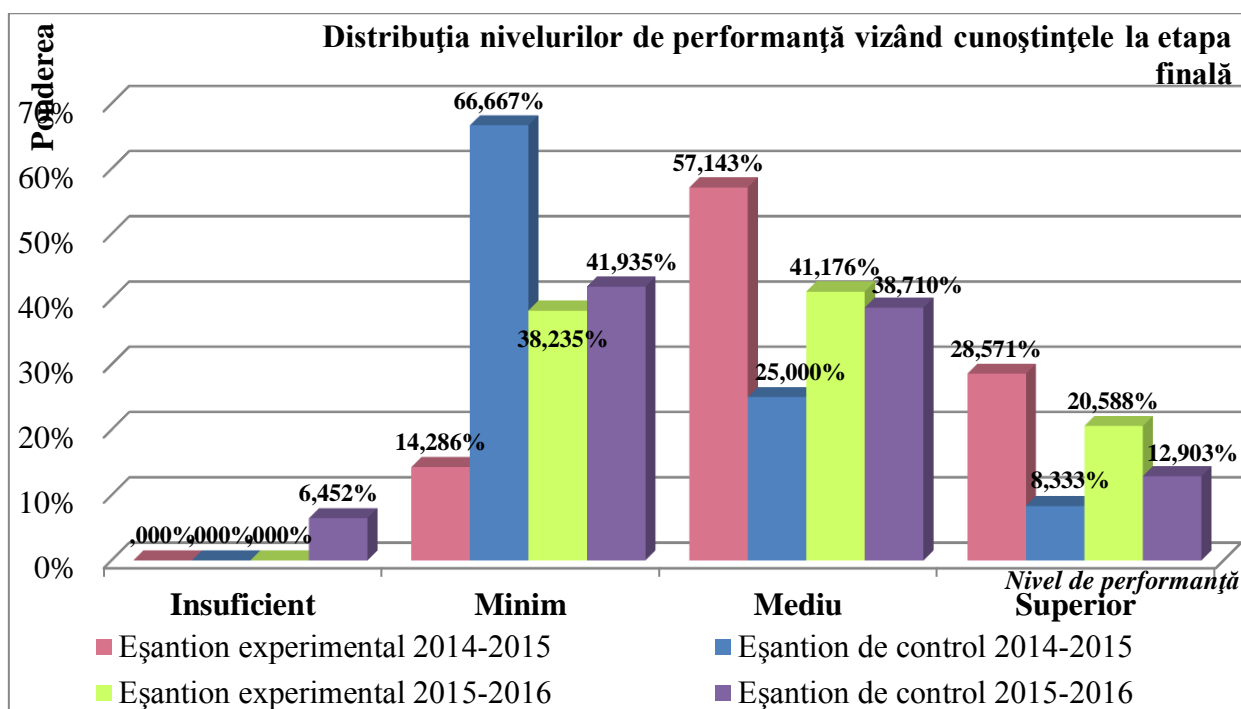


Fig. 3.6. Diagrama ponderii nivelului de performanță în urma testului final

În urma analizei rezultatelor obținute putem concluziona următoarele:

### 1. în perioada 2014-2015

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

### 2. în perioada 2015-2016

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

Observăm că utilizarea SCI din perspectiva formării și dezvoltării competențelor studenților la studierea inteligenței artificiale este eficientă. Pentru a elucida dinamica progresului academic la cursul de „*Inteligență artificială*” al studenților în cele două eșantioane am comparat competențele la etapa inițială (PRE) și competențele la etapa finală (POST) (Anexa 17). De asemenea remarcăm că este înregistrată o creștere vizibilă a abilităților 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 eșantioanelor la etapele EPC către EPF

Nivel de performanță	Perioada 2014-2015				Perioada 2015-2016			
	EC		EE		EE		EC	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
<b>Insuficient</b>	25,00%	0,00%	7,14%	0,00%	14,71%	0,00%	19,35%	6,45%
<b>Minim</b>	8,33%	66,67%	50,00%	14,29%	35,29%	38,24%	19,35%	41,94%
<b>Mediu</b>	50,00%	25,00%	28,57%	57,14%	44,12%	41,18%	51,61%	38,71%
<b>Superior</b>	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 minima* 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 eșantioane din anexele 8, 15 și a dinamicii rezultatelor din tabelul 3.7 observăm că: în eșantionul de control au marcat progres 16,67% din studenți (50% au progresat și 33,33% au regresat:  $50\% - 33,33\% = 16,67\%$ ) și în eșantionul experimental au marcat progres 92,28%. Diferența de progres, care reprezintă *indicele de eficiență 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 eșantioanelor din anexele 11, 12, 16 și a dinamicii rezultatelor din tabelul 3.7 obținem: în eșantionul de control au marcat progres 22,58% din studenți (51,61% au progresat și 29,03% au regresat) și în eșantionul experimental au marcat progres 94,12%. *Indicele de eficiență a metodologiei experimentale*, pentru această perioadă constituie 71,54%.

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

### 3.4. Analiza și interpretarea rezultatelor cercetării științifice prin metode digitale

Cu certitudine, din rezultatele experimentale obținute putem face următoarea ipoteză că *există o diferență semnificativă în sens statistic între nivelul mediu de pregătire în inteligența*

artificială al studenților din eșantionul experimental față de cei din eșantionul de control (ipoteza alternativă  $H_1$ ).

După cum știm, 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 diferență semnificativă în sens statistic între nivelul mediu de pregătire în inteligența artificială al studenților din eșantionul experimental față de cei din eșantionul de control. Analiza o vom face conform etapelor de realizare a experimentului pedagogic: perioada 2014-2015 și perioada 2015-2016. Verificarea ipotezei nule se va face prin intermediul a două teste statistice *t Student* și *U Mann - Whitney*.

Pentru validarea și argumentarea ipotezei în sensul acestor diferențe, asupra datelor experimentale obținute de către studenți efectuăm o analiză statistico-matematică, folosind cele mai populare la ora actuală instrumente specializate de prelucrare digitală a datelor statistice, și anume 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 eșantioane independente în scopul analizei evaluării finale la ambele eșantioane din anul academic 2014-2015 (Anexa 17). Testul dat permite verificarea existenței de diferențe semnificative între două grupuri comparate, în ceea ce privește mediile variabilei dependente analizate (în cazul nostru variabila dependentă reprezintă nota la testul final la cursul de IA, iar variabila independentă - eșantionul). Condițiile aplicării *testului t* pentru eșantioane independente sunt [186, p.267, 189, p.97, 188, p.283]:

1. independența eșantioanelor - fiecare subiect face parte doar dintr-un eșantion, iar aceste eșantioane sunt independente;
2. variabila dependentă este cantitativă, măsurată pe scale de interval sau proporții;
3. variabila dependentă este normal distribuită; unii autori consideră totuși că *testele t* sunt destul de robuste, putând fi aplicate și atunci când această condiție este încălcată;
4. omogenitatea dispersiilor - eșantioanele să aibă dispersii și 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\_Eșantion*” în lista *Grouping variable*. Apoi urmează să definim grupurile, executând un clic pe butonul *Define groups*, vom nota prin 1 – „eșantionul experimental”, iar prin 2 – „eșantionul de control”. După clic pe *Continue*, apoi *OK* vom obține următoarele tabele de ieșire:



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

Statistica grupelor (Group Statistics)

	Tipul Eșantion	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 eșantioane independente (Independent Samples Test)

		Testul Levene de omogenitate a varianțelor		Testul T de omogenitate a mediilor						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2-tailed)	Diferență a dintre medii	Eroarea standard a diferenței	95% intervalul de încredere pentru diferență	
									de jos	de sus
Examen	Se presupun varianțe egale	0,054	,817	2,586	24	,016	1,44048	,55711	,29066	2,59029
	Nu se presupun varianțe 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 eșantion sunt prezentate următoarele valori: numărul subiecților analizați, media, deviația standard și eroarea standard a mediei. Astfel, avem 14 studenți în eșantionul experimental, media notei la testul final la cursul IA a acestora este de 8,3571 cu o abatere standard de 1,33 și o eroare standard a mediei de 0,35, precum și 12 studenți în eșantionul cel de control, având o medie a notelor la testul final de 6,9167 cu o abatere standard de 1,50 și o eroare standard a mediei de 0,43 ( $M_{EE} > M_{EC}$ ).

Al doilea tabel prezintă statisticile rezultante în urma testului *t* pentru două eșantioane independente, în care avem: datele generate de testul Levene al egalității varianțelor, valoarea *testului t*, numărul gradelor de libertate ( $df = N - 2$ ), semnificația (Sig. (2-tailed)), diferența dintre media scorurilor eșantioanelor, precum și intervalul de încredere a acestei diferențe cu o probabilitate de 95%. De asemenea observăm că ni se prezintă două seturi de rezultate atât în ipoteza egalității varianțelor, cât și în ipoteza că aceste varianțe nu sunt egale. Analizăm valoarea testului Levene  $F(24) = 0,054$ , cu un nivel de semnificație (sig.)  $p = 0,817 \geq 0,05$  (valoare nesemnificativă), acceptăm faptul că varianțele celor două eșantioane sunt egale și 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 referință  $t_{cr(24)} = 2,06$  a *testului t* la un prag de semnificație minim mai mic de 0,05. Plus la aceasta și valoarea semnificației sale  $p = 0,016$  nu depășește valoarea prag 0,05. Așadar testul *t Student* pentru două eșantioane este semnificativ statistic, prin urmare, vom respinge ipoteza nulă și vom susține ipoteza alternativă conform

căreia există o diferență semnificativă între nivelul mediu de pregătire în inteligența artificială al studenților din eșantionul experimental față de cei din eșantionul de control. Mai mult, putem să adăugăm că deoarece semnul valorii obținute  $t$  este pozitiv invocă faptul că nivelul performanțelor din eșantionul experimental este semnificativ mai ridicat în comparație cu cel din eșantionul de control.

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

În continuare vom aplica testul *U Mann - Whitney*, care spre deosebire de testul  $t$  aplicat anterior este un test neparametric, și verifică dacă două eșantioane independente sunt echivalente din punctul de vedere al poziției celor două serii de date. Cu alte cuvinte în cazul testelor neparametrice se analizează dacă distribuția variabilei (măsurată cel puțin la nivel ordinal sau de interval) în eșantioanele comparate este din aceeași populație (este asemănătoare sau nu) [186, p.254, 189, p.128, 188, p.288].

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

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

		<b>Ranguri</b>		
	Tipul_Eșantion	N	Media rangurilor	Suma rangurilor
Examen	Experimental	14	16,82	235,5
	Control	12	9,63	115,5
	Total	26		

<b>Teste statistice</b>	
	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 participanți, media rangurilor și suma rangurilor pentru fiecare eșantion studiat. Observăm că media rangurilor din eșantionul experimental (16,82) este mai mare decât cea a eșantionului de control (9,63), de unde rezultă că studenții din grupul experimental au obținut rezultate mai mari. Diferența mare dintre cele două medii ale rangurilor se confirmă și 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) și semnificația statistică (0,013). Din compararea directă observăm că valoarea calculată  $U=37,5$  este mai mică decât valorile prag de semnificație prezentate în tabele speciale  $U_{cr.(14;12)}=45$ , iar probabilitatea atașată valori U calculate  $p=0,013 \leq 0,05$ , deci testul prezintă semnificație statistică. Chiar mai mult valoarea  $Z=2,479$  este mai mare decât valoarea prag (1,96) corespunzătoare nivelului de semnificație 0,05, ceea ce confirmă că testul este semnificativ statistic. Așadar, respingem ipoteza nulă și prin urmare există o diferență semnificativă între nivelul mediu de pregătire în inteligența artificială al studenților din eșantionul experimental față de cei din eșantionul de control.

Deoarece există diferențe semnificative, avem nevoie să știm și dimensiunea acestei diferențe, element pe care ni-l furnizează *mărimea efectului*. Ca indicator al mărimii efectului poate fi folosit coeficientul de determinare  $r^2$ . Deci, mai întâi calculăm coeficientul de corelație *r* Bravais-Pearson, pentru care trebuie să ne asigurăm că cele două variabile îndeplinesc condițiile de calcul ale statisticilor parametrice. Vom presupune că ambele variabile au o distribuție normală, deoarece este evident faptul că se situează la un nivel scalar de măsură [186, p.120]. Lansarea procedurilor de calcul ale corelațiilor în SPSS se realizează prin accesarea meniului: *Analyze->Correlate->Bivariate*. În caseta ce se deschide includem spre analiză variabilele „Examen” și „Tipul\_eșantion”, în conformitate cu planul de cercetare. În următoarea secțiune, „*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 corelației bivariate r Bravais-Pearson

		<b>Correlations</b>	
		Tipul_Esantion	Examen
Tipul_Eșantion	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 corelație obținut  $r = -0,467$  ( $>r_{\text{tabel}} = 0,37$ ) este coeficient semnificativ deoarece pragul de semnificație  $p=0,016 < 0,05$  (așa cum rezultă din subsolul tabelului). Totodată, corelația este negativă și moderată, aspecte rezultate din semnul coeficientului de corelație și din valoarea acestuia. Coeficientul de corelație semnificativ și negativ ne arată că subiecții care inițial aveau scoruri mici au obținut în final scoruri mari [186, p.274].

Mărimea efectului relației între performanța la testul final și tipul eșantionului este de 0,218, corespunzătoare unei varianțe 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 aceleași prelucrări statistice și pe eșantioanele IA21 (EE) și 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_Eșantion	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 și pentru cel anterior media rangurilor din eșantionul de control (26,79) nu o întrece pe cea a eșantionului experimental (38,68), de unde rezultă că studenții din grupul experimental au obținut rezultate mai mari.

În acest caz, valoarea calculată  $U=334,5$  este mai mică decât valorile prag de semnificație prezentate în tabele speciale  $U_{cr.(34;31)}=401$ , iar probabilitatea atașată valori  $U$  calculate  $p=0,010 \leq 0,05$ , deci testul prezintă semnificație statistică. Chiar mai mult valoarea  $Z=2,566$  este mai mare decât valoarea prag (1,96) corespunzătoare nivelului de semnificație 0,05, ceea ce confirmă că testul este semnificativ statistic. Așadar, respingem ipoteza nulă și vom susține ipoteza alternativă conform căreia există o diferență semnificativă între nivelul mediu de pregătire la inteligența artificială al studenților din eșantionul experimental față de cei din eșantionul 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 eșantioane independente, perioada 2015-2016

Statistica grupelor (Group Statistics)

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

Test pentru eșantioane independente (Independent Samples Test)

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

În tabelul statisticilor descriptive avem 34 studenți în eșantionul experimental, media notei la testul final la cursul IA a acestora este de 8,00 cu o abatere standard de 1,39 și o eroare standard a mediei de 0,238, precum și 31 studenți în eșantionul cel de control, având o medie a notelor la testul final de 6,90 cu o abatere standard de 1,776 și 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 semnificație (sig.)  $p=0,126 \geq 0,05$  este o valoare semnificativă, deci acceptăm faptul că varianțele celor două eșantioane sunt egale și citim rezultatele pentru *testul t* din primul rând. Determinăm că pentru numărul de grade de libertate ( $df=63$ ) valoarea calculată  $t_{(63)}=2,783$  și valoarea semnificației sale  $p=0,008 < 0,05$ , ceea ce implică că testul *t* este semnificativ statistic. Astfel, vom respinge ipoteza nulă și vom susține ipoteza alternativă conform căreia *există o diferență semnificativă între nivelul mediu de pregătire în inteligența artificială al studenților din eșantionul experimental față de cei din eșantionul de control*. Totodată în acest tabel găsim că diferența dintre medii este de 1,0967, iar intervalul de încredere cu o probabilitate de 95% cuprinde această diferență. Deoarece acest interval nu conține valoarea 0, demonstrează încă o dată că diferența dintre medii este semnificativă. De asemenea putem să adăugăm că deoarece semnul valorii obținute *t* este pozitiv invocă faptul că *nivelul performanțelor din eșantionul experimental este semnificativ mai ridicat în comparație cu cel din eșantionul de control*.

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

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

unde  $t$  reprezintă valoarea testului  $t$  Student, iar  $df$  se referă la numărul gradelor de libertate.

Efectul exercitat de variabila independentă „*tipul\_eșantion*” 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, susținând ipoteza alternativă propusă. Astfel, 69,34% din varianța notelor obținute de studenți la testul final se poate explica prin tipul eșantionului, aspect care confirmă faptul că *nivelul performanțelor din eșantionul experimental este semnificativ mai ridicat în comparație cu cel din eșantionul de control*. Prin urmare, se poate face concluzia, că *efectul modificărilor, referitoare la nivelul de dezvoltare a competențelor a fost determinat anume de utilizarea SCI*, toate celelalte variabile ale procesului de instruire fiind ținute sub control.

