

UNIVERSITATEA DE STAT DIN TIRASPOL

GLOBA ANGELA

**METODOLOGIA IMPLEMENTĂRII NOILOR
TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE ÎN PROCESUL DE
STUDIERE A DISCIPLINEI UNIVERSITARE
„TEHNICI DE PROGRAMARE”**



CHIȘINĂU, 2018

CZU: 37.016:004
G 62

Coordonator:

Chiriac Liubomir, doctor habilitat în științe fizico - matematice, profesor universitar, Universitatea de Stat din Tiraspol.

Recenzenți:

Gremalschi Anatol, doctor habilitat în științe tehnice, profesor universitar, Institutul de Politici Publice din Moldova;

Mihălache Lilia, doctor în științe pedagogice, conferențiar universitar interimar, Liceul teoretic ”Ion Creangă”, mun. Chișinău.

Globa, Angela.

Metodologia implementării noilor tehnologii informaționale în procesul de studiere a disciplinei universitare „Tehnici de programare” / Globa Angela; coord: Chiriac Liubomir; Univ, de Stat din Tiraspol. – Chișinău: S.N., 2018 (Tipografia UST). – 172 p.: fig.color, tab.

Bibliogr.: p. 141-155 (204 tit.), - 50 ex.

ISBN 978-9975-76-236-6.

37.016:004

G 62

ISBN 978-9975-76-236-6.

©Angela Globa

PREFATĂ

Alfabetizarea digitală a societății începe de la sistemul educațional și un rol important îl au curricula adaptată la necesitățile economiei bazate pe cunoaștere, instruirea cadrelor didactice în implementarea eficientă a TIC în procesul educațional, integrarea TIC în procesul didactic, crearea conținuturilor educaționale digitale, susținerea învățării pe tot parcursul vieții.

Cercetările care țin de dezvoltarea noilor tehnologii didactice iau amploare și devin solicitate de centrele universitare, și nu numai, pentru posibilitatea de a implementa rezultatele investigațiilor în procesul de pregătire a viitorilor profesori de informatică și a specialiștilor în domeniul Tehnologiilor Informaționale (TI) de calificare înaltă. Tendința respectivă a fost stimulată de faptul că, cererea de specialiști în domeniul TI pe piața muncii este în ascensiune, iar lipsa profesioniștilor TI devine din ce în ce mai acută. Programarea este promovată ca o competență importantă ce dezvoltă gândirea logică, creativitatea, capacitatea de rezolvare a problemelor și construiește o înțelegere a principiilor din spatele tehnologiilor digitale.

Astfel, problema fundamentală trasată în fața cadrelor didactice din instituțiile de învățământ superior este: Cum pot fi modificate tehnologiile didactice actuale pentru realizarea benefică a procesului educativ și realizarea obiectivelor: *student* → *student + competențe de programare* → *specialist competitiv*? Putem afirma că, aplicarea TIC în procesul didactic, permite interconectarea celor mai importante concepte ale învățământului modern: centrarea pe instruit; axarea pe competențe; învățarea prin colaborare.

Problematika implementării TIC în procesul didactic este foarte actuală și abordată de mai multe centre universitare din lume cât și de la noi din țară, inclusiv, cercetări vaste în acest domeniu sunt desfășurate și la Universitatea de Stat din Tiraspol, în cadrul căreia autorul a elaborat teza de doctor în pedagogie la Didactica Informaticii. Cercetările efectuate și rezultatele obținute cu privire la determinarea fundamentelor teoretice și metodologice ale eficientizării procesului de studiere a disciplinei universitare *Tehnici de programare* prin intermediul NTI orientat spre procesul de formare inițială a competențelor profesionale ale viitoarelor cadre didactice și specialiști din domeniile Informaticii și Tehnologiilor Informaționale constituie temelia acestei monografii.

Procesul de cercetare, care a durat mai mulți ani, a fost dirijat, foarte eficient, de doctorul habilitat, profesorul universitar Chiriac Liubomir căruia îi aduc cele mai sincere și cordiale mulțumiri pentru profesionalismul de cea mai înaltă calitate, pentru sfaturile înțelepte, ideile utile, pentru sprijinul oferit și pentru enorma răbdare și dăruire de sine.

Un aport esențial în definitivarea acestei cercetări l-au avut: Gremalschi Anatol, doctor habilitat în științe tehnice, profesor universitar, Institutul de Politici Publice din Moldova, Cioban Mitrofan, doctor habilitat în științe fizico-matematice, profesor universitar, academician, Lupu Ilie, doctor habilitat în științe pedagogice, profesor universitar și, nu în ultimul rând, colegii de la catedra Informatică și Tehnologii Informaționale din cadrul Universității de Stat din Tiraspol. Pe această cale, țin să le aduc mulțumiri pentru ajutorul acordat, aprecierea profesională, sugestiile Dumneavoastră, criticile constructive și pentru umărul oferit care mi-au fost de un real folos în cercetarea efectuată.

Autorul

CUPRINS

INTRODUCERE	7
1. ABORDĂRI DIDACTICE MODERNE DE IMPLEMENTARE A TIC ÎN PROCESUL DE STUDIERE A CURSULUI UNIVESITAR „TEHNICI DE PROGRAMARE”	13
1.1. Tendințe și paradigme noi în procesul didactic raportate la TIC	13
1.2. Aspecte didactice privind studierea disciplinei universitare „Tehnici de programare” în alte țări. Studiu comparativ	22
1.3. Evoluția calitativă a procesului de studiere a Informaticii în învățământul universitar și preuniversitar din Republica Moldova.....	33
1.4. Necesitatea reexaminării tehnologiilor didactice utilizate în studierea conceptelor și tehnicilor de programare	41
1.5. Concluzii la capitolul 1	49
2. MODELUL PEDAGOGIC ȘI METODOLOGIA DE INTEGRARE A NOILOR TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE ÎN PROCESUL DIDACTIC LA DISCIPLINA UNIVERSITARĂ „TEHNICI DE PROGRAMARE”	51
2.1. Analiza didactico-istorică de utilizare a TIC în procesul educațional	51
2.2. Elaborarea modelului pedagogic de predare-învățare-evaluare al cursului universitar Tehnici de programare prin implementarea NTI	54
2.3. Metodologia utilizării modelului elaborat	59
2.3.1. <i>Competențe, finalități de studii, principii, strategii didactice dezvoltate și aplicate în formarea inițială a studenților în cadrul cursului universitar Tehnici de programare</i>	<i>59</i>
2.3.2. <i>Aspecte metodologice privind utilizarea tablei interactive în procesul didactic</i>	<i>67</i>
2.3.3. <i>Metode, mijloace și abordări didactice în predarea-învățarea-evalaurea unităților de învățare din cursul universitar Tehnici de programre.....</i>	<i>85</i>
2.4. Concluzii la capitolul 2	103