Unul din scopurile principale ale unui profesor este de a-i motiva pe studenți în procesul de cunoaștere. În cercetarea noastră a fost realizat un studiu privind *motivația* (variabila intermediară) studenților, care reprezintă unul din cei mai importanți factori ai procesului de dobândire a competențelor. Succesul în timpul învățării depinde de mai mulți factori, printre care un loc primordial îl ocupă *motivația*, adică motivele ce induc studierea, atmosfera (atitudinea psihologică sau nivelul de pregătire pentru activitate), necesitățile și interesele cognitive, scopurile bine determinate și alte calități volitive. *Motivația*, fiind un factor psihologic ce influențează comportamentul, are o influență maximă asupra studenților, deoarece le *determină comportamentul* în situația de învățare. *Motivația* face ca învățarea să se producă și să se autosustină; este generatoare de energie și stimulatorie pentru noi experiențe de internalizare a valorilor. Strategiile sunt nucleul ordonator în misiunile universității privind formarea inițială axată pe student, pe potențialul lui de învățare, pe stilul care pune în centru auto-responsabilizarea metodologică.

Strategiile didactice interactive sunt esențial pentru motivație este faptul că instigă, impulsionează, declanșează acțiunea, iar acțiunea, prin intermediul conexiunii inverse influențează însăși baza motivațională și dinamica ei. Relația dintre motivație, mai bine zis, dintre intensitatea motivației și nivelul performanței este dependentă de complexitatea activității pe care subiectul o are de îndeplinit.

Cercetătorul Viau R. definește motivația ca “un concept dinamic, care are originea în percepția educatului a propriei personalități și a mediului înconjurător și care îl incită să aleagă activitatea, să se angajeze și să persevereze în realizarea ei pentru atingerea unui obiectiv” [191]. În viziunea autorului menționat, *indicatorii* motivației se manifestă prin: *angajamentul*, *perseverența* și *performanța* de care dă dovadă instruitul în soluționarea unor situații de muncă sau de învățare, iar *sursele motivației* (spectrul motivațional) se regăsesc în percepția propriei persoane și în gradul de complexitate a problemei. Această percepție se referă la:

- (a) propriile competențe;
- (b) utilitatea situației propuse spre soluționare și a obiectivelor urmărite;
- (c) gradul de control asupra activității și consecințele acestor activități.

Generalizând cele expuse, putem conchide că percepția propriilor competențe reprezintă cel mai important factor motivator pentru student. În acest sens, pentru a se angaja în rezolvarea situației propuse studentul trebuie, pe de o parte, să se simtă competent de soluționarea cu succes a acesteia, iar, pe de altă parte, studentul trebuie să posede convingerea utilității activității, precum și percepția propriilor posibilități de a-și controla derularea activității și consecințele acesteia.

Potrivit acestei structurări a motivației cercetătorul R. Viau a propus un chestionar compus din 33 afirmații și pe care autoarea l-a adaptat specificului cercetării. Afirmațiile din chestionar se referă la 11 surse ale motivației (spectrul motivațional) și gradul de utilizare a noilor tehnologii informaționale cu impact asupra optimizării didacticilor moderne:

- (1) importanța/sensul învățării;
- (2) atribuirea reușitei/succesului;
- (3) atribuirea eșecului;
- (4) anxietatea în situații de evaluare;
- (5) percepția competenței personale;
- (6) scopul urmărit: performanța;
- (7) scopul urmărit: învățarea;
- (8) scopul urmărit: efortul minim;
- (9) voința de a învăța;
- (10) atractivitatea;
- (11) valoarea intrinsecă/interesul.

Opiniile studenților încadrați în cercetare au fost prelucrate statistic în aplicația SPSS. Rezultatele analizei comparative pe grupe ale răspunsurilor obținute la întrebările chestionarului sunt prezentate sub formă de tabel statistic (tabelul 3.13) și diagramă de comparație în figura 3.7:

Tabelul 3.13. Răspunsurile studenților

Tipul eșantionului	Experimental [%]		Control [%]		Total [%]	
	DA	NU	DA	NU	DA	NU
Importanța/sensul învățării	41,9	58,1	27,3	72,7	35,5	64,5
Percepția competenței personale	45,5	54,5	36,4	63,6	41,6	58,4
Anxietatea în situații de evaluare	13,6	86,4	9,1	90,9	11,7	88,3
Scopul urmărit: performanța	90,9	9,1	87,9	12,1	89,6	10,4
Scopul urmărit: învățarea	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/învățare/ evaluare cu ajutorul tehnologiilor moderne în învățământul 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
Voința de a învăța	50,0	50,0	33,3	66,7	42,9	57,1
Atribuirea reușitei/succesului	54,5	45,5	45,5	54,5	50,6	49,4
Atribuirea nereușitei/eșecului	0	97,7	2,3	100	1,3	98,7

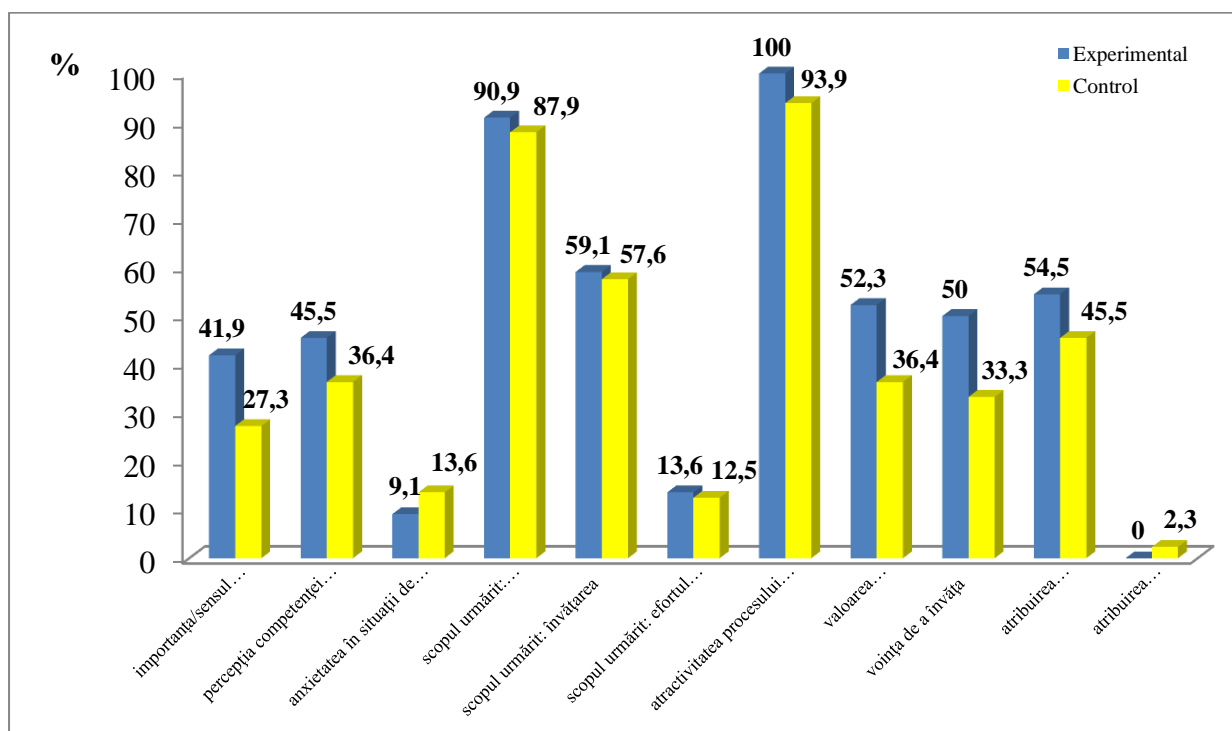


Fig. 3.7. Distribuția răspunsurilor afirmative ale studenților din cele două grupuri

Conform datelor cercetării, din totalul respondenților incluși în studiu pe cele două eșantioane cercetate, se atestă următoarele [192]:

- consideră *utilă învățarea* inteligenței artificiale cu o pondere mai mare studenții din eșantionul experimental 41,5%, față de numai 27,3% din eșantionul de control. Utilitatea învățării este determinată de posibilitatea dobândirii unor competențe importante în cadrul disciplinei respective;



- posedă un nivel mai superior de percepere al *propriei competențe* studenții din eșantionul experimental, în proporție de 45,5%, se autoapreciază ca fiind capabili să soluționeze cu succes situații-problemă, comparativ cu 36,4% din eșantionul de control;
- datorită gradului de încredere în forțele proprii, în eșantionul experimental numărul studenților ce manifestă *anxietate* în situații de evaluare este mai mic (9,1%) față de numărul studenților din eșantionul de control (13,6%). De asemenea, această diminuare poate fi explicată și datorită utilizării tehnologiilor informaționale în procesul de predare/învățare a materialului de studiu;
- scopurile urmărite de studenți pot fi: susținerea pe note mari la examenul la disciplina respectivă (*performanța*); concentrarea asupra dezvoltării unui ansamblu de competențe (*învățarea*) sau, considerând disciplina respectivă drept una neimportantă, să depună un efort minim la învățare și la evaluarea finală. În acest sens, observăm că studenții ambelor eșantioane au ca scop urmărit *performanța*, în proporție de 90,9% din cel experimental la 87,9% din cel de control;
- în același timp, subliniem, însă că, cu o pondere destul de mare în ambele eșantioane scopul urmărit este *învățarea*. Aceasta denotă faptul că, scopul a 59,1% din studenții eșantionului experimental pun accentul pe dezvoltarea competențelor profesionale, față de 57,6% a celor din eșantionul de control;
- cu certitudine nu pot fi formate competențe, dacă *efortul depus* este minim, astfel observăm că în ambele eșantioane aproximativ numai 13% din totalul respondenților depun un efort minim la disciplina „*Inteligența artificială*”, comparativ cu aproximativ cele 87%;
- aproximativ unanim respondenții susțin că, prin implementarea noilor tehnologii informaționale în cadrul procesului didactic crește *atractivitatea* acestuia. Datorită creșterii atractivității, studenții ascultă lecțiile și se implică mai activ în procesul de instruire;
- gradul de percepție a *valorii intrinsece a cursului/interesul* este mai sporit la studenții eșantionului experimental (52,3%), față de cei din eșantionul de control (36,4%). Aceasta s-ar explica prin interesul studenților față de metodele, tehnicile și tehnologiile performante oferite de domeniul inteligenței artificiale;
- *voința de învățare* în eșantionul experimental este mai ridicată în proporție de 50,4%, față de 33,3% în eșantionul de control. Considerăm că acest nivel se datorează metodelor și tehnologiilor software utilizate în cadrul orelor teoretice și practice la disciplina respectivă;
- nivelul de percepție a *succesului/insuccesului* în ambele eșantioane este aproximativ același: în eșantionul experimental 54,5% atribuie reușita unor factori interni (45,5% din eșantionul de control), pe când doar 2,3% din eșantionul de control atribuie eșecul soluționării unei situații-problemă cauzelor ce țin de insuficiența competenței personale.

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

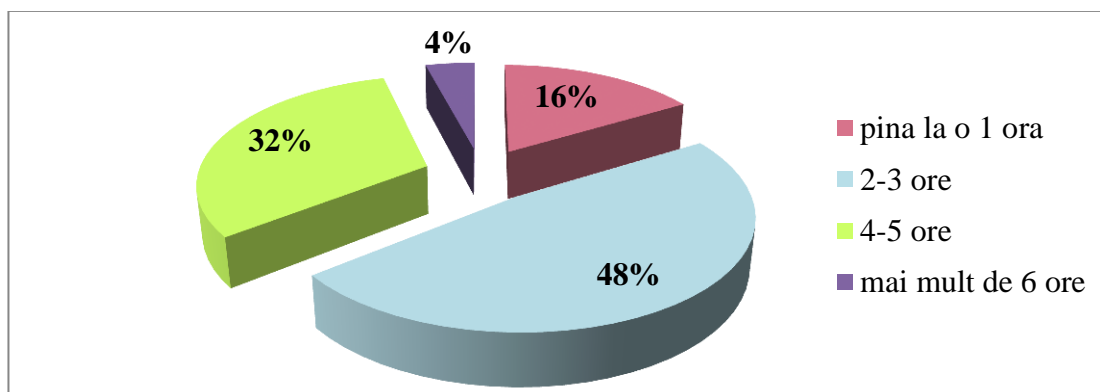


Fig. 3.8. Repartizarea răspunsurilor studenților la întrebarea „Cât timp petreci, în mediu pe parcursul unei zilei, pentru pregătirea către lecții?”

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

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

În fine conchidem că, cadrele didactice sporesc gradul de motivație a viitorilor specialiști în domeniul TIC prin apreciere, colaborare intensă, evidențierea studenților mai creativi, în vederea formării competențelor profesionale ale acestora prin aplicarea noilor produse software în procesul de instruire, ținând cont de recomandărilor didacticienilor/practicienilor cu experiență în sistemul de învățământ 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, grație avantajelor și performanțelor instrumentelor respective în raport cu alte mijloace didactice,

direcționând astfel spre elaborarea unui model pedagogic și a unei metodologii de implementare eficientă, axate pe implementarea SCI în procesul de studiere a disciplinei universitare „*Inteligența artificială*”, în scopul formării competențelor profesionale a viitorilor specialiști de informatică, care se vor integra cu succes pe piața muncii atât naționale, cât și internaționale.

2. La etapa formativă a experimentului pedagogic (realizată pe parcursul anilor de studii 2014-2015 și 2015-2016) au fost implementate produsele software de instruire elaborate de autor și valorificate împreună cu studenții din eșantionul experimental, ca elemente constitutiv adiționale în metodologia de formare a competențelor profesionale. În special, s-a pus accentul pe utilizarea SCI, grație ritmului propriu de învățare oferit studenților, fiind una dintre formele de adaptare la multiplele diferențe individuale ce se constată într-un grup tipic de studenți. Acțiunile educaționale de formare ale competențelor prin intermediul SCI au fost însoțite și de activități de sprijin din partea cadrului didactic.
3. Rezultatele evaluărilor efectuate pe parcursul semestrului au evidențiat un succes academic continuu pentru eșantionul experimental și lipsa acestuia pentru cel de control, fapt ce denotă că învățarea este semnificativ mai eficientă când instruirea este adaptată în funcție de nevoile individualizate ale fiecărui student, oportunitate oferită de produsele software de instruire elaborate de autor.
4. Analiza statistică a datelor experimentale colectate au demonstrat existența unui nivel de dezvoltare a competențelor mai înalt (exprimat prin performanțele obținute la evaluările finale) la studenții din eșantionul experimental în raport cu studenții instruiți în maniera tradițională din eșantionul de control. Calcularea mărimii efectului propus de Cohen a permis aprecierea diferenței între nivelul de pregătire al studenților din eșantionul experimental și nivelul de pregătire a studenților din eșantionul de control, care s-a dovedit a fi semnificativă (69,34%). Analiza comparativă a rezultatelor înregistrate până și după experimentul pedagogic în ambele eșantioane a demonstrat schimbări semnificative cu o creștere mai pronunțată în eșantioanele experimentale (indicele de eficiență constituie 75,61% și 71,54% respectiv pentru cele două etape de experiment) privind succesul academic al studenților, sursele de motivație, gradul de colaborare, fapt ce denotă calitatea achizițiilor studenților din eșantioanele experimentale.
5. Obiectivele cercetării experimentale au fost realizate, iar rezultatele obținute din aplicarea metodelor de cercetare experimentală înregistrate au validat calitatea și eficiența *Modelului pedagogic de formare și dezvoltarea a competențelor studenților prin implementarea SCI și a metodologiei de integrare a acestuia la disciplina universitară „Inteligența artificială”*.

## CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Calitatea formării specialiștilor cu studii universitare în Republica Moldova cu accent deosebit pe centrarea pe competențe, modernizarea și digitalizarea procesului de instruire reprezintă o problemă de actualitate. Or, documentele de politici elaborate și aprobate la nivel național atestă o atenție deosebită a autorităților asupra dezvoltării domeniului TIC.

Analiza critică a situației în domeniul pregătirii specialiștilor în domeniul TIC, din perspectiva competențelor, a evidențiat o serie de contradicții, care a condus la formularea problemei de cercetare și a obiectivelor de soluționare. Evidențiind impactul major pe care îl au resursele digitale, în special SCI, ca instrumente de învățare în cadrul procesului de formare a competențelor și ținând cont că acestea capătă o răspândire din ce în ce mai largă, atât în formarea tradițională cât și în formarea continuă pentru toți și de-a lungul întregii vieți, s-a determinat **importanța teoretică și valoarea aplicativă** a acestei lucrări.

Investigațiile teoretice și experimentale realizate au permis identificarea și descrierea reperelor metodologice și tehnologice ale elaborării și implementării SCI în cadrul procesului de predare/învățare/evaluare a cursului universitar „*Inteligența artificială*” din perspectiva formării competențelor profesionale viitorilor specialiști în domeniul de formare profesională TIC, dar și a motivării pentru învățare și studiere permanentă.

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

1. Analiza modelelor tradiționale de predare/învățare, în contextul centrării pe cel care învață, pe nevoile cognitive, pe interesele sale, pe subiectivitatea sa, ne-a permis să constatăm că acestea nu corespund în întregime noilor cerințe și strategii didactice. Experiența internațională, cât și experiența acumulată în cadrul FMI a USM, demonstrează că completarea și combinarea instrumentelor de predare/învățare cu integrarea SCI, favorizând alegerea de către cadrul didactic a celor mai bune metode de predare care să se plieze pe stilul de învățare al studenților, contribuie decisiv la realizarea unui învățământ centrat pe student. Analiza menționată a accentuat necesitatea elaborării *metodologiei de formare și dezvoltare a competențelor studenților* prin implementarea SCI [99, 130].
2. În scopul eficientizării, actualizării și sporirii calității procesului de predare/învățare la disciplina universitară „*Inteligența artificială*”, a fost elaborat *modelul pedagogic și metodologia de implementare a modelului*, centrate pe integrarea SCI în procesul didactic și orientate spre formarea și dezvoltarea competențelor specifice cursului respectiv și asigurarea finalităților de studii. Modelul propus este caracterizat de următoarele proprietăți fundamentale: flexibilitate, multifuncționalitate, continuitate și originalitate [175].

3. Proiectarea didactică a SCI este ghidată de modelul pedagogic elaborat de autor, realizabil prin strategia educațională dinamică și flexibilă. În condițiile axării pe formarea de competențe, s-au structurat conținuturile disciplinei „*Inteligența artificială*” sub aspect modular. Fiecare modul, la rândul său, a fost structurat în unități de învățare. O unitate de învățare reunește resursele (cunoștințe, capacități) necesare pentru formarea unei competențe [96, 177].
4. Procesul de proiectare și elaborare informatică a SCI, descrierea funcțională și operațională a complexului software, include programe computerizate de instruire, de antrenare și de evaluare a cunoștințelor la disciplina „*Inteligența 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*, și având la bază *limbajul de programare C#*, care ne-a permis programarea structurată, modulară și orientată obiectual, conform percepțiilor moderne ale programării profesionale [44, 66, 110, 176].
5. Formarea competențelor de programare declarativă/logică reprezintă una dintre particularitățile metodologiei de pregătire profesională a specialistului în inteligența artificială. Astfel, în vederea formării competențelor de programare logică, a fost elaborat *suportul digital ce conține resurse de concepție proprie*. De asemenea, acesta a permis adaptarea predării disciplinei „*Inteligența artificială*” la rigorile moderne de organizare a învățământului universitar [4, 66, 178, 179, 193].
6. Evaluarea și validitatea modelului și a metodologiei elaborate a fost demonstrată prin experimentul pedagogic, desfășurat în două etape: 2014-2015 și 2015-2016, care ne-a permis sintetizarea următoarelor concluzii în baza analizei statistice efectuate [72, 124, 131, 190, 192]:
  - argumentarea implementării și valorificării SCI în procesul didactic, combinat cu alte instrumente tradiționale de predare/evaluare, *demonstrează valoare metodologică în calitatea formării și dezvoltării competențelor profesionale*;
  - eficiența modelului pedagogic și a metodologiei de formare a competențelor specifice disciplinei universitare „*Inteligența artificială*” prin implementarea SCI, atestată *prin înregistrarea de rezultate mult mai bune în eșantioanele experimentale* (exprimate în media notelor la cele trei teste sumative și lucru individual 8,36 și 8,00 respectiv pentru fiecare etapă de experiment) *comparativ cu eșantioanele de control* ( 6,92 și 6,9 respectiv pentru aceleași etape), și care reprezintă o proporție de 57,14% (EE) la 8,33% (EC) pentru nivelul mediu de performanță și 28,6% (EE) la 8,33% (EC) pentru nivelul superior de performanță pentru perioada 2014-2015. Pentru a doua etapă 2015-2016 această

proporție reprezintă 41,18% (EE) la 38,71% (EC) pentru nivelul mediu de performanță și 20,59% (EE) la 12,90% (EC) respectiv pentru nivelul superior;

- *schimbări pozitive în sursele de motivație a studenților*, cu o creștere mai pronunțată în grupele experimentale. În consecință, modelul ce încorporează produse software, ca resurse digitale moderne de instruire, sporesc gradul de receptare a noilor informații, cresc indicii de stimulare a interesului cognitiv, imaginație, entuziasm, schimbând relațiile profesor-student, cresc nivelul implicării în activitățile de grup ale studenților, eficientizează procesul de cunoaștere, fiind o strategie de instruire a inteligenței artificiale de succes.

Cercetarea teoretică și experimentală a permis realizarea obiectivelor propuse, contribuind la soluționarea deplină a **problemei de cercetare** *determinarea particularităților de formare și dezvoltare a competențelor profesionale prin implementarea SCI în cadrul formării inițiale a viitorilor specialiști din domeniul TIC, în contextul dezvoltării domeniului.* Soluționarea problemei de cercetare și realizarea obiectivelor ei au asigurat un impact esențial, calitativ în formarea și dezvoltarea competențelor studenților, dar și în activitatea lor ulterioară.

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

(a) *la nivelul factorilor de decizie*

- Integrarea inteligenței artificiale în procesul educațional al oricărei persoane, în contextul progreselor din domeniu, răspândirea și dezvoltarea metodelor și tehnicilor inteligente aplicate pe scară largă în viața reală. În acest sens, considerăm oportun introducerea la nivel de învățământ preuniversitar (în cursul de Informatică) cel puțin a unui compartiment consacrat programării declarative (logice), ceea ce ar contribui la formarea competențelor de inteligență artificială;

(b) *la nivelul dezvoltatorilor de produse software educaționale*

- Actualmente SCI se află într-o permanentă evoluție, condiționată de numeroasele echipe de dezvoltatori/creatori de cursuri, profesori și utilizatori ai conținutului educațional digitizat. În acest context, considerăm necesară includerea în aceste echipe atât a specialiștilor dotați în proiectarea, elaborarea și implementarea produselor software de instruire adecvate, cât și a specialiștilor calificați în pedagogie, luând în considerare evoluțiile recente în domeniul educației;

(c) *la nivelul cadrelor didactice universitare*

- Implementarea rezultatelor obținute în prezenta lucrare și aplicațiilor informatice oferite în calitate de material util în elaborarea strategiilor de dezvoltare profesională, ca resurse valoroase cadrului didactic în inovarea și eficientizarea activității didactice.

- Implementarea modelului/metodologiei expuse în lucrare în predarea disciplinelor tehnologice;
- Complinirea formării profesionale continue cu cursuri tematice de perfecționare, ce să dezvolte competențe avansate de utilizare ale tehnicilor de programare automată, ingineriei cunoștințelor, instrumentelor specifice inteligenței artificiale, necesare cadrelor didactice inovative din învățământul preuniversitar, la formarea „gândirii declarative” a elevului, capacității de a raționa logic și a reprezenta cunoștințele într-un program de inteligență artificială.

Integrarea produselor elaborate de autor în activitatea didactică, precum și în formarea continuă, comportă următoarele avantaje: cost redus, aplicabilitate, dorința utilizării, mod mult mai rapid și ușor de înțelegere a unor concepte logic structurate din domeniul inteligenței artificiale.

## BIBLIOGRAFIE

1. Strategia „Educația 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. Chișinău: Centrul Ed. al USM, 2001. 243 p.
3. Căpățână Gh. Tehnologii informaționale inteligente. În: Fizica și Tehnologii Moderne, nr.3, 2003, p. 9-13.
4. **Căpățână Gh., Marin (Cristei) M. Elaborarea unor produse informatice inteligente didactice. În: BIT+ International conference: Information Technologies 2002, Chișinău: 2002.**
5. Bragaru T., Căpățână Gh., ș.a. Învățământ la distanță: concept și terminologie. (Ghid de inițiere). Chișinău: 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 și praxiologia cercetării pedagogice. București: EDP, 2016. 398 p.
14. Radu I. ș.a. Didactica. București: Ed. Didactică și 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. București: 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 învățământ. Iași: 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 și software educațional. În: Ediția I a CNIV (Conferința Națională de Învățământ Virtual), Noi tehnologii de e-learning. Editura Universității din București. 2003. [http://www.unibuc.ro/prof/vlada\\_m/Software\\_Educational.php](http://www.unibuc.ro/prof/vlada_m/Software_Educational.php) (vizitat 19.02.2015).
27. Noveanu E. ș.a. Impactul noilor tehnologii informatice asupra strategiilor instruirii. Tehnologii educaționale moderne III. Cercetarea pedagogică, UPS „I. Creangă”, Laboratorul „Bazele tehnologiei și măiestriei pedagogice”, Chișinău, 1994. 160 p.
28. Mayer R. The Cambridge handbook of multimedia learning. New York, NJ: Cambridge University Press, 2005. 344 p.
29. Berinde A. Instruire programată. Timișoara: Editura Făclia, 1979.
30. Cerghit I. Sisteme de instruire alternative și complementare: structuri, stiluri și strategii. Ed. a 2-a rev. Iași: Polirom, 2008. 395 p.
31. Adăscăliței A. Instruire asistată de calculator. Didactica informatică. Iași: Polirom, 2007. 204 p.
32. Adăscăliței A. Instruire asistată de calculator. Proiectarea instruirii utilizând sisteme informatice multimedia. Iași: Polirom, 2010. 105 p.
33. Panțuru S., Necșor D. Teoria și metodologia instruirii. Brașov: 2007. 244 p.
34. Воронина Т.П., Кашицин 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: Радянська 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 cunoașterii – 2030 Tehnologii E-learning – realizări și perspective. În: The 3rd International Scientific Conference ELSE 2007 „Elearning and Software for Education”, Carol I National Defense University, București, 2007. [http://www.unibuc.ro/prof/vlada\\_m/docs/res/2011maieLSE2007-lucrare\\_26.pdf](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 educațional în proiectul SEI. [http://www.icvl.eu/2009/disc/cniv/documente/pdf/sectiuneaC/sectiuneaC\\_lucrarea01.pdf](http://www.icvl.eu/2009/disc/cniv/documente/pdf/sectiuneaC/sectiuneaC_lucrarea01.pdf) (vizitat 06.09.2012).
42. Lupu I., Negară C. Profesionalizarea formării inițiale a profesorilor de informatică prin strategii interactive. Bălți: UARB, 2011. 157 p.
43. Gremalschi A. Modernizarea învățământului preuniversitar prin implementarea pe scară largă a tehnologiei informației și a comunicațiilor. În: Didactica Pro..., revistă de teorie și practică educațională, 2010, nr. 6(64), p. 2-5.
44. **Căpățână Gh., Cristei M. Elaborarea Sistemelor de Instruire la Distanță utilizând tehnologiile WEB. În: Materialele Conferinței științifice „Cercetare și Inovare – Perspective de Evoluție și Integrare Europeană” dedicată aniversării 63 ani de la fondarea Universității de Stat din Moldova. Chișinău: CEP USM, 2009, p. 132-133.**
45. Guțu V., Pâslaru V., ș.a. Tehnologii educaționale (Ghid metodologic). Chișinău: Cartier educațional, 2000. 165 p.
46. Bounegru T. Instruirea computerizată. Partea II. E-Learning. Chișinău: CEP USM, 2009. 530 p.
47. Ciolacov N. Sistem de autor pentru construirea cursurilor de instruire bazate pe cunoștințe. Autoreferat al tezei de doctor în științe fizico-matematice. Chișinău, 2001. 23 p.
48. Corlat S., ș.a. Metodologia utilizării Tehnologiilor Informaționale și de Comunicație în învățământul superior. Chișinău: UST, 2011. 204 p.
49. Noveanu E. Noveanu D. Proiectarea softului educațional. Clarități terminologice. În: Tehnologii informaționale moderne. V. IV, Chișinău: Liceum, 1996.

50. Noveanu D. Problematika soft-ului educațional. 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 și dezavantaje. În: Analele U.S.T., 2002, V.III. Chișinău: U.S.T., 2003. p. 215– 218.
52. Fulea T. Unele considerente privind noile tehnologii informaționale de instruire. În: Analele U.S.T., 2002. V.III. Chișinău: U.S.T., 2003. p. 237– 239.
53. Cabac V. ș.a. Design-ul procesului de învățare bazat pe abordarea centrată pe student. Bălți: Tipogr. ContinentalGrupSRL, 2011. 144 p.
54. Cabac V. Testarea asistată de calculator și formalizarea materiei de studii. În: Analele Științifice ale U.S. Bălți, Matematică, fizică, tehnică, 2002, vol. XIX, p. 153–158.
55. Lupu I., Cabac V., Gîncu S. Formarea și dezvoltarea competenței de programare orientată pe obiecte la viitorii profesori de informatică. Chișinău: UST, 2013. 150 p.
56. Croitor - Chiriac T. Valențe metodologice ale instruirii asistate de calculator în învățământul superior. Teza de doctor în pedagogie. Chișinău: UPS „Ion Creangă”, 2013. 160 p.
57. Corlat S., Karlsson G., Braicov A. ș.a. Metodologia utilizării Tehnologiilor Informaționale și de Comunicație în învățământul superior. Chișinău: UST, 2011. 204 p.
58. Pavel M. Formarea inițială a viitorilor învățători prin utilizarea tehnologiilor informaționale și comunicațiilor. Teză de doctor în pedagogie. Chișinău: UST, 2015. 191p.
59. Paiu M. Tehnologiile informaționale ca suport indispensabil pentru un învățământ eficient. În: Studia Universitatis, nr. 5(55) Chișinău: 2012. 172 p.
60. Patrașcu D. Tehnologii educaționale. Chișinău: Editura „Tipografia Centrala”, 2005, 704 p.
61. Deinego N. Testarea adaptivă ca factor de optimizare a procesului de instruire în învățământul universitar. Teză de doctor în științe pedagogice. Bălți, 2009. 173 p.
62. Globa A. Aspecte didactice privind implementarea strategiilor de instruire la predarea tehnicilor de programare în alte țări. În: Didactica Pro... Revistă de teorie și practică educațională a Centrului Educațional PRO DIDACTICA. Nr.5-6 (93-94), 2015. p.52-58.
63. Globa A. Abordări metodice privind implementarea noilor tehnologii informaționale în procesul de studiere a disciplinei universitare „Tehnici de programare”. Teză de doctor în științe pedagogice. Chișinău, UST, 2016. 211 p.
64. Burlacu N. Softwarele educaționale din perspectiva formării competențelor. În: Revista de Științe Socioumane, 2015, Nr. 1 (29). p. 79-92.
65. Neicu C. TIC în educație. București, 2011. 105 p. În: <http://mentoraturban.pmu.ro/sites/default/files/ResurseEducaționale/Modul%205%20TIC%20in%20educatie.pdf> (vizitat 20.07.2015).

66. **Cristei M., Marin Gh. *Developing computer teaching system for C# programming language*. În: Proceedings of the “Doctoral Intensive Summer School on Evolutionary Computing in Optimization and Data Mining (ECODAM) “. Iași: Editura universității “Alexandru Ioan Cuza“, 2012, p.19.**
67. Рынгач В.Д. Развитие инструментальных и прикладных средств компьютерной технологии обучения в ГУМ. În: Tezele conf. științifice jubiliare. Chișinău: USM, 1996 p.16-19.
68. Roșca Gh. ș.a. Informatica instruirii. București: 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. șt. pedagogice. Chișinău, 2009. 232 p.
72. **Cristei Maria. Sistemele software de instruire ca suport indispensabil în formarea și dezvoltarea competențelor profesionale (Preliminarii pentru un studiu calitativ elaborat). În: Studia Universitatis Moldaviae, nr.5(95). Seria “Științe ale educației”. Revistă științifică categoria B, Anul IX. ISSN 1857-2103 ISSN online 2345-1025, Chișinău: 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.Ș.M., 2008. 164 p.
75. Mărgineanu N. Psihologie logică și 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 și complementare – Stiluri și strategii. București: Editura Aramis, 2002. 276 p.