3. ARGUMENTAREA EXPERIMENTALĂ A EFICIENȚEI MODELULUI PEDAGOGIC ȘI A METODOLOGIEI ELABORATE	105
3.1.Descrierea experimentului pedagogic	105
3.1.1. <i>Experimentul de constatare</i>	105
3.1.2. <i>Experimentul de formare</i>	119
3.2. Analiza statistică a rezultatelor experimentale	122
3.3. Concluzii la capitolul 3	136
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI.....	138
BIBLIOGRAFIE	141
Anexa 1. Chestionarul inițial	156
Anexa 2. Standard curricular la disciplina Tehnici de programare	158
Anexa 3. Model de test pentru evaluarea interactivă.....	161
Anexa 4. Test de evaluare sumativă.....	162
Anexa 5. Test de evaluare finală.....	169

LISTA ABREVIERILOR

TIC – Tehnologii Informaționale și de Comunicație

TICE – Tehnologii Informaționale și de Comunicație în Educație

NTI – Noi Tehnologii Informaționale

TI (IT) – Tehnologii Informaționale

BL – Blended Learning

LCMS – Learning Content Management System

LMS – Learning Management System

FOSS – Free/Open Source Software

MOODLE (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment)

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

UST – Universitatea de Stat din Tiraspol (cu sediul la Chișinău)

USARB – Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

USCH – Universitatea de Stat "Bogdan Petriceicu Hașdeu" din Cahul

UTM – Universitatea Tehnică a Moldovei

USM – Universitatea de Stat din Moldova

UPSC – Universitatea Pedagogică de Stat ”Ion Creangă” din Chișinău

INTRODUCERE

Republica Moldova, la fel ca și Europa, se confruntă cu o creștere a deficienței de competențe în domeniul Tehnologiilor Informaționale și de Comunicație (TIC) și cu un nivel scăzut al alfabetizării digitale. Deși, Republica Moldova a realizat progrese importante în implementarea TIC în societate, cota contribuției sectorului TIC la Produsul Intern Brut ajungând în ultimii ani cca 8-10%, Strategia Națională de dezvoltare a societății informaționale „Moldova Digitală 2020” și Programului național al securității cibernetice a Republicii Moldova propun implementarea mult mai rapidă a TIC pe scară largă în toate sferele economice și educaționale din țara noastră.

Tehnologiile Informaționale și de Comunicație în Educație (TICE) sau informatizarea învățământului, presupune proiectarea, realizarea și asistarea procesului de predare – învățare – evaluare prin integrarea TIC.

În ultimii ani, una din prioritățile politicilor educaționale din toată lumea este integrarea mijloacelor digitale în procesul didactic, motivul esențial fiind deschiderea de noi orizonturi pentru practica educațională: facilitarea proceselor de prezentare a informației, de procesare a acesteia, de construire a cunoașterii.

Scopul de bază al tuturor reformelor din sistemul educațional, inclusiv a politicii educaționale Strategia „Educația 2020” reprezintă orientarea sistemului de învățământ spre formarea și dezvoltarea competențelor. Axându-ne pe principiile europene, dezvoltarea economică a țării este strâns legată de nivelul competențelor în științele reale și tehnologii. În acest caz, se va recurge la adoptarea de noi strategii și tehnologii didactice pentru atingerea scopurilor puse și formarea de competențe propuse.

Analiza programelor de formare inițială în domeniile generale de studii: științe exacte, științe ale educației, tehnologii, inginerie și activități inginerești propuse de cele mai prestigioase universități din lume și de mai multe universități din țară: Universitatea de Stat din Tiraspol (UST), Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți (USARB), Universitatea de Stat "Bogdan Petriceicu Hașdeu" din Cahul (USCH), Universitatea de Stat din Moldova (USM), Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM), Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă" din Chișinău (UPSC), privind includerea tehnicilor de programare ca disciplină de studii accentuează, repetat, importanța majoră în formarea inițială a specialiștilor de calificare înaltă în domeniul programării.

Cercetătorii din întreaga lume: Bates A., Sangrà A., Karlsson G., Granberg C., Mukama E., Rutkauskiene D., Huet I., Schreurs J., Bonk C., Graham C., Schreier U., Arnold O., Fujima J., Jantke K.P., Tanaka Y., Dias M.C., Bezerra L.C.,

Morais D., Gabi C.F., Perkusich A., Pombo L., Batista J., Morais N.-S., Pinto M., Wastiau P., Fong J., Kwan R., Wang F., Karagiannidis C., Politis P., Karasavvidis I. și alții, și-au orientat cercetările sale pe principalii piloni ai sistemului de învățământ contemporan: dezvoltarea curriculei axată pe cel instruit; utilizarea TIC în procesul didactic din instituțiile de învățământ superior; centrarea resurselor pe formarea cadrelor didactice din învățământul superior în contextul integrării TIC în educație; abordarea strategiilor de instruire interactive.

În contextul respectiv cercetătorii Jugureanu R., Marcu V., Marinescu M., Holotescu M.-C., Noveanu G., Vlădoiu D., Timiș I. și alții, au constatat că utilizarea TIC în procesul didactic încurajează inovația didactică și contribuie la modernizarea acestui proces; utilizarea instrumentelor informatice în procesul didactic favorizează învățarea interactivă. Apariția de noi tehnologii ale informației și de comunicație, dezvoltarea teoriilor pedagogice și psihologice, orientează instruiții și cadrele didactice să se conformeze la aceste schimbări susține profesorul Vlada M. Istrate O. menționează că, noile tehnologii informaționale favorizează dezvoltarea practicilor inovative, constituind un model și un catalizator de schimbare pentru toate componentele sistemului de învățământ.

Problema integrării pe scară largă a tehnologiilor informaționale în sistemul educațional s-a aflat și în vizorul pedagogilor din Federația Rusă. Un aport esențial în instruirea bazată pe TIC și-au adus cercetătorii: Цветков В. Я., Васютинская С.Ю., Павлов А.И., Андреев А.А. și Ожерельева Т.А., Белоозеров В. Н., Башмаков А.И., Старых В.А., Пономарёв А.К., Пронин А.В., Кузнецов А.Ю., Карасёв А. А., Ушанов М. А., Шибаниц В. Г., Бутко Е.Я.

Studierea problemelor didactice legate de tehnologizarea procesului educativ au fost oglindite în activitatea cercetătorilor: Ершов А.П., Монахов В.М.; din punct de vedere metodic: Гершунский Б.С., Беспалько В.П.; din punct de vedere psihologic: Талызина Н.Ф. și alții.

În Republica Moldova, problematica implementării TIC în procesul didactic a fost studiată și scoasă în evidență într-un șir de publicații științifico-didactice de autorii: Gremalschi A., Cabac V., Chiriac L., Lupu I., Braicov A., Mihălache L., Pavel M., Deinego N., Negară C., Corlat S. și alții.

Aplicarea Noilor Tehnologii Informaționale (NTI) în context educațional modifică considerabil strategiile didactice. Mai multe studii realizate de diverse instituții internaționale au confirmat faptul că, implementarea mijloacelor vizuale în procesul didactic facilitează capacitatea de învățare. Un instrument, relativ nou, pe piața mondială și națională, este tabla interactivă, pe care cadrele didactice o pot aplica pentru eficientizarea procesului didactic.