81. Bocoș M. Didactica disciplinelor pedagogice. Un cadru constructivist. Pitești: Editura Paralela 45, 2008. 432 p.
82. Bulgaru M. ș.a. Studentul USM-2009 (Barometru de opinie). Chișinău: CEP USM, 2009. 125 p.
83. Cabac V. Calitatea învățământului superior în viziune comunității academice. Studiu de caz –Universitatea de Stat “Alec Russo” din Bălți. Chișinău: Institutul de Politici Publice, 2006. <http://www.ipp.md/libview.php?l=ro&idc=169&id=129> (vizitat 10.05.2012).
84. Secieru D. Calitatea învățământului superior în viziune comunității academice. Studiu de caz – Universitatea Tehnică a Moldovei. Chișinău: 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](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. Trăușan-Matu Ș. Programe inteligente pentru asistarea învățării. În: Revista Română de Informatică și Automatică, vol.5, nr.4. Universitatea „Politehnica” București și Centrul de Cercetări Avansate în Învățare Automată, Prelucrarea Limbajului Natural și 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. Mureș: 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. Guțu V., Muraru E., Dandara O. Proiectarea standardelor de formare profesională inițială în învățământul universitar. Ghid metodologic. Chișinău: CE USM, 2003. 86 p.

95. Скинер Б. Обучающие машины. Столаров Л. М. Обучение с помощью машин (приложение). Москва: Мир. 1995.
96. **Cristei M. *Developing computer teaching system. The 20<sup>TH</sup> 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 învățământ. Iași: Polirom, 2006. 315 p.
98. Burlacu N. Dimensiuni informațional-tehnologice și psihopedagogice ale softwarelor educaționale. În: „Univers Pedagogic”, 2014, Nr. 4 (44). p. 33-41.
99. **Cristei M. *Sistemele computerizate de instruire: implementare și aplicare. În: Interferențe universitare-integrare prin cercetare și inovare. Tezele conf. științifică cu participare internațională. 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. Vocoş 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. Vocoş M. Instruirea interactivă. Editura Polirom. 2013. 470 p.
104. Istrati O. SEFIN: Spre elaborarea unor principii pedagogice de proiectare pentru software educațional inteligent. În: <http://www.elearning.ro/sefin-spre-elaborarea-unorprincipii-pedagogice-de-proiectare-pentru-software-educațional-inteligent> (vizitat 12.11.2013).
105. Dobre I. Studiu critic al actualelor sisteme de e-learning. București: Academia Română, Institutul de cercetări pentru inteligență 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 și implementării softwarelor educaționale din perspectiva formării competențelor transversale la informatică. Teză de dr în șt. pedagogice. Chişinău: 2015. 292 p.
108. Neacșu I. Metode și tehnici de învățare eficientă. București: 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 Inteligența Artificială.* În: „Bilanțul activității științifice a USM în anii 2000-2002”. Tezele conf. corpului didactico-științific. Chișinău: 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 și elemente de psihologia educației. București: Cartea Universitară, 2005. 225 p.
113. Mogonea R. Pedagogie pentru viitorii profesori. Craiova: Ed-ra Universitaria, 2010. 222 p.
114. Beldiga M, Căpățână Gh. Rezolvarea și verificarea automată pe calculator a testelor pentru unele Familii de Probleme Decizionale. În: Tezele conf. științifice cu participare internațională. „Interferențe Universitare - Integrare prin Cercetare și Inovare”. Chișinău: 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. ș.a. Bazele științifice ale dezvoltării învățământului în Republica Moldova. Chișinău: IȘPP, 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. Bontaș I. Tratat de Pedagogie. București: Editura ALL, 2008. 416 p.
122. Dumbrăveanu R. Tehnologiile informaționale în educație. În: Fizica și Tehnologii Moderne, 2005, nr. 1-2, p.108-112.
123. Mihălache L. Abordări metodice privind aplicarea complexă a tehnologiilor computaționale în procesul de predare-învățare a compartimentului „Modelare și metode de calcul” în cursul liceal de informatică. Teză de dr. în pedagogie. Chișinău, 2013. 170 p.
124. **Cristei Maria.** **Sistemele software de instruire: sens și necesitate.** În: **revistă științifică ACTA ET COMMENTATIONES, nr.1(8), 2016. ISSN 1857-0623, Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2016. p.98-105.**
125. Raischi V. Învățarea cu ajutorul calculatorului (1). În: Foaia Matematică, 2004, nr. 1(67), p. 26-32.

126. Raischi V. Învățarea cu ajutorul calculatorului (2). În: Foaia Matematică, 2004, nr. 2(68), p. 23-33.
127. Raischi V. Învățarea cu ajutorul calculatorului (3). În: Foaia Matematică, 2004, nr. 3(69), p. 23-33.
128. Raischi V. Învățarea cu ajutorul calculatorului (4). În: Foaia Matematică, 2004, nr. 4(70), p. 36-48.
129. Raischi V. Învățarea 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 Conferinței științifice internaționale consacrată aniversării a 65-a a Universității de Stat din Moldova “Creșterea impactului cercetării și dezvoltarea capacității de inovare“. Chișinău: 21-22 septembrie 2011. p. 62-65.**
131. **Cristei M. Mijloace didactice digitale de concepție proprie – sursă importantă în dinamica progresului academic al studenților. În: Revistă științifică ACTA ET COMMENTATIONES, nr.1 (10), Universitatea de Stat din Tiraspol. Chișinău: 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. 1- 61p.
133. Jonnaert Ph.; Vander Borgh, 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. Mârșanu R. Calculatoarele și sistemul educațional. În: Tribuna Economică, nr. 39, secțiunea Informatică, 2010, p. 24-26.
138. Bernat S. Tehnica învățării 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=0CDIQFjADahUKEwjg3JShq5DJAhUDkSwKHToAAAdA&url=http%3A%2F%2Fturing.cs.pub.ro%2Finva\\_10%2FEIA9.DOC&usg=AFQjCNGEZFdbE5EAwVj-8VgLXKaobsf0qA&bvm=bv.107467506,d.bGg](https://www.google.md/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDIQFjADahUKEwjg3JShq5DJAhUDkSwKHToAAAdA&url=http%3A%2F%2Fturing.cs.pub.ro%2Finva_10%2FEIA9.DOC&usg=AFQjCNGEZFdbE5EAwVj-8VgLXKaobsf0qA&bvm=bv.107467506,d.bGg)



139. Dumitrescu D. Principiile Inteligenței Artificiale. Cluj-Napoca: Editura Albastră, 1999, p.289.
140. Todorean G., Costeliu M., Giurgiu M. Rețele neuronale artificiale. Cluj Napoca: Editura Albastră, 1995, 244 p.
141. Zănah S., Maga A. Rețele neuronale – aplicații în telecomunicații. Cluj Napoca: Editura Albastră, 1999, 55 p.
142. Cârstoiu D.I. Sisteme expert. București: Editura ALL, 1994, 289 p.
143. Dorin Z. ș.a. Sisteme expert. Aplicații. București: Societatea ȘTIINȚĂ & TEHNICĂ SA, 1998, 204 p.
144. Cloksin W.E., Mellish C.S., Programming in Prolog. 2<sup>nd</sup> 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., Lăsâi S., Sturza G. Introducere în programarea logică. Chișinău: Centrul Editorial al USM, 2003. 94 p.
151. Cotelea V. Programarea în logică. Chișinău: UȘAM, 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. Guțu VI. Pedagogie. Chișinău: 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. Cucuș C. Pedagogie. Ediția a II-a revăzută și adăugată. Iași: Polirom, 2006, 462 p.
159. Copilu D., Copilu V., Dărăbăneanu I. Predare pe bază de obiective curriculare de formare. București: Editura Didactică și Pedagogică R.A., 2002. 184 p.

160. Jinga I., Istrati E., Manual de pedagogie. București: ALL Educațional, 1998, 464 p.
161. Callo T. Educația comunicării verbale. Chișinău: Litera, 2003. 148 p.
162. Botnari V., Lașcu L. Valori epistemologice în conturarea conceptului: competență de self-management a activității de învățare la studenți, În: Perspectivele învățământului preuniversitar și universitar în contextul societății bazate pe cunoaștere, Vol.I, Materialele conferinței științifico-metodice, 7-8 noiembrie, Chișinău: 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](http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1995/1995_08.html) (vizitat 17.07.2014).
164. Minder M. Didactica funcțională: obiective, strategii, evaluare. Chișinău: 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 inteligenței artificiale în jocuri computaționale multiagent. În materialele Conferinței științifice cu participare internațională “Integrare prin cercetare și inovare“. Chișinău: USM, 2014, p.140-141.**
172. Olteanu A., Pietraru R., Anghel M. Baze de date și utilizarea acestora. 2005. <http://www.cs.ubbcluj.ro/~vcioban/Matematica/Anul3/BD/Bd.pdf> (vizitat 12.09.2015).

173. Macavei E. *Pedagogie. Teoria educației*. București: Editura Didactică și Pedagogică, 2001. 448 p.
174. Guțu VI. Modelul absolventului universitar: abordare axată pe competențe în calitatea formării specialiștilor în învățământul superior: strategii, forme, metode. În materialele Conferinței internaționale Universitatea de Stat „Al. Russo”, Bălți, 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 65<sup>th</sup> 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 Inteligența Artificială*. International conference „Mathematics & Information technologies: Research and education (MITRE-2011)” dedicated to the 65<sup>th</sup> 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. Chișinău 2011. p.172-173.**
177. **Cristei M., Crușcova C. Sistem de instruire asistat de calculator la disciplina „Inteligența Artificială”. În: Analele științifice ale Universității de Stat din Moldova. Chișinău, 2005. p.91-94.**
178. **Cristei M. *Sistem de instruire asistat de calculator la disciplina „Inteligența Artificială”*. În materialele Conferinței științifice internaționale „Învățământul superior și cercetarea - piloni ai societății bazate pe cunoaștere” dedicată aniversării 60 ani de la fondarea Universității de Stat din Moldova. Chișinău: CEP USM, 2006. p.79-80.**
179. **Cristei M., Marin Gh. *Elaborarea unui manual computerizat la disciplina Programarea Logică*. În materialele Conferinței corpului didactico-științific “Bilanțul activității științifice a USM în anii 2000-2002”. Chișinău: CEP USM, 2003. p.192-193.**
180. Schaub H. Karl G. Zenke. *Dicționar de pedagogie*. Iași: Polirom. 2001. 339 p.
181. Oprescu N. *Pedagogie*. București: Editura Fundației „România de mâne”, 1996. 403 p.
182. Mihaescu Cr. *Problema Comis - Voiajorului*. Craiova: Dolj. 19 p.
183. Dumitriu C. *Introducere în cercetarea psihopedagogică*. București: Editura didactică și pedagogică, R.A., 2004. 230 p.
184. Clocotici V., Stan A. *Statistica aplicată în psihologie*. Iași: Polirom, 2001. 296 p.

185. Labăr A. SPSS pentru științele educației. Metodologia analizei datelor în cercetarea pedagogică. Iași: Polirom, 2008. 352 p.
186. Opariuc-Dan Cr. Statistică aplicată în științele socio-umane. Analiza asocierilor și a diferențelor statistice. Constanța: 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 științele sociale. Iași: Institutul european, 2011. 392p.
189. Labăr A.V. SPSS pentru științele educației. Iași: Polirom, 2008. 347 p.
190. **Cristei Maria. Eficiența utilizării noilor tehnologii computerizate în formarea și dezvoltarea competențelor profesionale. În: Revista de Științe Socioumane, nr. 2(33), 2016. ISSN 1857-0119. Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă” din Chișinău, 2016. p.83-91.**
191. Viau R. La motivation en contexte scolaire. Bruxelles: De Boeck & Lancier (2 Ed.), 1997.
192. **Cristei Maria. Motivația – element esențial în formarea competențelor profesionale. În: STUDIA UNIVERSITATIS MOLDAVIAE, nr.5(105). Seria „Științe ale educației”. Revistă științifică categoria B, ISSN 1857-2103 ISSN online 1857-2103. Chișinău: CEP USM, 2017. p.45-51.**
193. **Cristei M. Programarea aplicațiilor grafice prin implementarea algoritmilor inteligenți. În: Revista științifică - Studia Universitatis, Seria „Științe exacte și economice”, nr.2(102). Chișinău: CEP USM, 2017. p. 37-42. ISSN 2345-1033 (0,57 c.a.).**

## **ANEXE**

**Anexa 1.**  
**Descrierea cursului *Inteligența artificială***



**MINISTERUL EDUCAȚIEI al REPUBLICII  
MOLDOVA**  
**UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA**  
MD-2010, Chișinău, str. A. Mateevici, 60  
tel: 57-74-01, fax (373-22) 24-42-48  
[www.usm.md](http://www.usm.md)



<b>Date despre program</b>					
<b>Instituția de învățământ superior</b>		<i>Universitatea de Stat din Moldova</i>			
<b>Facultatea</b>		<i>Matematică și Informatică</i>			
<b>Departamentul</b>		<i>Informatica</i>			
<b>Domeniul general de studiu</b>		<i>44–Științe exacte, 444–Informatica</i>			
<b>Ciclul de studii</b>		<i>Licență</i>			
<b>Domeniul de formare profesională (specialitate)</b>		<i>444.1–Informatica, 444.2–Management Informațional, 444.3–Informatica Aplicată</i>			
<b>Forma de învățământ</b>		<i>Învățământ cu frecvență</i>			
<b>Date despre disciplină</b>					
<b>Denumirea disciplinei</b>		<i>Inteligența artificială</i>			
<b>Anul de studiu</b>	II	<b>Semestrul</b>	IV	<b>Tipul de evaluare finală</b>	<i>Ex</i>
<b>Regimul formativ al disciplinei:</b> G – generale, F – fundamentale, S – de specialitate					S
<b>Regimul obligativității disciplinei:</b> O - obligatorie, A - opțională, F-facultativă, LA – liber alege					O
<b>Titularul disciplinei</b>		<i>Gh.Căpățână, V.Grigorcea, M. Cristei</i>			
<b>Timpul total estimat</b>					
<b>Număr de ore pe săptămână</b>	6	din care: curs	2	seminar/laborator	4
<b>Total ore din planul de învățământ</b>	180				
<b>Total ore de contact pe semestru</b>	90	din care: curs	30	seminar/laborator	60
<b>Total ore studiu individual</b>	90				
<b>Număr de credite ECTS</b>	6				
<b>Descriere succintă a corelării/integrării cursului cu/în programul de studii:</b>					
<p>Inteligența Artificială este o disciplină de specialitate din domeniul informaticii și se ocupă de proiectarea sistemelor înzestrate cu capacități pe care în mod normal le asociem inteligenței umane: înțelegerea limbajului natural, învățarea, raționamentul, rezolvarea problemelor, demonstrarea automată a teoremelor etc. Direcțiile principale de cercetare sunt: programarea logică, reprezentarea cunoașterii, sisteme expert, demonstrarea automată a teoremelor, recunoașterea formelor, reprezentarea problemelor și rezolvarea lor prin diferite procese de căutare, problemele de luare a deciziilor, teoria jocurilor, algoritmi genetici etc.</p> <p>Obiectivul principal al disciplinei este formarea aptitudinilor de formalizare a diferitor probleme, de aplicare a diferitor metode și tehnici ale Inteligenței Artificiale la rezolvarea lor, de modelare a diferitor tipuri de raționament și a proceselor de luare a deciziilor, de aplicare a cunoașterii despre domeniul problemelor la rezolvarea lor.</p>					
<b>Prerecuzite:</b>					
Pentru studierea cursului „ <i>Inteligența artificială</i> ”, studenții dispun de cunoștințe, capacități și deprinderi prealabile din domeniul: structura calculatorului, arhitectura calculatorului și sisteme de operare, baze de date, fundamentele programării, logica matematică, tehnologii de programare, teoria grafurilor, programare în rețea (acumulate în cadrul semestrelor universitare I, II, III).					
<b>Competențe specifice acumulate</b>					
<b>Competențe profesionale</b>	C.1. Operarea cu concepte, principii și metode științifice caracteristice domeniului și capacitatea de a comunica cunoștințe referitoare la descrierea algoritmilor				

	<p>specifici IA diferitelor domenii de activitate.</p> <p>C.2. Analiza, modelarea și rezolvarea problemelor real complexe, ce implică soluții inteligente cu un înalt grad de creativitate, precum judecarea obținerii unor soluții incorecte.</p> <p>C.3. Utilizarea și combinarea conceptelor și tehnicilor IA pentru rezolvarea problemelor folosind programarea declarativa (programarea logică): reprezentarea problemelor și universul problemei; baze de cunoștințe și interogarea lor; demonstrare și prelucrare, strategii de căutare a soluțiilor; agenți inteligenți.</p> <p>C.4. Cunoașterea și aplicarea facilităților limbajului Prolog în proiectarea și elaborarea bazelor de cunoștințe destinate rezolvării problemelor la nivel inteligent: clauze Horn și semantica declarativă Prolog; obiecte și relații, 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 și de a analiza corectitudinea și eficiența algoritmului; abilitatea de a implementa și testa algoritmi ce corespund unor probleme concrete.</p> <p>C.5 Conceperea, proiectarea, dezvoltarea și testarea sistemelor informatice bazate pe cunoștințe, integrând teoriile științifice inovative, metodele, tehnicile și tehnologiile specifice inteligenței artificiale.</p>
<b>Competențe transversale</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comportarea onorabilă, responsabilă, etică, în spiritul legii, pentru a asigura reputația profesiei.</li> <li>2. Colaborarea, preluarea diferitelor roluri în echipe de proiect și descrierea clară și concisă, verbală și în scris, în limba maternă, a rezultatelor domeniilor de activitate.</li> <li>3. Demonstrarea spiritului de creativitate, inițiativă și acțiune, pentru actualizarea cunoștințelor profesionale, economice și de cultură organizațională.</li> </ol>
<b>Obiectivele disciplinei</b>	
<b>Obiectivul general al disciplinei</b>	<p><b>CUNOSTINTE:</b> Însușirea conceptelor fundamentale, a principiilor și tehnicilor de bază din domeniul IA. Cunoașterea și utilizarea conceptelor și tehnicilor IA pentru rezolvarea problemelor folosind programarea declarativă (programarea logică);</p> <p><b>ABILITATEA:</b> Însușirea principiilor generale ale programării logice și utilizarea limbajului Prolog în descrierea bazelor de cunoștințe pentru rezolvarea problemelor</p> <p><b>COMPETENTE:</b> Capacitatea de a combina aspectele teoretice cu cele practice în: rezolvarea problemelor în IA utilizând euristici; reprezentarea cunoștințelor și raționament; raționamentul logic, programare declarativă. Capacitatea de a utiliza cunoștințele IA și a facilităților limbajului Prolog pentru rezolvarea problemelor la nivel de sistem inteligent sau sistem expert.</p>
<b>Obiectivele specifice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Îmbogățirea cunoștințelor de tehnologia informației prin adăugarea de noi cunoștințe, noi metode și tehnici deja existente; îmbogățirea limbajului din domeniul calculatoarelor, utilizarea corectă a programării logice în rezolvarea problemelor.</li> <li>– Dezvoltarea capacităților de sinteză a unor noțiuni fundamentale de IA.</li> <li>– Capacitate de înțelegere a conceptelor și tehnicilor IA și de aplicare a acestora în cazuri concrete.</li> <li>– Capacitatea de a comunica cunoștințe referitoare la descrierea algoritmilor specifici IA diferitelor domenii de activitate.</li> <li>– Capacitatea de a parcurge toate etapele în rezolvarea unei sarcini de lucru: enunțul problemei, reprezentarea problemei în termeni de IA, elaborarea bazei de cunoștințe, interogarea unei baze de cunoștințe.</li> <li>– Abilitatea de aplicare a cunoștințelor de IA și a limbajului Prolog în rezolvarea problemelor la nivel de sistem inteligent.</li> <li>– Capacitatea de a analiza și a judeca obținerea unor soluții incorecte în cazul rezolvării problemelor.</li> <li>– Aplicarea conceptelor dezvoltate anterior în: rezolvarea problemelor planificate, jocuri, constrângeri, sisteme expert etc.</li> </ul>
<b>Conținutul disciplinei (unități de conținut de bază)</b>	
<p><b>1. Elemente de baza din domeniul Inteligenței artificiale.</b></p> <p>Obiectul de studiu al Inteligenței Artificiale. Definiția IA. Istoric. Direcțiile de cercetare. Probleme ale Inteligenței Artificiale. Testul Turing. Complexitatea metodelor și problemelor.</p>	

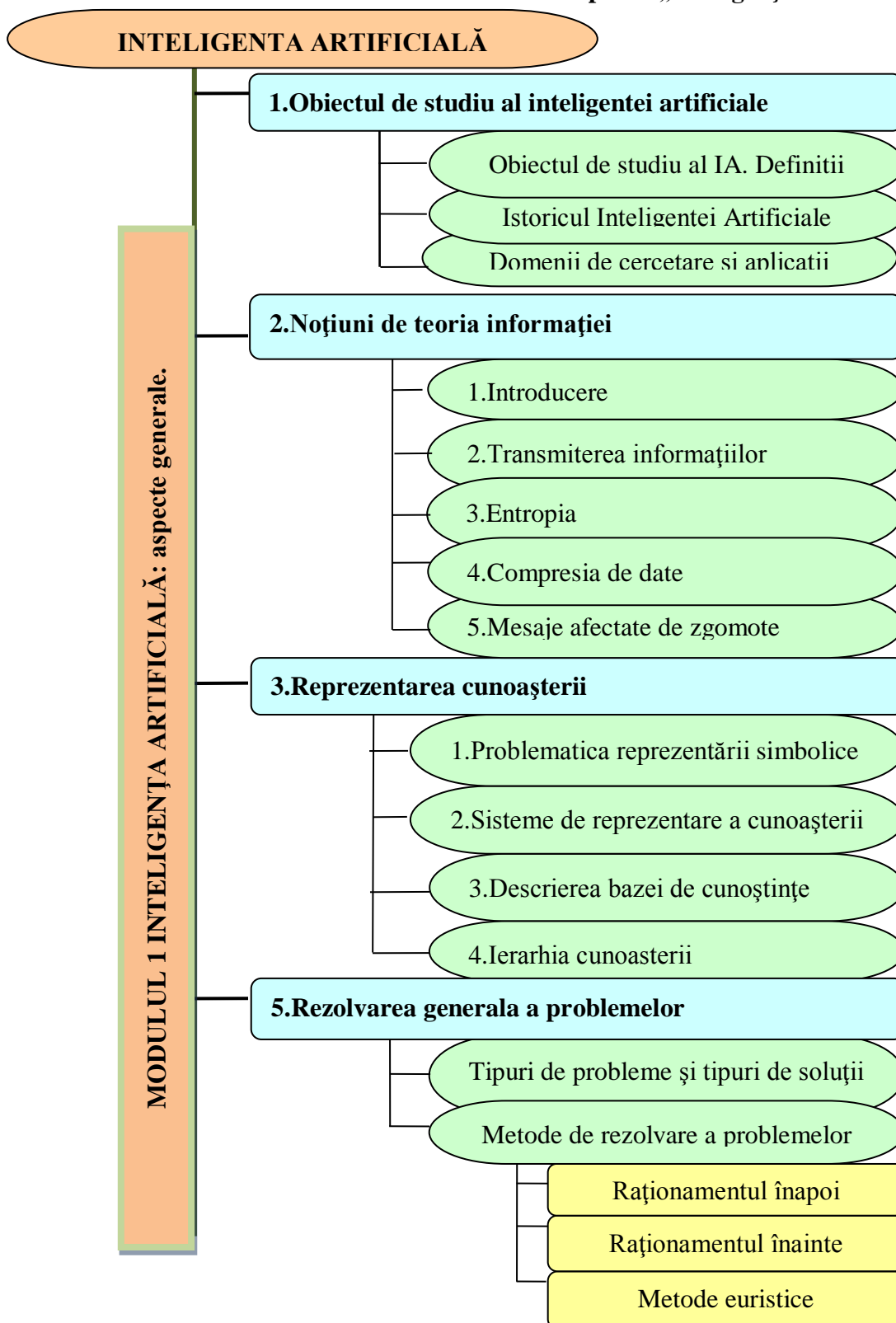
<p>Universul și reprezentarea problemelor. Programarea imperativă și programarea logică. Reprezentarea și prelucrarea cunoștințelor. Limbaje ale Inteligentei artificiale</p> <p><b>2. Programarea în logica și rezolvarea problemelor folosind concepte ale Inteligentei artificiale.</b> Logica de ordinul I și clauze Horn. Baze de cunoștințe și programarea logică. Obiecte, relații și reguli</p> <p><b>3. Spațiul stărilor unei probleme și arborele soluțiilor</b> Structuri de reprezentare. Metode și tehnici de căutare.</p> <p><b>4. Baze de cunoștințe și limbajul Prolog</b> Obiecte și relații. Semnificația logică și procedurală în Prolog. Reprezentarea și prelucrarea listelor.</p> <p><b>5. Structuri, Functori și Matching</b> Reprezentări arborescente și funcționale. Ecuații de arbori, substituții și unificare. Interogarea bazelor de cunoștințe.</p> <p><b>6. Demonstrare și prelucrare</b> Scop și arborele de demonstrare. Semantica procedurală a programelor Prolog.</p> <p><b>7. Metode de reprezentare și soluționare inteligentă a problemelor în sisteme ale IA.</b> Reprezentarea problemelor prin spații de stări. Rezolvarea problemelor prin căutare. Sisteme de producere. Strategii de control. Arbore de căutare. Direcția căutării. Metodele de căutare oarbă. Căutarea euristică. Căutare ordonată. Algoritmii sau strategia <math>A</math> și <math>A^*</math>. Grafuri ȘI/SAU. Arbore de joc. Procedura <i>Minimax</i>. Algoritmii <i>alfa-beta</i>.</p>
<p><b>Laborator</b></p> <p>1. <b>Elemente de bază ale limbajului Prolog:</b> baze de cunoștințe - reguli și fapte; exemple de baze de cunoștințe; rezolvarea de probleme.</p> <p>2. <b>Obiecte ale limbajului Prolog:</b> liste și prelucrarea listelor; exemple de baze de cunoștințe.</p> <p>3. <b>Spațiul stărilor unei probleme și arborele soluțiilor:</b> structuri de reprezentare; exemple de probleme</p> <p>4. <b>Baze de cunoștințe, scopuri și interogarea:</b> aplicații și metode de rezolvare; exemple de probleme.</p> <p>5. <b>Aplicații, scopuri și interogarea:</b> exemple de probleme.</p> <p>6. <b>Concepere, elaborare, implementare de proiecte:</b> exemple de probleme.</p> <p>7. <b>Concepere, elaborare, implementare de proiecte:</b> exemple, Algoritmii de căutare <math>A^*</math></p> <p>8. <b>Concepere, elaborare, implementare de proiecte:</b> calcul formal și derivare simbolică; exemple de probleme.</p>
<p><b>Strategii</b></p> <p><b>Strategii de predare-învățare:</b> În predarea – învățarea cursului vor fi utilizate următoarele metode: prelegerea, dezvoltarea gândirii critice, forumul de discuții, lucrul pe echipe, învățare centrată pe student, problematizarea, studiu de caz, metoda cubului, lucrul individual la calculator etc.</p> <p><b>Strategii de evaluare:</b> Evaluarea nivelului de formare / dezvoltare a competențelor studenților la disciplina „<i>Inteligenta artificială</i>” 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 competențelor studenților 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.</p>
<p><b>Standard minim de performanță</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cunoașterea conceptelor fundamentale ale inteligenței artificiale la nivel teoretic și practic.</li> <li>▪ Capacitatea de a înțelege algoritmii de căutare oarbă și euristică.</li> <li>▪ Elemente fundamentale de analiză, proiectare și implementare a sistemelor bazate pe cunoștințe.</li> <li>▪ Capacitatea de a dezvolta programe bazate pe reguli în logica propozițională.</li> <li>▪ Implementarea corectă a unui algoritm simplu; utilizarea corectă a mediului de programare</li> </ul>
<p><b>Resurse disponibile:</b></p> <p>Sală de curs cu tablă, laptop și videoproiector, săli de laborator dotate corespunzător (cu calculatoare conectate la rețeaua Internet și cu software specific instalat etc.)</p>
<p><b>Bibliografie Obligatorie selectivă</b></p> <p>1. Grigorcea V., Lăsâi S., Sturza G., „Introducere în programarea logică. Ciclu de prelegeri”, Centrul Editorial al USM, Chișinău, 2003.</p>