Cercetări cu privire la rolul și importanța tablei interactive în procesul didactic preuniversitar și universitar au fost efectuate de mai mulți cercetători pe mai multe dimensiuni: (1) rolul tablei interactive în îmbunătățirea actului didactic - Gruber B., Thomas M., Schmid E.C., Öz H.; (2) contribuția tablei interactive în conexiune cu creșterea interesului studenților, memorizarea materialului, achiziționarea activă a noilor cunoștințe – cercetătorii Палкин Е.В., Никончук А.В., Гришин К.М., Лебедихин В.В.; (3) percepția cadrelor didactice și a studenților în raport cu aplicarea tablei interactive în activitatea didactică - Isman A., Abanmy F. A., Hussein H. B., Al Saadany M. A., Gashan A.K. și Alshumaimeri Y.A., Essig D.; (4) interacțiunea dintre instruiți, centrarea pe student, rolului profesorului - Jang S.J., Tsai M.F., Kershner R., Mercer N., Warwick P., Kleine, J.S., Baran B., Celik S.; (5) sporirea productivității muncii - КАЛИТИН С.В., Горюнова М.А., Телегина И.В., Янченко М. С., Ермолаева В. В.; (6) dezvoltarea gândirii critice a instruiților, motivația, performanța - Syh-Jong J.; (7) modalități, beneficii, obstacole etc., în implementarea tablei interactive în învățământul superior - Demirli C., Türel, Y.K., Mathews-Aydinli J., Elaziz F., Zastînceanu L., Evdochimov R., Popov L., Măță L., Lazăr Iu., Lazăr G. În Republica Moldova sunt mai puțin examinate etapele de integrare a tablei interactive în procesul didactic, atât la nivel teoretic cât și practic. Procesul respectiv este studiat din punct de vedere teoretic și aplicat nemijlocit în practică de unele cadre didactice universitare inovatoare, mizând, în primul rând, pe propria experiență în domeniu.

Ca consecință a sudierii literaturii de specialitate, a noilor cerințe înaintate de angajatorii din domeniul educației, tehnologiilor, ingineriei etc. față de viitorii specialiști de informatică sau specialiști în domeniul programării se constată gradul de importanță pentru implementarea noilor tehnologii informaționale în studierea tehnicilor de programare. Luând în considerație cele elucidate mai sus au fost scoase în evidență următoarele *contradicții*:

1. NTI au o dinamică și un ritm de dezvoltare cu mult mai intens comparativ cu fundamentarea didactică și implementarea lor în procesul de predare-învățare-evaluare a disciplinelor informatice, inclusiv disciplina *Tehnici de programare*;
2. Cerințele existente pe piața muncii în raport cu viitorii profesori de informatică și specialiști în programare și nivelul de pregătire al studenților din instituțiile de învățământ superior, la disciplina *Tehnici de programare*;
3. Complexitatea cerințelor de studiere și însușire a noilor tehnologii informaționale și de comunicare în raport cu competențele și abilitățile profesionale ale profesorilor aplicate în procesul didactic.

Contradicțiile punctate mai sus au permis formularea următoarei **probleme de cercetare** ce constituie esența acestei lucrări și rezidă în: determinarea fundamentelor teoretice și metodologice ale eficientizării procesului de studiere a disciplinei universitare *Tehnici de programare* prin intermediul NTI în cadrul formării inițiale a viitoarelor cadre didactice și specialiști din domeniile Informaticii și Tehnologiilor Informaționale orientat spre dezvoltarea competențelor profesionale. **Scopul cercetării** s-a rezumat la fundamentarea teoretică și elaborarea unui model pedagogic de predare-învățare-evaluare a cursului universitar *Tehnici de programare* prin intermediul NTI.

În cadrul cercetării efectuate, pentru rezolvarea problemei științifice formulate și pentru atingerea scopului cercetării, au fost realizate o serie de obiective:

1. au fost analizate avantajele oferite de NTI și argumentată utilitatea implementării noilor tehnologii informaționale în aria didactică universitară;
2. s-a elaborat modelului pedagogic axat pe implementarea NTI în procesul didactic fiind ajustat pe modelul cursului universitar *Tehnici de programare*;
3. s-au argumentat reperele metodologice de utilizare a modelului pedagogic în studierea disciplinei universitare *Tehnici de programare*;
4. a fost perfecționat complexul instructiv-metodic la disciplina universitară *Tehnici de programare* cu implementarea NTI;
5. s-a validat prin experiment pedagogic eficiența modelului pedagogic elaborat și a fost optimizat procesul instructiv prin valorificarea NTI în procesul de studiu a cursului universitar *Tehnici de programare*.

Noutatea științifică a rezultatelor cercetării constă în fundamentarea conceptuală a modelului pedagogic de proiectare și realizare a cursului universitar *Tehnici de programare* prin implementarea NTI.

Importanța teoretică a lucrării constă în studierea efectului produs de noile tehnologii informaționale aplicate în procesul didactic a cursului universitar *Tehnici de programare* asupra formării inițiale a viitorilor profesori de informatică și specialiști în domeniul programării sub aspectul multifuncționalității NTI: ca instrumente de predare, ca instrumente de învățare, ca instrumente de evaluare; determinarea aspectelor teoretico-metodologice privind elaborarea unui model pedagogic de predare-învățare-evaluare a disciplinei universitare *Tehnici de programare*; lărgirea arsenalului de mijloace și metode de formare/dezvoltare a competențelor profesionale în cadrul studierii disciplinelor informatice.

Valoarea aplicativă a lucrării este determinată de aprobarea cu succes și aplicarea în procesul didactic a modelului pedagogic elaborat pentru predarea – învățarea - evaluarea cursului universitar *Tehnici de programare* prin

implementarea NTI. Modelul pedagogic elaborat poate fi utilizat și în cadrul formării inițiale a viitoarelor cadre didactice și specialiști din domeniile Informaticii și TI la diverse discipline informatice cât și în procesul de instruire în instituțiile de învățământ mediu și de specialitate la disciplina Informatica.

Aprobarea rezultatelor cercetării s-a realizat în concordanță cu fazele fundamentale ale cercetării, adică în decursul realizării sarcinilor teoretice și experimentale propuse de autor. Principalele rezultate ale cercetării au fost prezentate, discutate și aprobate la ședințele catedrelor Informatică și Tehnologii Informaționale și Didactica Matematicii, Fizicii și Informaticii din cadrul Universității de Stat din Tiraspol; în cadrul cursurilor de formare continuă a profesorilor universitari de la facultatea Biologie și Chimie și în cadrul cursurilor de formare continuă a profesorilor școlari de matematică privind implementarea tablei interactive în procesul didactic. O altă formă de aprobare a rezultatelor cercetării a fost participarea cu comunicări la conferințele științifice naționale și internaționale.