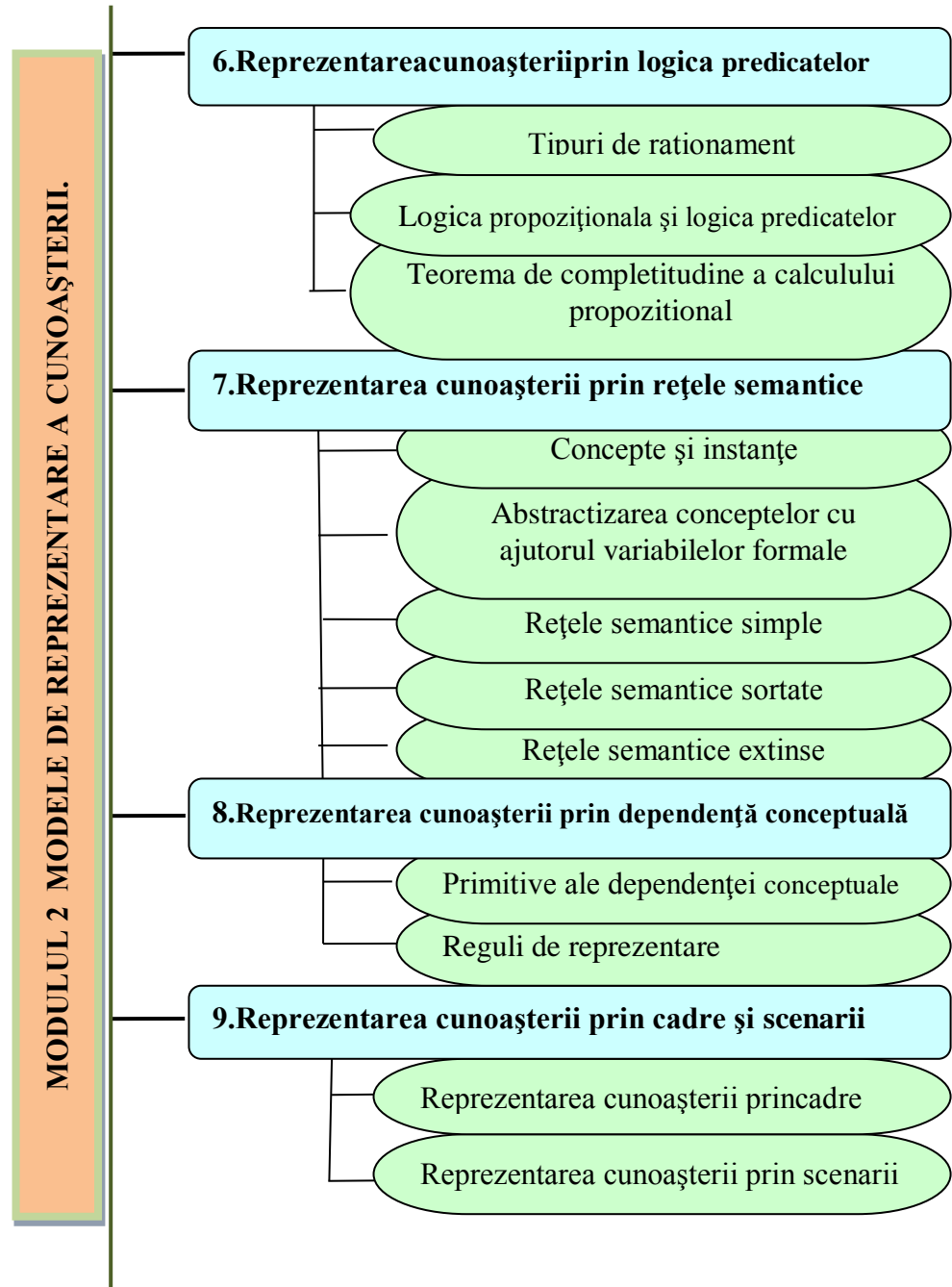


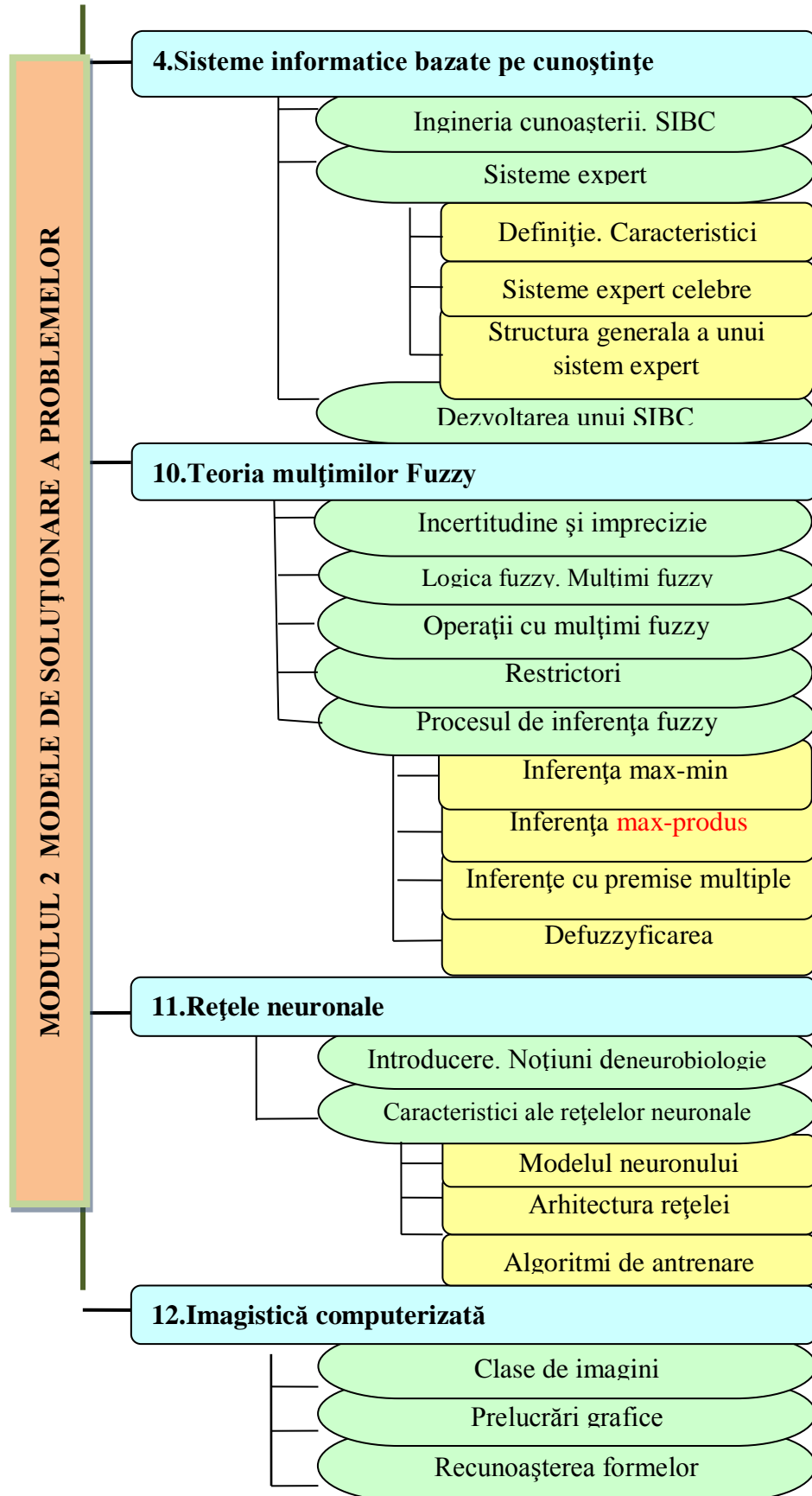
2. Cotelea V., Programarea în logică, UȘAM, Chișinău, 2000.
3. Dumitrescu D. Principiile Inteligenței Artificiale. Editura Albastră, Cluj-Napoca, 1999, 289 p.
4. Oprea M. Inteligență artificială. Editura Univ. Petrol-gaze din Ploiești, 2009.
5. Братко И., Алгоритмы искусственного интеллекта на языке ПРОЛОГ, 3-е издание.: Пер. с англ.: М.: Издательский дом «Вильяме», 2004, 640 с

**Anexa 2.**

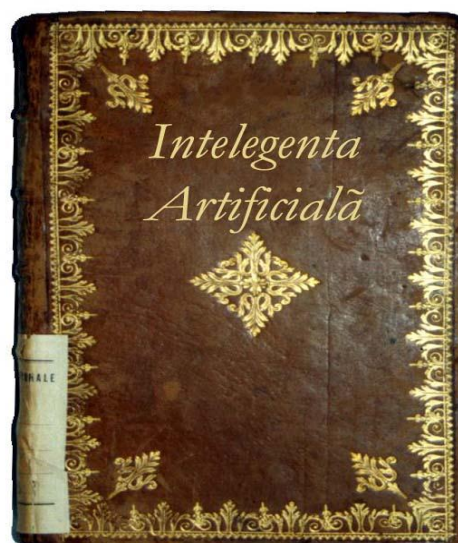
**Structura modulară detaliată a disciplinei „Inteligența artificială”.**







Interfața cu utilizatorul



**Exemple de sarcini didactice propuse**

(1) Să se divizeze o mulțime numerică în două submulțimi, astfel, încât suma elementelor din fiecare submulțime să fie aceeași.

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 condiții:

- dacă numărul i este într-o cutie, atunci numărul  $k=2*i$  ( $k \leq n$ ), nu poate fi cu el în aceeași cutie;
- dacă numerele i și j sunt într-o cutie, atunci  $k=i+j$  ( $k \leq n$ ), nu poate fi în aceeași cutie cu ultimii.

Să se scrie un program Prolog ce ar găsi soluția problemei, luând în creștere 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 recunoaște cuvintele de forma:

$$(abc)^n (bcd)^m e, \quad n \geq 0, \quad m \geq 0, \quad n+m \geq 1$$

#### 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).

```

Inteligența Artificială

Test nr. \_\_\_\_

1. (5 p.) Fie dată secvența de program: c(a). c(b). p(X,Y,Z):-c(X),!,C(Y),X<>Y,c(Z).

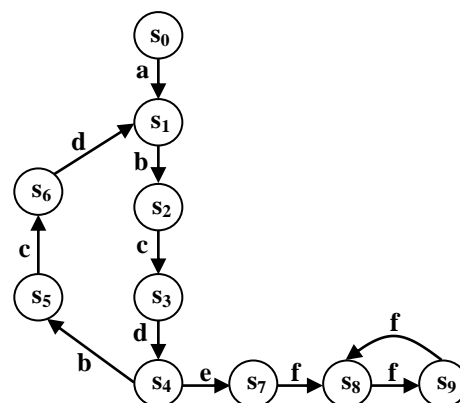
Să se răspundă la următoarele interogări non-deterministe:

- 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 funcției de trecere dintr-o stare în alta pentru un automat finit.

Se consideră starea inițială – s<sub>0</sub>, starea finală – s<sub>9</sub>.

- 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 subșir strict crescător de elemente consecutive. Pentru toate predicatelor definite să se indice tipul argumentelor – de intrare, de ieșire 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 conțin 16 bile. Doi jucători extrag pe rând bile din urnă. Fiecare jucător la mișcarea sa poate să extragă din urnă 1 sau 3 bile. Câștigă acel jucător, care după mișcarea sa primul obține în urnă 11 sau mai puține bile.

Să se construiască arborele de joc și să se evidențieze o variantă de bază al jocului.

5. (15 p.) Să se reprezinte următoarea problemă printr-un spațiu de stări posibile: „Fie dată o variabilă numerică X care poate primi valori întregi de pe segmentul [0;10]. Inițial X=8. Să se găsească consecutivitatea de acțiuni care va egala X cu 3. Acțiunile permise: a) variabila X poate fi mărită cu 2 unități, b) dacă valoarea lui X este pară, X poate fi divizată la 2”. Să se descrie stările problemei, stările inițiale și 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 oprește 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 \_\_\_\_\_

## Determinarea nivelului de pregătire al studenților în procesul de instruire/formare

Studentul \_\_\_\_\_

"Aprob"

Sef catedră TP

Grupa \_\_\_\_\_

"\_\_\_\_\_" 2014  
Conf., dr. Gh.Căpățână

Inteligența Artificială

Test nr. \_\_\_\_

1. (5 p.) Fie dată secvența de program:  $n(7). n(8). pr(A,B,C) :- n(C),!,n(A),n(B).$ 

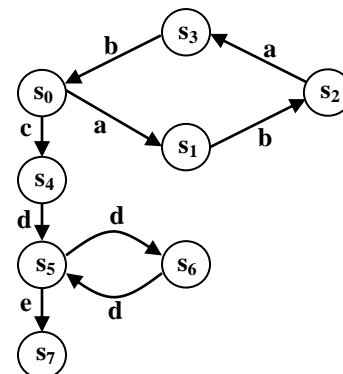
Să se răspundă la următoarele interogări non-deterministe:

- Goal:  $pr(A,B,C)$
- Goal:  $pr(7,8,9)$
- Goal:  $pr(7,8,C)$
- Goal:  $pr(A,B,8)$
- Goal:  $pr(A,8,8)$

2. (5 p.) Fie dat graful funcției de trecere dintr-o stare în alta pentru un automat finit.

Se consideră starea inițială –  $s_0$ , starea finală–  $s_7$ .

- Să se scrie forma generală a cuvintelor recunoscute de acest automat.
- Să se indice cuvântul minimal care poate fi recunoscut.
- 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 subșir de elemente consecutive, în care orice două elemente vecine sunt diferite. Pentru toate predicatul definite să se indice tipul argumentelor – de intrare, de ieșire sau variabile colectoare.

Exemplu:  $[a, b, \underline{b}, a, \underline{b}, a, c, c, d, e] \rightarrow$  Rezultat: 5.4. (15 p.) Considerăm următorul joc. Sunt date două numere  $A=15$  și  $B=17$ . Doi jucători modifică pe rând aceste numere în felul următor: primul jucător poate să micșoreze cu 2 sau să mărească cu 5 numărul  $A$ , iar al doilea jucător poate să micșoreze cu 3 sau să mărească cu 2 numărul  $B$ , dar cu condiția că după modificare numerele trebuie să satisfacă:  $9 < A < 20$  și  $9 < B < 20$ . Câștigă jucătorul care prin mișcarea sa egalează numerele:  $A=B$ . De asemenea, se consideră pierdere pentru jucătorul care este adus în poziția  $A=14, B=13$ .

Să se construiască arborele de joc și să se evidențieze o variantă de bază al jocului

5. (15 p.) Să se reprezinte următoarea problemă printr-un spațiu de stări posibile: „Fie dată o urnă în care se conțin 17 bile. Să se găsească consecutivitatea de acțiuni care va lăsa 4 bile în urnă. Acțiunile 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 inițiale și 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 oprește 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 \_\_\_\_\_



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 și elimină din listă numerele ce sunt mai mici ca această medie. Se permite definirea unor predicate auxiliare. (15 p.)

2. Formulați testul Turing. (2 p.)

3. Formulați definiția complexității unei metode și definiția complexității problemei. (2 p.)

4. Formulați definiția sistemului expert. Descrieți funcțiile modulelor: a) baza de cunoștințe și b) modulul de explicare. Enumerați celelalte patru componente ale unui sistem expert. (2 p.)

5. Descrieți direcțiile posibile de căutare în spațiul de stări al problemei. Descrieți factorii principali care determină alegerea direcției. (3 p.)

6. Descrieți principiul Minimax. Ce problemă rezolvă metodele bazate pe acest principiu? (5 p.)

7. Este dat următorul program:

final(s5).

Să se răspundă la întrebările:

move(s0,a,s1).

1) Goal: automat(s0,[a,b,c,b,c,b,c,d])

move(s1,b,s2).

2) Goal: automat(s2,[c,b,c,b,c,d])

move(s2,c,s3).

3) Goal: automat(s1,[b,c,d])

move(s3,b,s4).

4) Goal: automat(X,[c,d])

move(s4,c,s1).

5) Goal: automat(s0,X)

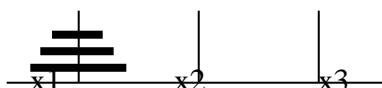
move(s3,d,s5).

(6 p.)

automat(S,[]):-final(S).

automat(S,[A|L]):-move(S,A,S1),automat(S1,L).

8. Reprezentați următoarea problemă printr-un spațiu de stări posibile: "Sunt trei axe (le vom nota  $x_1$ ,  $x_2$  și  $x_3$ ). Pe prima axă  $x_1$  sunt situate trei discuri de mărimi diferite așezate în ordine crescătoare de sus în jos:



Să se găsească consecutivitatea de acțiuni care va trece toate discurile de pe axa  $x_1$  pe axa  $x_3$ , în aceeași ordine. Acțiunea permisă: orice disc de pe orice axă poate fi mutat pe altă axă cu condițiile 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 soluție al acestei probleme. (10 p.)

9. Reprezentați următoarele două propoziții prin metodele indicate:

"Maria aseară i-a făcut lui Ion temele pe acasă." – rețea semantică sortată,

"Cine știe carte are patru ochi." – a) rețea 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 și maximal pe coloană". Să se descrie un algoritm de soluționare al acestei probleme și să se indice complexitatea lui. (10 p.)

Total puncte \_\_\_\_\_ Nota \_\_\_\_\_ Examinator \_\_\_\_\_

## Anexa 6. Grila chestionarului Nr.1

### Chestionar de evaluare a strategiilor de predare/învățare/evaluare și a relaționării profesor-student la FMI, USM.

Stimate student (ă)! S-a inițiat un studiu cu privire la modalitățile de predare, învățare și evaluare utilizate în cadrul cursului „Inteligența Artificială”. Deoarece opinia Dvs. contează foarte mult, Vă rugăm să răspundeți la următoarele întrebări obiectiv și sincer la completarea chestionarului, care este anonim. Informația căpătată va fi folosită pentru îmbunătățirea predării cursului.

Chestionarul dat se completează în felul următor: se citește întrebările cu variantele de răspuns, se ia în cerculeț varianta (ele) de răspuns care corespund opiniei Dvs. Vă asigurăm confidențialitatea răspunsurilor Dvs. Vă mulțumim anticipat!

<b>Q1. În ce măsură vă place domeniul informaticii?</b> (marcați 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		

<b>Q2. De ce ați ales informatica ca domeniu de pregătire universitară?</b> (marcați câte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)	Da	Nu
Lumea informaticii și a calculatoarelor este plină de miracole	1	2
Poți 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	1	2
<b>Numește disciplinele?</b>		
Am siguranța de a fi angajat în câmpul muncii	1	2
M-au sfătuit părinții, prietenii, persoanele de încredere	1	2

<b>Q3. În ce măsură corespund așteptările Dvs. privind calitatea studiilor la specialitatea Dvs.?</b> (marcați 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		

<b>Q4. Te consideri un student responsabil de formarea ta profesională?</b> (marcați un singur răspuns, încercuind cifra alăturată)	Da	1
	Nu	2
	Mi-i dificil să răspund	9

<b>Q5. Care din următoarele afirmații te caracterizează ca student?</b> (marcați câte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)	Da	Nu
Succesul este determinat de eforturi regulate și de metode eficiente de lucru	1	2
Particip la diferite activități în cadrul facultății 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 voință de a învăța fără ca cineva să îmi amintească de aceasta	1	2
Când profesorul adresează o întrebare grupei, eu răspund indiferent de nivelul de cunoștințe	1	2
Niciodată nu voi deveni un specialist performant, de aceea nu depun efort în pregătirea mea	1	2
Mă strădui să găsesc soluția optimă la problemele formulate de profesori	1	2

**Q6. Cât timp petreci, în mediu pe parcursul unei zile, pentru pregătirea către lecții?** \_\_\_\_\_ ore

<b>Q7. Care sunt formele de lucru utilizate cel mai des de Dvs. în ceea ce privește pregătirea profesională?</b> (marcați 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

<b>Q8. Ce mijloace instructiv-educative preferi să utilizezi la studierea cursurilor?</b> (marcați câte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)	Da	Nu
Manualul	1	2
Programe computerizate/software educațional	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 educațional în pregătirea profesională în cadrul universității?**

1. În mare măsură      2. În mică măsură      3. Deloc

<b>Q10. În ce măsură sunteți de acord cu următoarele afirmații?</b> (marcați pe linie câte un răspuns)	În mare măsură	În mică măsură	Deloc	Nu știu/ nu pot răspunde
Accesul permanent la computer sporește calitatea asimilării materialului predat de profesor	1	2	3	4
Software-ul educațional interactiv contribuie la formarea profesională într-un timp scurt	1	2	3	4

Nivelul de utilizare a software-ului educațional în cadrul universității reprezintă un indicator al modernizării învățământului	1	2	3	4
Software-ul educațional contribuie la motivarea mea de a căuta informație suplimentară	1	2	3	4

**Q11. Care din următoarele afirmații Vă caracterizează în perioada sesiunilor de examinare?** (marcați câte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)

	Da	Nu
Învăț pentru a deveni un bun profesionist, indiferent de nota luată la examen	1	2
Învăț pentru a lua o notă de trecere la examen	1	2
Învăț pentru a lua note mari la examen	1	2
Gândul despre un examen care urmează să-l susțin, mă neliniștește	1	2
Dacă este posibil, la examene folosesc material suplimentar interzis (fișuici, conspecte, formule)	1	2
Înainte de examen nu pot adormi	1	2
În timpul evaluărilor sunt nervos	1	2
Cât nu m-aș strădui, nu pot lua note mari la disciplinele informatice	1	2

**Q12. Cât de des Dvs practicați următoarele activități cu referire la pregătirea Dvs. pentru cursuri/lecții?** (marcați câte 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
Discuții în afara lucrului individual și a orelor	1	2	3	4	9
Consultații planificate	1	2	3	4	9
Consultarea software-urilor educaționale	1	2	3	4	9

**Q13. În care din următoarele situații vă este stimulată creativitatea Dvs.?** (marcați pe linie câte un răspuns)

	Da, de fiecare dată	Da, în unele situații	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 educaționale	1	2	3	4

**Q14. În opinia Dvs., tehnologiile de evaluare utilizate de profesorii care Vă predau se centrează pe ...?** (marcați un singur răspuns)

Doar pe evaluarea competențelor	1
Doar pe cunoștințele acumulate	2
Ambele sunt evaluate	3

**Q15. În ce măsură sunt eficiente ...?** (marcați 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 educaționale de evaluare	1	2	3	4	9

#### DATE SOCIO-DEMOGRAFICE

Va rugam să introduceți mai jos unele informații:

**E1. Vârsta:**     □□□

**E2. Anul de studii:** □□□

**E3. Sexul**

Masculin	1	Feminin	2
----------	---	---------	---

**E4. Instituția absolvită:**

Școala medie	1
Liceu	2
Colegiu	3
Altceva	4

**E5. Nota medie obținută la ultima sesiune de examene**

□□□

**E6. Lucrați în domeniul informaticii?**

Da	1
Nu	2

## 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
Instituția absolvită				100,0	6,3						
	școala medie	100,0	5,6								
	liceu	37,8	94,4	51,1	71,9	6,7	75,0	2,2	100,0	2,2	100,0
Lucrați în domeniul informaticii	colegiu			85,7	18,8	14,3	25,0				
	alltceva			100,0	3,1						
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%		
Sex	control	33,3%	58,3%		4,2%	4,2%
	Masculin	39,4%	51,5%	9,1%		
Lucrați în domeniul informaticii	Feminin	21,1%	63,2%	5,3%	5,3%	5,3%
	da	66,7%	33,3%			
	nu	26,1%	60,9%	8,7%	2,2%	2,2%

Tabelul A7.2

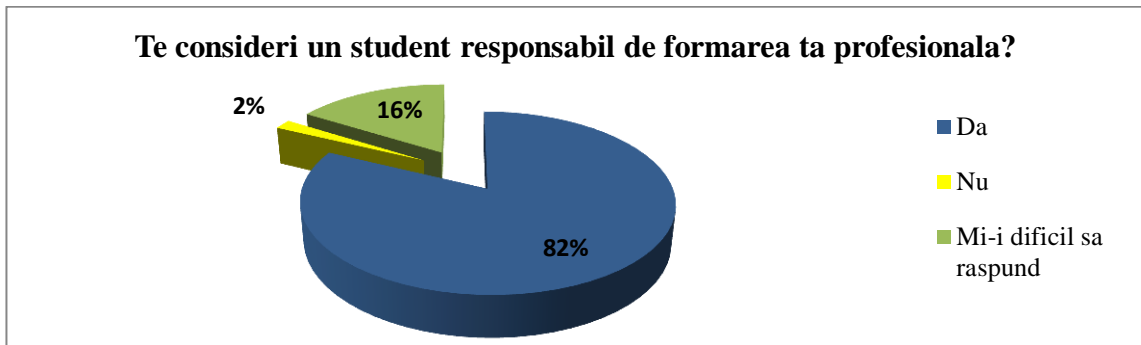
Q2. De ce ați ales informatica ca domeniu de pregătire universitară?	Da		Nu	
	Count	%	Count	%
Lumea informaticii este plină de miracole	40	74,1%	14	25,9%
Poți să descoperi lucruri noi	50	92,6%	4	7,4%
Consider că profesia de informatician este foarte atractiv	47	85,5%	8	14,5%
Profesia de informatician 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 siguranța de a fi angajat în cimpul muncii.	40	75,5%	13	24,5%
M-au sfătuit, părinții, 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

studentilor la întrebarea „Te consideri un student responsabil de formarea ta profesionala?”



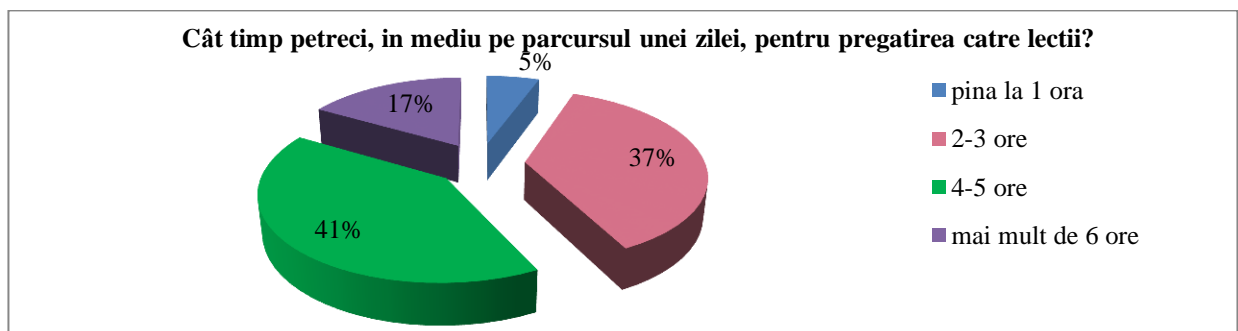
**Tabelul A7.5**

Q5. Care din următoarele afirmații 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 activități în cadrul facultății care contribuie la formarea mea ca specialist	5	9,8	46	90,2
Studiez desinestător 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 voință de a învăța 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 cunoștințe	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 soluția 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 lecții?	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	

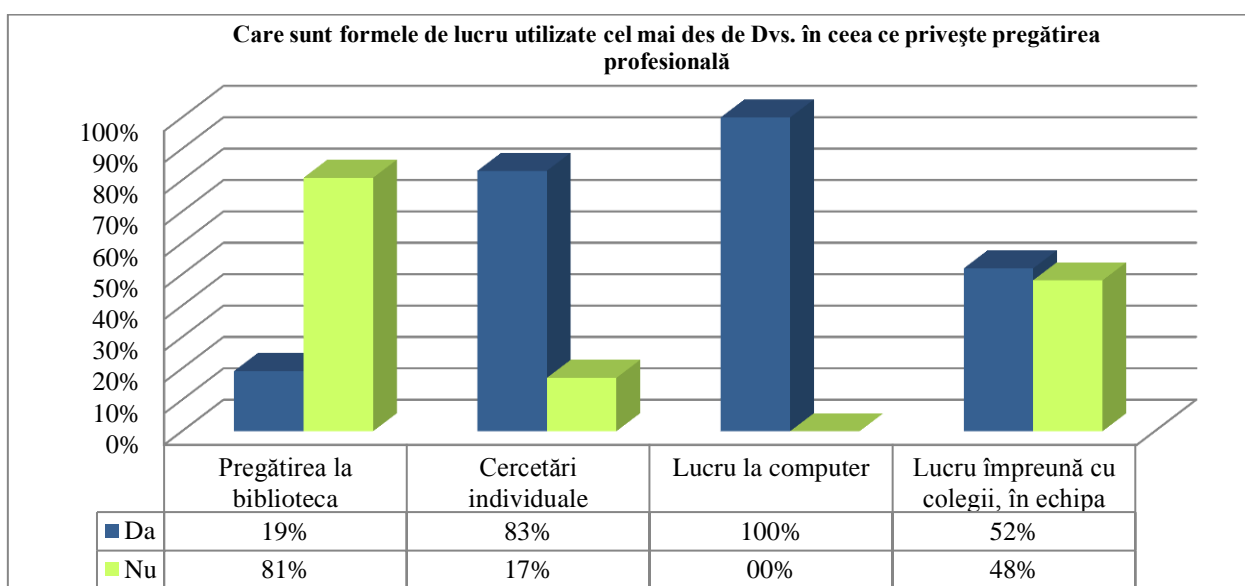
**Fig. A7.6** Divizarea răspunsurilor studentilor la întrebarea „Cît timp petreci, în mediu pe parcursul unei zilei, pentru pregătirea către lecții?”



**Tabelul A7.7**

Q7. Care sunt formele de lucru utilizate cel mai des de Dvs. în ceea ce privește 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

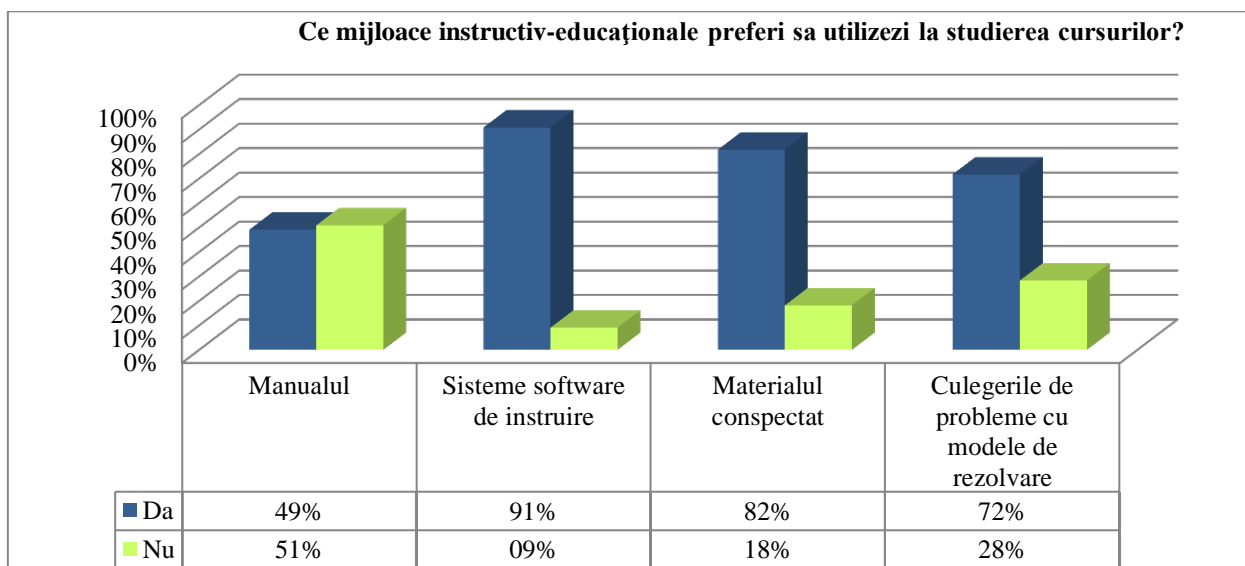
**Fig. A7.7.** Divizarea răspunsurilor studenților la întrebarea „Care sunt formele de lucru utilizate cel mai des de Dvs. în ceea ce privește pregătirea profesională?”



**Tabelul A7.8**

Q8.Ce mijloace instructiv-educative preferi să utilizezi la studierea cursurilor?	Da		Nu	
	Count	%	Count	%
Manualul	26	49,1	27	50,9
Programe computerizate/software educațional	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 studenților la întrebarea „Ce mijloace instructiv-educative preferi să utilizezi la studierea cursurilor?”



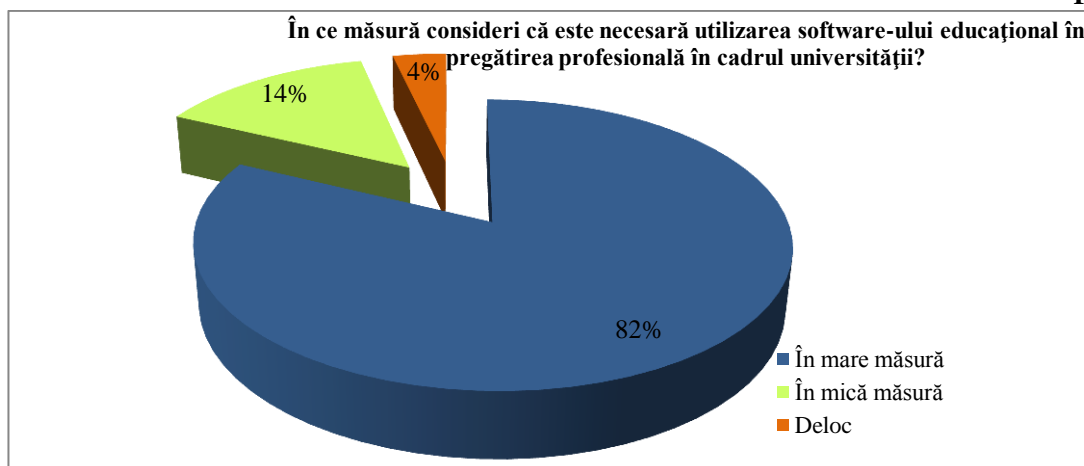
**Tabelul A7.8.1**

Programe computerizate/software educațional			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%	
Lucrați în domeniul informaticii	da	Row %	88,9%	11,1%
	nu	Row %	91,3%	8,7%

**Tabelul A7.9.** Răspunsurile studenților

Q9. În ce măsură consideri că este necesară utilizarea software-ului educațional în pregătirea profesională în cadrul universității?	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 sunteți de acord cu următoarele afirmații?	în mare măsură		În mica măsură		Deloc		Nu știu/ nu pot răspunde	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
Accesul permanent la computer sporește calitatea asimilării materialului predat de profesor	43	78,2	10	18,2	1	1,8	1	1,8
Software-ul educațional interactive contribuie la formarea profesionala într-un timp scurt	38	69,1	15	27,3			2	3,6
Nivelul de utilizare a software-ului educațional în cadrul universității reprezintă un indicator al modernizării învățământului	39	70,9	14	25,5	1	1,8	1	1,8
Software-ul educațional contribuie la motivarea mea de a căuta informație suplimentară	24	45,3	25	47,2	3	5,7	1	1,9

**Tabelul A7.10 b)**

Software-ul educațional contribuie la motivarea mea de a căuta informație suplimentară			în mare măsură	în mică măsură	Deloc	nu știu/ 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%
Lucrați în domeniul informaticii	da	Row %	33,3%	44,4%	22,2%	
	nu	Row %	47,7%	47,7%	2,3%	2,3%
	pînă la 1 ora	Row %	33,3%	33,3%	33,3%	
Cît timp petreci, în mediu pe parcursul unei zilei, pentru pregătirea către lecții?	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 practicați următoarele activități cu referire la pregătirea Dvs. pentru cursuri/lecții?	Zilnic		1-2ori pe săptămână		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		
Discuții în afara lucrului individual și a orelor	23	42,6	20	37,0	6	11,1	3	5,6	2	3,7

Consultații planificate	1	1,9	11	20,4	11	20,4	15	27,8	16	29,6
Consultarea software-urilor educaționale	14	25,9	25	46,3	8	14,8	4	7,4	3	5,6

Tabelul A7.12 b) Răspunsurile studenților

Cît de des consultați software-urilor de instruire la pregătirea Dvs. pentru cursuri/lecții?		Zilnic	1-2ori pe săptămână	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%
Lucrați 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 lecții?	pîna 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	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabelul A7.12 c)

Consultarea software-urilor educaționale			Zilnic	1-2ori pe săptămână	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%	
Lucrați 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%
Cît timp petreci, în mediu pe parcursul unei zile, pentru pregătirea către lecții?	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%		



## Date statistice referitoare la componența eșantioanelor din perioada 2014-2015.

Componența eșantioanelor experimental și 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 „Inteligența artificială”.

		NOTE ACUMULATE							
Nr. de rând	Cod_Student	ANUL I 2013-2014			ANUL II 2014-2015				NOTA MEDIE
		Ses. iarna		vara	Ses. iarnă				
		6 cred	6 cred	5 cred	6 cred	6 cred	6 cred	4 cred	