Sumarul compartimentelor lucrării

Capitolul 1, „Abordări didactice moderne de implementare a TIC în procesul de studiere a cursului univesitar *Tehnici de programare*” structurat în cinci paragrafe, este dedicat studierii și analizei literaturii de specialitate atât din perspectiva implementării TIC în procesul didactic cât și a noilor tendințe și paradigme educaționale integrate în procesul didactic raportate la TIC. Au fost punctate un șir de facilități aduse de integrarea TIC în procesul de studii, atât profesorilor cât și studenților. Studiul comparativ, efectuat de autor, cu privire la unele aspecte didactice privind studierea tehnicilor de programare în alte țări, a permis evidențierea strategiilor și tehnologiilor didactice moderne adoptate de cele mai prestigioase universități din lume în domeniul științe exacte și științe ale educației. La fel, au fost reliefate etapele includerii tehnicilor de programare în învățământul universitar și preuniversitar din Republica Moldova. Studiarea literaturii și analiza situației în domeniu a permis identificarea contradicțiilor și a demonstrat necesitatea reexaminării tehnologiilor didactice aplicate în studierea cursului universitar *Tehnici de programare*.

În Capitolul 2, ”Modelul pedagogic și metodologia de integrare a noilor tehnologii informaționale în procesul didactic la disciplina universitară *Tehnici de programare*”, este efectuată o analiză comparativă, din perspectivă didactico-istorică, de utilizare a TIC în procesul de predare-învățare-evaluare a tehnicilor de programare. Esența capitolului 2 o constituie elaborarea și fundamentarea teoretică a modelului pedagogic de studiere a disciplinei universitare *Tehnici de programare* prin implementarea NTI și a metodologiei de realizare a lui. Sunt conturate

aspectele metodologice privind utilizarea tablei interactive, sistemelor de testare interactivă în procesul de studiere a cursului universitar *Tehnici de programare*.

În Capitolul 3, „Argumentarea experimentală a eficienței modelului și a metodologiei elaborate”, este descrisă proiectarea și desfășurarea experimentului pedagogic; este efectuată analiza statistică a rezultatelor experimentului pedagogic prin utilizarea aplicațiilor SPSS și MS Excel. Pentru demonstrarea ipotezelor de cercetare au fost aplicate testul parametric *t*-Student și testul neparametric (*U*) Mann –Whitney. Au fost calculați indicii de asimetrie Fisher, mărimea efectului și aplicate testele de contrast polinomiale pentru a determina tendința grupurilor cercetate. La finele fiecărui capitol sunt prezentate concluziile de bază.

Lucrarea este destinată cadrelor didactice din învățământul universitar care realizează formarea inițială a viitoarelor cadre didactice și specialiști din domeniile Informaticii și Tehnologiilor Informaționale orientat spre dezvoltarea competențelor profesionale; cadrelor didactice preuniversitare; studenților, masteranzilor în scopul ulterioarei aplicări a metodologiei propuse în activitatea didactică pe care o vor desfășura; cercetătorilor din domeniul didacticii științelor reale și tuturor celor concentrați asupra problematicei implementării NTI în procesul didactic.

1. ABORDĂRI DIDACTICE MODERNE DE IMPLEMENTARE A TIC ÎN PROCESUL DE STUDIERE A CURSULUI UNIVESITAR „TEHNICI DE PROGRAMARE”

1.1. Tendințe și paradigme noi în procesul didactic raportate la TIC

În prezent în sistemul de educație din întreaga lume sunt implementate tot mai multe inovații tehnice și electronice și, în primul rând, sunt utilizate în procesul didactic tehnologii informaționale de ultimă oră care, practic, odată la 3 - 5 ani, se modifică conceptual și oferă avantaje uimitoare pentru învățământ. Acest ritm excepțional al progresului tehnico-științific implică, evident, și schimbări în procesul didactic atât în învățământul preuniversitar cât și în învățământul universitar. Astfel, practica educațională a fost completată cu metode didactice moderne, metode specifice unei societăți informaționale. Aceste metode presupun utilizarea unei abordări orientate mai mult pe instruit în raport cu procesul educațional.

Tehnologiile Informaționale și de Comunicație (TIC) reprezintă un ansamblu de instrumente și resurse tehnologice digitale utilizate pentru a comunica, crea, difuza, stoca și gestiona informația. Tehnologiile sunt bazate pe calculatoare, echipamente periferice digitale, transmiterea datelor pe bandă largă, Internet.

Noile Tehnologii Informaționale (NTI) este sintagma care desemnează noi forme de comunicare și transmitere a informației, instrumente de prezentare multimedia etc., care permit un grad ridicat de interactivitate [1, p.9; 2, p.1-2; 3]. Conform noului dicționar de termeni și concepte metodologice [4, p.162], prin Noi Tehnologii Informaționale înțelegem tehnologia informației, bazată pe echipamente informatice și de telecomunicații (vezi Mijloacele de NTI [4, p.291]). NTI în educație reprezintă complexe de tehnologii bazate pe introducerea calculatoarelor personale în educație și autoeducație [5, p.134].

NTI nu sunt simple tehnologii, ci combinații de hardware, software, suporturi și sisteme de distribuție, într-o continuă evoluție. NTI se deosebesc de tehnologiile anterioare prin mai multe aspecte importante, și anume: (1) aptitudinea de integrare a instrumentelor multiple într-o singură aplicație; (2) posibilitatea de a stăpâni și îmbogăți mediul informațional; (3) flexibilitatea utilizării, mai ales în situația restricțiilor de timp și spațiu; (4) interactivitate; (5) conectivitatea, adică posibilitatea oferită instruiților, oriunde pe glob, de a dispune de o conexiune la Internet și de a accesa resursele web.

Utilizate inițial destul de haotic, însă, cu scopul de a dezvolta un mediu electronic pentru flexibilitatea educației, TIC oferă posibilitatea îmbunătățirii semnificative a procesului educațional. În prezent, aplicarea pe larg a TIC a devenit

o alternativă solidă la metodele didactice tradiționale, astfel că au fost implementate de multe dintre instituțiile de învățământ, mai ales datorită avantajelor oferite și de posibilitatea învățării continue.

TIC este al patrulea dintre cei 16 indicatori ai Comisiei Europene pentru măsurarea calității și performanței instituțiilor de învățământ [6, p.23-25].

Sistemului actual de învățământ din Republica Moldova trece printr-o modernizare continuă și este orientat spre intrarea în spațiul informațional - educativ mondial. Procesul în cauză dictează modificări esențiale ale procesului instructiv - educativ, modificând conținutul tehnologiilor de învățare, formele de organizare a procesului didactic, astfel încât instruiții să se integreze armonios în societatea informațională. TIC devin parte componentă activă a procesului de studii, contribuind considerabil la eficacitatea lui.

O prioritate a politicilor educaționale din toată lumea, în ultimele două decenii, a devenit integrarea mijloacelor digitale în procesul didactic (predare-învățare-evaluare) întrucât se deschid noi orizonturi pentru practica educațională și, anume: facilitarea proceselor de prezentare a informației, de procesare a acesteia de către student, de construire a cunoașterii [7].

Apare necesitatea acută de transformare a rolului profesorului din învățământul superior din transmitător al informației în mentor al învățării și regândirea propriei misiuni, reformularea: scopului, informațiilor, resurselor, strategiilor etc., care să-i permită studentului să-și construiască și să-și dezvolte cunoașterea prin implementarea TIC.