		Arhitectura calculatorului și sisteme de operare	Fundamentele programării	Tehnici de programare	Programare în rețea	Baze de date	Rețele de calculatoare	Programare orientată obiect	
<b>Eșantion experimental (X)</b>									
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
<b>Eșantion de control (Y)</b>									
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	Ș.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

## Calculare referitoare la omogenitatea eșantioanelor din perioada 2014-2015

Criteriul Cramer-Welch

Grupa experimentală (X)			Grupa de control (Y)		
Nr.dr.	Cod student	Nota medie obținută	Nr.dr.	Cod student	Nota medie obținută
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.	Ș.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			
<i>Nr. de studenți</i>	<i>N(x)</i>	14	<i>N(y)</i>		12
<i>Nota medie</i>	<i>M(x)</i>	6,97	<i>M(y)</i>		6,92
<i>Dispersia</i>	<i>D(x)</i>	2,88	<i>D(y)</i>		4,34
<i>Suma pătratelor abaterilor</i>		37,39			47,73
<i>Valoarea minimă</i>	<i>Min(x)</i>	3,14	<i>Min(y)</i>		3,14
<i>Valoarea maximă</i>	<i>Max(x)</i>	9,29	<i>Max(y)</i>		9,14
<i>SUMA</i>	<i>S(x)</i>	97,58	<i>S(y)</i>		83,00
<i>Valoarea empirică</i>	<i>T</i>	<b>0,07</b>			

## Calculare referitoare la omogenitatea eşantioanelor din perioada 2014-2015.

Testul U a lui Mann-Whitney

Tipul eşant.	Nr.de rând	Cod student	Nota medie obținută	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	Ș.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		<i>experimental</i>	1	<i>de control</i>	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		

## Date statistice referitoare la componența EE din perioada 2015-2016

Componența eșantionului 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 „Inteligența artificială”.

		NOTE ACUMULATE										NOTA MEDIE
		ANUL I 2014_2015					ANUL II 2015-2016					
Nr.	Cod_Student	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		
<b>Eșantion experimental (X)</b>												
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	

## Date statistice referitoare la componența EC din perioada 2015-2016

Componența eșantionului 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 „Inteligența artificială”.

		NOTE ACUMULATE									NOTA MEDIE
		ANUL I 2014_2015					ANUL II 2015-2016				
Nr.	Cod_Student	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	
<b>Eșantion de control (Y)</b>											
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	ID.	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	Ș.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.**
**Calculare referitoare la distribuția nivelurilor de performanță vizând cunoștințele la etapa de constatare (%) pe perioadele experimentului**

Nivel de performanță	Calificativ			Perioada 2014-2015						Perioada 2015-2016					
				Eșantion control			Eșantion experiment			Eșantion experiment(IA21)			Eșantion de control(I21)		
	ECTS	Național		studenți	%	% nivel	studenți	%	% nivel	studenți	%	% nivel	studenți	%	% nivel
<b>Insuficient</b>	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%
<b>Minim</b>	E	Slab	5,00-6,00	1	8,33%	8,33%	2	14,29%	50,00%	9	26,47%	35,29%	4	12,90%	19,35%
	D	Satisfăcător	6,01-7,00	0	0,00%		5	35,71%		3	8,82%		2	6,45%	
<b>Mediu</b>	C	Bine	7,01-8,00	5	41,67%	50,00%	2	14,29%	28,57%	5	14,71%	44,12%	7	22,58%	51,61%
	B	Foarte bine	8,01-9,00	1	8,33%		2	14,29%		10	29,41%		9	29,03%	
<b>Superior</b>	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 studenți				12	100%	100%	14	100%	100%	34	100%	100%	31	100%	100%

## Calculule referitoare la omogenitatea eșantioanelor, perioada 2015-2016.

Statistica datelor obținută prin aplicarea testului *t Student* în grupele I21 și IA21.

Grupa experimentală (X)			Grupa de control (Y)	
grupaIA21			grupaI21	
Nr. de studenți	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 obținută prin aplicarea testului *U Mann - Whitney* în grupele I21 și IA21.

Tipul eșant.	Cod student	Nota medie obținută	Ordinea	Rang	Tipul eșant.	Cod student	Nota medie obținută	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	Ș.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 eșantionului	<i>experimental</i>	1	<i>de control</i>	2
Volumul eșantionului	<i>N1(X)</i>	34	<i>N2(Y)</i>	31
Suma rangurilor	<i>T1(X)</i>	1093,5	<i>T2(Y)</i>	1051,5
	<i>W1</i>	555,5	<i>W2</i>	498,5
Valoarea empirică	<i>U</i>	498,5	Valoarea critică <i>Ucr.(0,05)</i>	349-401

## Evidența statistică a rezultatelor obținute la evaluări pe eșantioane, 2014-2015

Numele studenților au fost codificate pentru a respecta confidențialitatea persoanelor incluse în experiment. Rezultatele obținute la evaluări la inteligența 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
		Eșantion experimental (X)						Eșantion 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	Ș.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						
<b>Media</b>		<b>6,50</b>	<b>7,29</b>	<b>8,43</b>	<b>8,36</b>			<b>6,33</b>	<b>6,58</b>	<b>7,67</b>	<b>6,92</b>
<b>M(X)</b>		<b>8,36</b>					<b>M(Y)</b>	<b>6,92</b>			
<b>D(X)</b>		<b>1,79</b>					<b>D(Y)</b>	<b>2,27</b>			
<b>T</b>		<b>2,585</b>									



**Evidența statistică a rezultatelor obținute la evaluări pe eșantioane, 2015-2016.**

Numele studenților au fost codificate pentru a respecta confidențialitatea persoanelor incluse în experiment. Rezultatele obținute la evaluări la inteligența 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
Eșantion experimental (X)					Eșantion 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	S.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						
<b>Media</b>		<b>6,85</b>	<b>7,26</b>	<b>8,32</b>	<b>8,00</b>			<b>6,71</b>	<b>6,84</b>	<b>7,35</b>	<b>6,90</b>
<b>M(X)</b>		<b>8,00</b>					<b>M(Y)</b>	<b>6,90</b>			
<b>D(X)</b>		<b>1,94</b>					<b>D(Y)</b>	<b>3,16</b>			
<b>T</b>		<b>2,74</b>									

**Anexa 17.**

**Calculare referitoare la distribuția nivelurilor de performanță vizând cunoștințele în urma testului final (%)**

Nivel de performanță	Calificativ			Perioada 2014-2015						Perioada 2015-2016					
				Eșantion control			Eșantion experiment			Eșantion experiment(IA21)			Eșantion de control(I21)		
	ECTS	Național		studenți	%	% nivel	studenți	%	% nivel	studenți	%	% nivel	studenți	%	% nivel
<b>Insuficient</b>	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%
<b>Minim</b>	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%
<b>Mediu</b>	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%
<b>Superior</b>	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 studenți				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 – învățare - evaluare și a relaționării profesor-student la disciplina „Inteligența Artificială”

Stimate student (ă)! S-a inițiat un studiu cu privire la modalitățile de predare, învățare și evaluare utilizate în cadrul cursului „Inteligența Artificială”. Deoarece opinia Dvs. contează foarte mult, Vă rugăm să răspundeți la următoarele întrebări obiectiv și sincer la completarea chestionarului, care este anonim. Informația căpătată va fi folosită pentru îmbunătățirea predării cursului. Chestionarul dat se completează în felul următor: se citesc întrebările cu variantele de răspuns, se ia în cerculeț varianta (ele) de răspuns care corespund opiniei Dvs. Vă asigurăm confidențialitatea răspunsurilor Dvs. Vă mulțumim anticipat!

#### Q1. În ce măsură vă place domeniul informaticii?

(marcați 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 așteptările Dvs. privind calitatea studiilor la specialitatea Dvs.?

(marcați 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 privește pregătirea profesională?

(marcați 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 (indicați _____)	1	

#### Q4. Cât timp petreci, în mediu pe parcursul unei zile, pentru pregătirea către lecții? \_\_\_\_\_ ore

#### Q5. În ce măsură consideri că este necesară utilizarea software-lui educațional în pregătirea profesională în cadrul universității?

1. În mare măsură 2. În mică măsură 3. Deloc

#### Q6. În ce măsură sunteți de acord cu următoarele afirmații? (marcați pe linie câte un răspuns)

	În mare măsură	În mică măsură	Deloc	Nu știu/nu pot răspunde
Accesul permanent la computer sporește calitatea asimilării materialului predat de profesor	1	2	3	4
Software-ul educațional interactive contribuie la formarea profesională într-un timp scurt	1	2	3	4
Nivelul de utilizare a software-urilor educaționale în cadrul universității reprezintă un indicator al modernizării învățământului	1	2	3	4
Software-ul educațional contribuie la motivarea mea de a căuta informație suplimentară	1	2	3	4

#### Q7. Care din următoarele afirmații Vă caracterizează în perioada sesiunilor de examinare?

(marcați câte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)

	Da	Nu
Învăț pentru a deveni un bun profesionist, indiferent de nota luată la examen	1	2
Învăț pentru a lua o notă de trecere la examen	1	2
Învăț pentru a lua note mari la examen	1	2
Gândul despre un examen care urmează să-l susțin, mă neliniștește	1	2
Dacă este posibil, la examene folosesc material suplimentar interzis (fișici, conspecte, formule)	1	2
Înainte de examen nu pot adormi	1	2
În timpul evaluărilor sunt nervos	1	2
Cât nu m-aș strădui, nu pot lua note mari la disciplinele informatice	1	2
Altceva (indicați _____)	1	

#### Q8. În ce măsură sunteți de acord cu următoarele afirmații referitoare la disciplina „Inteligență artificială”? (marcați câte un răspuns pe linie, încercuind cifra alăturată)

	Acord total	Acord parțial	Dezacord	Dificil de răspuns
1. Cursurile/seminarele sunt centrate pe student	1	2	3	9
2. Conținuturile sunt bine structurate și sunt accesibile pentru studenți	1	2	3	9
3. Lecțiile sunt predate în stil informativ, fără a pune în discuție o problemă	1	2	3	9
4. Modalitățile de predare utilizate de profesor sunt eficiente în însușirea materialului	1	2	3	9
5. Obiectivele/sarcinile seminarelor sunt clar formulate	1	2	3	9
6. Conținutul disciplinei este unul interesant și atractiv	1	2	3	9
7. În procesul de predare sunt utilizate diverse modalități de motivare și implicare a studenților	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 motivația tinerilor de a învăța	1	2	3	9

12. Studenții sunt implicați în activitățile de cercetare generate și organizate de profesori	1	2	3	9
13. Consider că posed aptitudini și capacități necesare pentru a reuși la lecții	1	2	3	9
14. Consider că cunoștințele 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 cunoștințele acumulate	1	2	3	9
17. Zilnic acord cel puțin o oră pentru pregătirea la această disciplină	1	2	3	9
18. Povestesc cunoștilor, prietenilor mei despre cunoștințele 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 corespondență între eforturile pe care le depun în studierea disciplinei și rezultatele pe care le obțin	1	2	3	9
21. Sunt mândru atunci când iau o notă mare fără efort	1	2	3	9
22. Activitățile desfășurate în cadrul cursului nu au nici un sens pentru pregătirea mea	1	2	3	9

**Q9. Cât de des Dvs practicați următoarele activități cu referire la disciplina „Inteligență artificială”?(marcați câte 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
Discuții în afara lucrului individual și a orelor	1	2	3	4	9
Consultații planificate	1	2	3	4	9
Softuri educaționale interactive	1	2	3	4	9

**Q10. Cu referire la disciplina „Inteligență artificială”, în ce măsură sunteți mulțumit de...(marcați pe linie câte un răspuns)**

	În foarte mare măsură	În mare măsură	În mică măsură	Deloc	Dificil de răspuns
Predare	1	2	3	4	9
Desfășurarea orelor de seminar	1	2	3	4	9
Organizarea lucrului individual	1	2	3	4	9
Desfășurarea orelor de laborator	1	2	3	4	9
Evaluare	1	2	3	4	9

**Q11. Ați luat la disciplina „Inteligență artificială” nota la care nu v-ați așteptat? (marcați un singur răspuns)**

Da	1
Nu	2

**Q12. Dacă ați luat nota neașteptată de Dvs, cărui fapt i se datorează? (marcați un singur răspuns)**

Nu m-am pregătit de ajuns	1
Profesorul nu m-a înțeles	2
Nu posed capacitățile necesare	3
Altceva (indicați)	4
Mi-i dificil să răspund	9

**Q13. Pe o scală de la 0 la 10, unde 0-deloc, iar 10 – foarte mult, evaluați softul educațional aplicat la disciplina IA după următoarele criterii:(marcați câte o notă pe linie)**

	Nota
Accesibilitate	
Interactivitate	
Viteza de accesare	
Atractivitatea interfeței	
Claritatea materialului instructiv	
Claritatea itemilor de evaluare	
Gradul de dificultate al itemilor de evaluare	

**Q14. În ce măsură sunt eficiente ...? (marcați 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 rugăm să introduceți mai jos unele informații:

E1. Vârsta:

E2. Anul de studii:

E4. Instituția absolvită:

E3. Sexul	Masculin		Feminin	
	1	2	1	2
Scoala medie			1	
Liceu			2	
Colegiu			3	
Altceva			4	

E5. Nota medie obținută la ultima

E6. Lucrați în domeniul informaticii?

Da	1
Nu	2

## **DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII**

Subsemnata, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctorat sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Marin (Cristei) Maria

Semnătura

Data

## CURRICULUM VITAE

*Nume* Marin  
*Prenume* Maria  
*Data nașterii* 05.08.1978, s.Negrea, r. Hîncești,  
Republica Moldova



### ***Educație și formare:***

2001 – 2011 – studii prin doctorat la specialitatea „Programarea calculatoarelor”, USM.

2000-2001 – studii prin masterat în Informatică, FMI, USM.

1995-2000 – studii de licență în Matematică, Facultatea de Matematică și Informatică, Universitatea de Stat din Moldova

1993-1995 – studii medii, Liceul Teoretic "Ștefan Holban", s. Cărpineni, r. Hîncești.

1985-1993 – studii medii incomplete, școala medie s. Negrea, r. Hîncești.

### ***Stagii (instituție, perioada, calificarea):***

- Cursuri de perfecționare. Inițiere IT și utilizare AeL SIVCO România, organizat de USM, ianuarie 2009, abilitare în utilizarea softurilor educaționale;
- Participare la Seminarul „Evaluarea rezultatelor academice din perspectiva competențelor”, organizat de USM. Mai 2011, instruire pe elementele structurale ale curriculum-ului disciplinar;
- Cursuri de perfecționare. Utilizarea platformei Moodle, cursuri de perfecționare Centrul Formare Continuă, USM ianuarie 2012, abilitare în utilizarea softurilor educaționale;
- Școala de vară „Doctoral Intensive Summer School on Evolutionary Computing in Optimisation and Data Mining”, 18-23 iunie 2012 Universitatea Al. I. Cuza, Iași, România.

***Domenii de interes științific:*** probleme ale matematicii contemporane; implementarea TIC în procesul didactic; didactica informaticii; teoria și metodologia instruirii; grafică pe calculator; animație și modelare computațională; inteligența artificială; teorii ale învățării pe tot parcursul vieții.

### ***Activitatea profesională (instituție/organizație, funcție, perioada de activitate):***

2009-prezent managerul Centrului Fără Bariere pentru copii cu dizabilități de vedere al USM.

2001-prezent, USM, Catedra Tehnologii de Programare, lector universitar;

2000-2001, Liceul ” Spiru Haret” Chișinău, profesor de matematică;

1998-2001, Școala Nr.31 Chișinău, profesor de matematică;

***Participări la proiecte științifice naționale și internaționale:***

- 2017- membru în proiectul „Dezvoltarea sistemelor informatice inteligente orientate pe familii de probleme decizionale cu aplicare în educație și cercetare” din cadrul direcției strategice 50.07 „Materiale, tehnologii și produse inovative”.
- 2007-2008 reprezentantul USM în cadrul proiectului European TEMPUS „Accesul la Universitate pentru persoane cu dizabilități de vedere” implementat de Societatea orbilor și slab văzătorilor din Republica Moldova, Universitatea Karlsruhe din Germania, Universitatea Comenius din Slovacia.
- 2008-prezent membru al Centrului Fără Bariere pentru studenți cu dizabilități de vedere, Facultatea Matematică și Informatică;

***Participări la foruri științifice naționale și internaționale:***

- Conferința științifică internațională BIT+ International conference: Information Technologies 2002, 10-12 april 2002, Chișinău 2002.
- Conferința corpului didactico-științific “Bilanțul activității științifice a USM în anii 2000-2002” Științe fizico-matematice. 30 septembrie - 6 octombrie 2003, Chișinău, 2003.
- Conferința științifică studentască a Facultății de Matematică și Informatică. 20-27 aprilie 2005, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău, 2005.
- Conferința științifică internațională “ Învățământul superior și cercetarea - piloni ai societății bazate pe cunoaștere ” dedicată aniversării 60 ani de la fondarea Universității de Stat din Moldova, 28 septembrie 2006. Științe reale. Chișinău, 2006.
- Conferința științifică națională a masteranzilor și doctoranzilor “Cercetare și Inovare– Perspective de Evoluție și Integrare Europeană” dedicată aniversării 63 ani de la fondarea Universității de Stat din Moldova, Științe reale și exacte. 23 septembrie, Chișinău, 2009.
- Conferința științifică internațională „International conference „Mathematics & Information technologies: Research and education (MITRE-2011)” dedicated to the 65<sup>th</sup> 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. Chișinău, 2011.
- Conferința științifică cu participare internațională consacrată aniversării a 65-a a Universității de Stat din Moldova “Creșterea impactului cercetării și dezvoltarea capacității de inovare“, 21-22 septembrie 2011. Științe sociale. Chișinău, 2011.
- Conferința științifică internațională „The 20<sup>TH</sup> 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 ingineresti. 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 Mathematics & 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. Mateevici, 60, Republica Moldova

Telefoane: 022608580, 069955316 , [E-mail: cristeimusm@yahoo.com](mailto:cristeimusm@yahoo.com)