Cercetătorii australieni Wills Sandra (Charles Sturt University) și Alexander Shirley (University of Technology Sydney) în lucrarea „Managing the introduction of technology in teaching and learning” menționează că „...tehnologia, prin ea însăși, nu modifică și nu îmbunătățește predarea și învățarea. Cheia pentru introducerea cu succes a tehnologiei în predare și în învățare constă în acordarea unei atenții sporite, managementului proceselor, strategiei, structurii și, mai ales, rolurilor și deprinderilor” [8].

Proiectarea curriculei bazată pe o abordare centrată pe student, utilizarea NTI (e-learning, învățământ la distanță) în contextul predării și învățării în instituțiile de învățământ superior, formarea cadrelor didactice din învățământul superior în domeniul implementării TIC în educație, abordarea strategiilor de instruire interactivă este o prioritate pentru cercetătorii din întreaga lume: Bates A., Sangrà A. (Anglia) [9], Karlsson G. [10], Granberg C. [11], Mukama E. [12] (Suedia), Rutkauskiene D. (Lithuania), Huet I. (Portugalia), Schreurs J. (Belgia) [13], Bonk C., Graham C. (SUA) [14], Schreier U., Reusch M., Hüffmeyer M., Belzer D. (Germania) [15], Arnold O., Fujima J., Tanaka Y. (Japonia) [16], Dias M.C.,

Bezerra L.C., Morais D., Gabi C.F., Perkusich A. (Brazilia) [17], portughezii Pombo L. și Batista J. (Universitatea din Aveiro), Morais N.-S. (Școala Superioară de educație, Viseu), Pinto M. (Universitatea din Porto) [18], Wastiau P. (Franța) [19], Fong J., Kwan R., Wang F. (China) [20], Karagiannidis C., Politis P., Karasavvidis I. (Grecia) [21].

Profesorul Vlada M., Universitatea din București, România, subliniază că, pentru a obține evoluție și eficiență în viața sa, omul trebuie să se adapteze continuu la schimbările cunoașterii. În domeniul educației, și în special al învățării și perfecționării, apariția de noi tehnologii ale informației și comunicațiilor, îmbunătățirea teoriilor pedagogice și psihologice, obligă instruiții, profesori, specialiștii în domeniu, să se adapteze la aceste schimbări [22]. Profesorii români, Vlada M. împreună cu Jugureanu R. (SIVCO, România), scot în evidență aspectele conținuturilor educaționale electronice, care „trebuie să-l determine pe instruit să-și creeze propria cunoaștere prin experiment și nu prin învățarea pe dinafară a unui text” [23]. Puncte de vedere cu privire la implementarea TIC în educație au exprimat cercetătorii Marcu V. și Marinescu M. (Universitatea din Oradea, România) [24], Holotescu M.-C. (Universitatea Politehnică, Timișoara, România) [25], Noveanu G.-N., Vlădoiu D. [26] etc. Timiș I. [27], efectuând un sondaj în școlile românești, a constatat că utilizarea TIC în procesul didactic încurajează inovația didactică și contribuie la modernizarea acestui proces, utilizarea instrumentelor informatice în procesul didactic favorizează învățarea interactivă. Istrate O. [28] menționează că, noile tehnologii pentru educație crează o platformă solidă pentru implementarea unor practici inovative și contribuie substanțial la schimbări majore în sistemul de învățământ.

Un interes crescând în știința pedagogică rusă din ultimul deceniu a avut problema utilizării pe scară largă a TICE. O contribuție importantă în instruirea bazată pe TIC au adus cercetătorii: Цветков В. Я. [29], Васютинская С.Ю. [30], Павлов А.И. [31], Андреев А.А. și Ожерельева Т.А. [32], Белоозеров В. Н., Башмаков А. И. [33], Пономарёв А.К., Пронин А.В., Старых В.А., Тихонов А.Н. [34], Кузнецов А.Ю., Карасёв А. А., Ушанов М. А. [35], Шебаниц В. Г. [36], Бутко Е.Я.[37]. Diverse probleme didactice legate de tehnologizarea procesului educativ sunt reflectate în activitatea cercetătorilor Ершов А.П., Моначов В.М. [38,39]; din punct de vedere metodic: Гершунский Б.С. [40], Беспалько В.П. [41]; din punct de vedere psihologic: Талызина Н.Ф. [42].

Problematica implementării TIC în procesul didactic, la noi în țară, a fost studiat de personalități notorii ca Gremalschi A. [43], Cabac V. [44], Chiriac L.[45], Lupu I. [46], Braicov A. [1] ș.a. împreună cu discipolii săi: Mihălache L. [47], Pavel M. [48], Deinego N. [49], Negară C. [46], Corlat S. [1], ș.a.

Necesitatea învățământului asistat de TIC este o realitate fiind susținută și de studiile în domeniu, care arată că, în momentul în care subiecții se bucură de o experiență de învățare interactivă, aceștia rețin 75% din informații, în timp ce doar 20% dintre informații sunt reținute atunci când suportul de învățare este tradițional (figura 1.1).

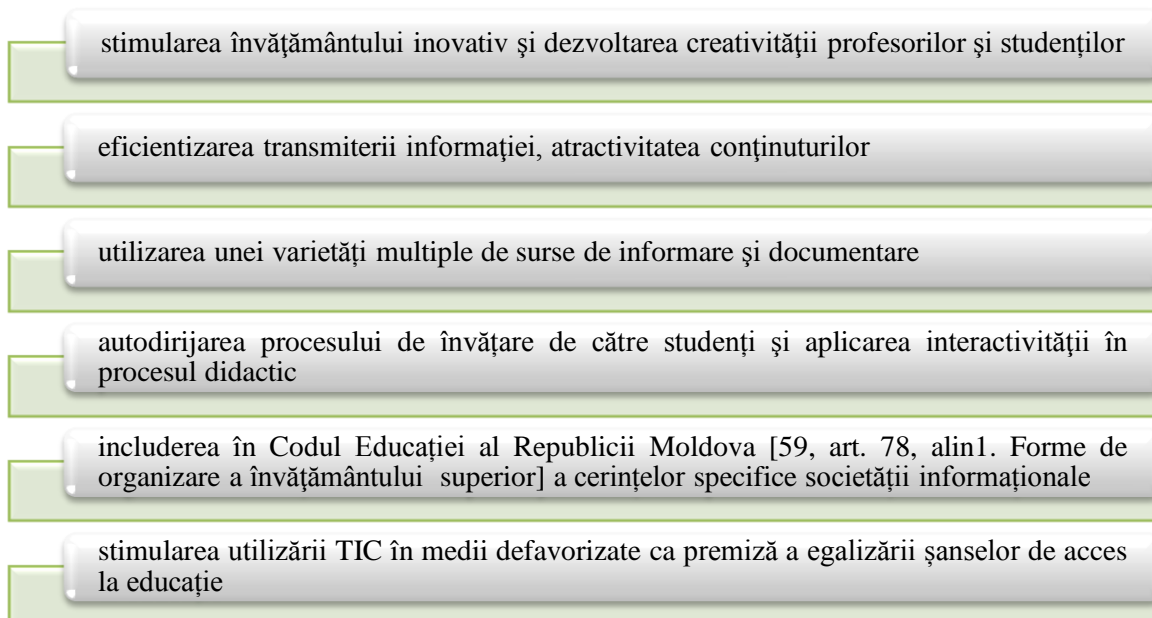


Fig.1.1. Argumente în favoarea utilizării TIC în procesul didactic

Integrarea TIC în procesul de studii aduce un șir de facilități atât profesorilor cât și studenților (figura 1.2).

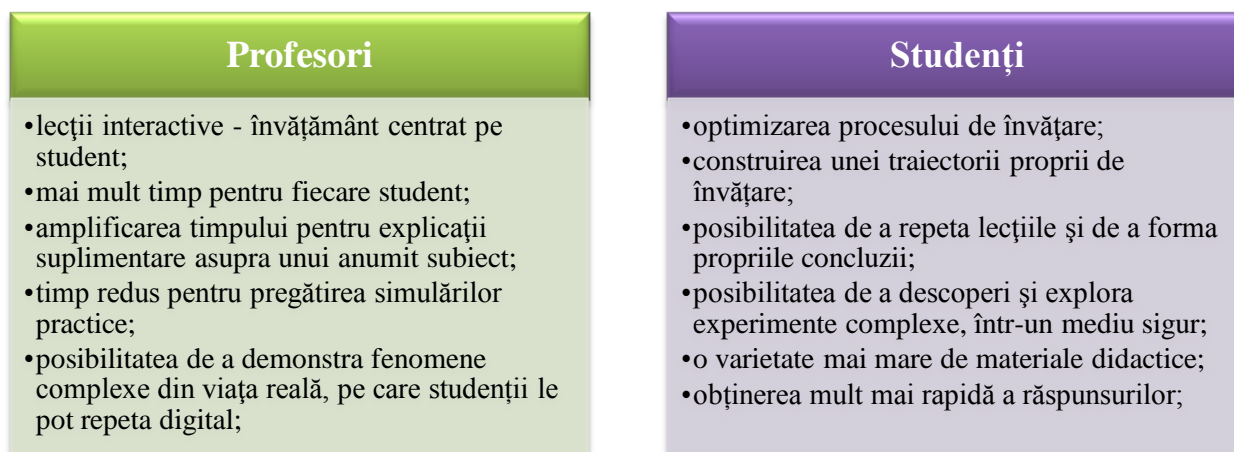


Fig.1.2. Avantaje ale utilizării TIC în procesul de studii: profesor – student

Potențialul NTI trebuie să fie valorificat mai mult în câteva direcții prioritare în care aceste instrumente încep să-și dovedească valoarea: de a crește calitatea educației [50], de a facilita trecerea la modelul de instruire centrat pe student, de a susține o abordare pedagogică în proiectarea lecțiilor, de a spori eficiența situațiilor educative [50], de a facilita acțiunile de evaluare continuă- formativă, de îmbunătățire a managementului școlar [51,52] etc.

Țara noastră se află, în prezent, la etapa de implementare a TIC pe scară largă, adică realizarea prevederilor Strategiei Naționale de dezvoltare a societății informaționale „Moldova Digitală 2020” și a Programului național al securității cibernetice a Republicii Moldova [53]. Aceste documente au fost elaborate în conformitate cu prevederile Acordului de Asociere Republica Moldova - Uniunea Europeană (UE), a Convenției Consiliului Europei privind criminalitatea informatică, a Strategiei securității cibernetice a UE și a Recomandărilor Uniunii Internaționale a Telecomunicațiilor referitoare la asigurarea securității cibernetice a rețelelor de comunicații electronice și încă a unui vast șir de surse [53, anexa 2].

Procesul respectiv este gestionat de o serie de instituții publice din republică: Ministerul Tehnologiei Informației și Comunicațiilor, Ministerul Educației, Agenția Națională pentru Reglementare în Comunicații Electronice și Tehnologia Informației, Centrul de Guvernare Electronică, Centrul Tehnologiilor Informaționale și Comunicaționale în Educație.

Un alt argument important privind implementarea NTI ține de remunerarea locurilor de muncă, atât la nivel național [54] cât și internațional care, în contextul respectiv, are conexiune directă cu următoarele specialități solicitate în câmpul muncii: programator, specialist IT, hacker etc, inginer – programator, operator, administrator de rețea etc. Trebuie menționat faptul că, se înregistrează o creștere semnificativă a numărului de fete care merg spre matematică și IT - inginerie.

Învățământul asistat de calculator (CBL – Computer Based Learning) este învățământul completat cu ajutorul unei game de tehnici și metode de utilizare a sistemelor informatice ca unelte pedagogice integrate unui context educativ. Proiectarea instruirii asistate de calculator include în sine un întreg proces: analiza necesarului de deprinderi, cunoștințe; analiza obiectivelor învățării; conceperea unui sistem de transfer și de livrare a noilor cunoștințe.

Termenul de *instruirea bazată pe tehnologie* este, în sine, un termen destul de larg. Astfel, el se referă la diversele forme de instruire cu implicarea altor medii înafară de sala de curs tradițională.

Instruirea online se referă la procesul de instruire care se realizează prin utilizarea unui calculator conectat la rețeaua Internet, iar conținuturile educaționale pot fi sub forma unei lecții tradiționale sau a unei sesiuni de lucru în colaborare cu colegii, realizată cu ajutorul tehnologiilor de comunicație. Suporturile educaționale se pot prezenta sub formă de grafice, text, materiale video, audio.

Instruirea bazată pe Web (WBL – Web-Based Learning) și-a propus transformarea spațiului WWW într-un veritabil „vehicul pentru instruire”, diversele materiale educaționale utilizate fiind accesibile online: instrumente software

dedicate instruirii, materiale didactice, manuale electronice, legături spre alte surse educaționale. WBL poate fi condusă de instructor sau bazată pe calculator.

Predarea pe Internet (WBT – Web-Based Teaching) a permis extinderea învățământului online prin organizarea unor grupe de studenți ghidați de către un instructor (profesor, mentor), înglobând și o serie de modalități de comunicare între ei: e-mail, chat, forum, videoconferințe etc. [55].

Instruirea combinată (Blended Learning) este forma de instruire în care metodele tradiționale de instruire sunt combinate cu cele care utilizează tehnologia.

Termenul de *Blended Learning* (BL) a fost lansat la sfârșitul sec. al XX-lea. Una dintre cele mai vechi referințe la conceptul respectiv apare într-un comunicat de presă din anul 1999 al Interactive Learning Centers. În anul 2006, C.J. Bonk și C.R. Graham publică primul „Manual de Blended Learning” [14]. Autorii definesc sistemul de învățământ BL ca fiind unul care „combină interacțiunea directă dintre profesori și studenți cu instruirea asistată de calculator”, „alegerea” oferită utilizatorilor (profesori, studenți) constituind ideea centrală a acestuia. Astfel, profesorii sunt favorizați să aleagă cele mai bune metode de predare, în concordanță cu stilul de învățare al studenților, ceea ce conduce la realizarea unui învățământ centrat pe student.

Veriga puternică a unui sistem de tip BL este motivația studenților. Conform modelului propus de B. Zimmerman [56], inițiativa, aptitudinile de planificare a procesului de învățare, setarea de obiective, completarea cerințelor și evaluarea reprezintă cheia de bază a motivației de a învăța. Modelul lui Malone și Lepper [57] prezintă factorii ce influențează motivația: provocarea, curiozitatea, imaginația, competiția, cooperarea, aprecierea.

Un *Sistem pentru managementul conținutului învățării* (LCMS – Learning Content Management System) este un sistem software care asigură organizarea și gestionarea cursurilor electronice și a instruițiilor. De asemenea, permite administrarea și realizarea de conținuturi. LCMS-urile sunt echipate cu sisteme vaste de drepturi și funcții de redactare, funcții de autori etc.

Sistemul pentru managementul învățării (LMS – Learning Management System) la fel, este un sistem software ce permite organizarea instruirii online, prin înregistrarea întregului proces de învățământ, înregistrarea rezultatelor instruițiilor la teste, prin parcurgerea întregului material educațional de transmis.

E-learning-ul reprezintă interacțiunea dintre procesul de predare – învățare - evaluare și TIC, acoperind un spectru larg de activități, de la învățământul asistat de calculator până la învățământul desfășurat în întregime în manieră online [55]. Un *sistem de e-learning* constă în planificarea procesului didactic, organizat de o instituție de învățământ ce oferă resurse educaționale stocate pe medii electronice

într-o ordine secvențială și logică pentru a fi asimilate de instruiți într-un ritm propriu, fără a fi obligați la activități sincrone. Scopul educației și formării orientate pe TIC nu este de a substitui modurile tradiționale de instruire, ci de a le completa în scopul maximizării randamentului acestora.

Un număr impunător de universități și centre de învățământ aplică instrumentele oferite de e-learning pentru a contribui la îmbunătățirea sistemului tradițional de învățământ. Dacă sunt corect gestionate, acest tip de complementaritate, învățare reciprocă, valorifică și multiplică gama de activități de învățare. Studenții colaborează cu colegii lor, în descoperirea, explorarea și clarificarea cunoștințelor. Astfel, relația *student – idei - conținut* nu este limitată doar la interacțiunea cu profesorii lor. În concluzie, e-learning-ul implică instruiții într-un mediu de învățare proactiv [1].

Termenii cel mai des utilizați în domeniul învățământului bazat pe TIC pot fi clasificați în opt clase fundamentale: clasa Calculator (C), clasa Internet (I), clasa Tehnologie (T), clasa Distanță (D), clasa Online (O), clasa Web (W), clasa Electronic (E), clasa Resurse (R), în care conceptele educaționale folosite sunt: instruire, învățare, predare, educație. Clasele formate diferă una de alta prin tehnologia care este utilizată pentru susținerea sau gestionarea procesului de instruire. Cu toate acestea, diferența dintre termenii în cadrul claselor "C", "I", "R", "T" și "W" este stabilită prin rolul acestei tehnologii în procesul de învățare [58]. Relațiile dintre clasele descrise mai sus sunt reprezentate în figura 1.3.

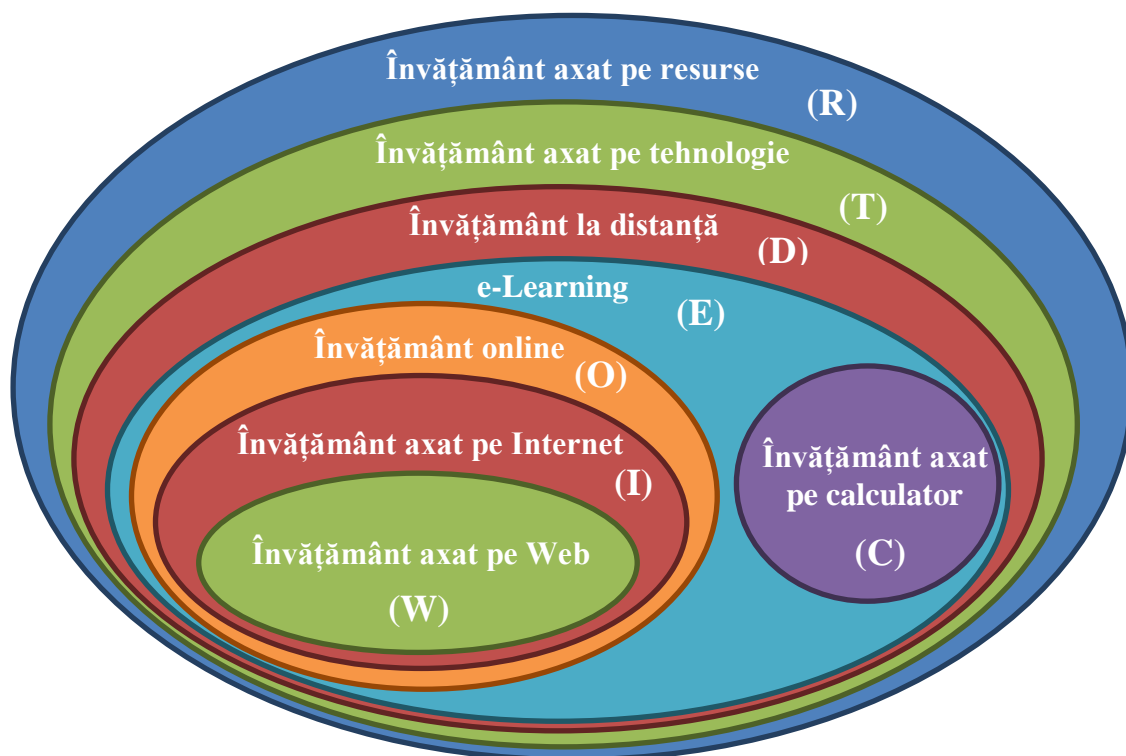


Fig.1.3. Relațiile dintre clasele Calculator, Internet, Tehnologie, Distanță, Online, Web, Electronic, Resurse

Ultimile două decenii sunt marcate de contribuția importantă asupra modului în care este conceptualizată, utilizată și dezvoltată TIC în raport cu promovarea paradigmei Free/Open Source Software (FOSS).

Free software nu este o noțiune nouă. Inițial, calculatoarele au fost incluse în mediul academic ca unelte de cercetare, iar aplicațiile software erau distribuite liber. Înființarea în 1984 a Free Software Foundation (FSF) de către Richard Stallman, a modificat filosofia de dezvoltare a aplicațiilor. O aplicație free era caracterizată de libertatea acordată utilizatorilor săi de a o utiliza, copia, distribui, studia, modifica și îmbunătăți și nu de preț.

Eric S. Raymond, Linus Torvalds și Bruce Perens în 1998, lansează conceptul Open Source Software, care implică atât libertatea cât și lipsa prețului. Un proiect open source trebuie să respecte o serie de reguli de design, transparență și deschidere [55].

Utilizarea TICE implică costuri suficient de mari legate de infrastructura de comunicare, echipamente de calcul și de rețea, pe când aplicarea FOSS elimină substanțial aceste neajunsuri. S-a constatat faptul că, absolvenții instituțiilor de învățământ tind să aplice aceleași tehnologii cu care s-au întâlnit în timpul studiilor. Având o filosofie deschisă, se promovează spiritul academic deschis spre cunoaștere și diseminare. Aplicând FOSS se subminează esențial pirateria software atât la nivel de instituție cât și la nivel de individ. Inițial produsele FOSS sunt create în limba engleză, însă pot fi adaptate în orice limbă fără a implica dezvoltatorul original. Astfel, avantajele imlementării FOSS în mediul educațional sunt reflectate în figura 1.4.

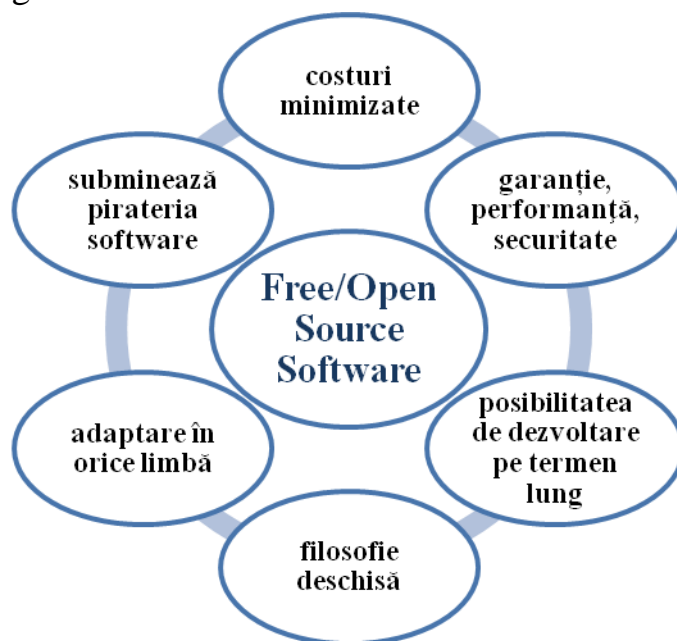


Fig.1.4. Avantajele utilizării FOSS în educație

Printre cele mai frecvent utilizate platforme de e-learning open source pot fi menționate: Moodle, Claroline, Atutor, LogiCampus etc.

Învățământul la distanță este forma de învățământ instituționalizată la începutul secolului XX și sprijinită inițial pe facilitățile de comunicare oferite prin intermediul poștei, telefonului, iar apoi al televiziunii. Anul 1900 este considerat anul instituționalizării (legalizării) învățământului la distanță prin înființarea la University of Chicago a departamentului de predare prin corespondență. În Europa, acest sistem de învățământ ajunge prin 1939, când în Franța se crează Centrul Național de Învățământ la Distanță. În anul 1969 se înființează Open University din Marea Britanie - una dintre cele mai prestigioase instituții de învățământ la distanță din lume, la momentul actual, care oferă o bogată documentație în așa domenii ca chimie, geologie, muzică, economie ș.a.

În sistemul de învățământ din Republica Moldova învățământul la distanță a fost legalizat prin adoptarea în 2014 a Codului Educației [59, art.8]. Factorii principali care definesc învățământul la distanță sunt: materialele cursului sunt dinamice, perfecționate continuu; adaptarea la stilul de învățare al studenților; construirea procesului de învățare în echipă cu studenții; desfășurarea online a cursurilor, asincron; comunități de învățare, colaborare în învățare; profesorul are rolul de manager, ghid, mentor.

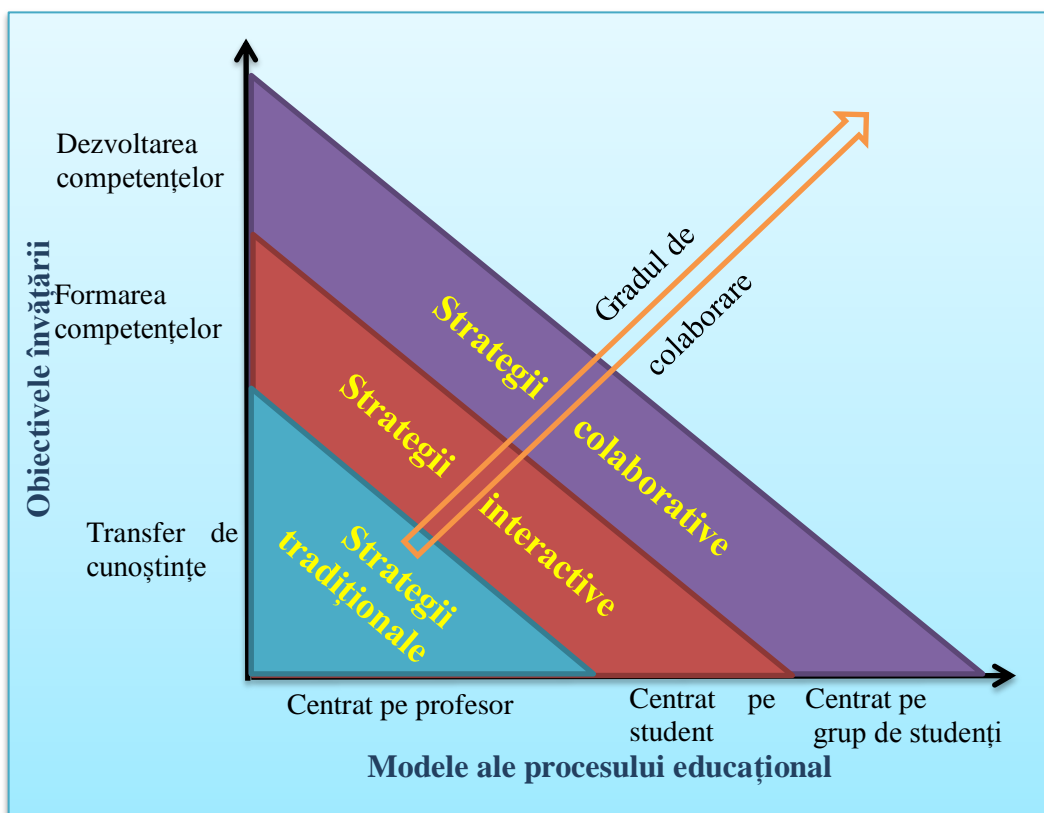


Fig.1.5. Gradul de colaborare dintre participanții la procesul didactic în dependență de model, scopul învățării și strategiile didactice cu implementarea TIC

Numărul universităților și centrelor educaționale din întreaga lume, care pun la dispoziție programe de studii la distanță, s-a mărit considerabil în ultimii ani.

Ținând cont de cele elucidate mai sus, se poate afirma că, dintre cele mai noi paradigme educaționale vehiculate în învățământul superior sunt paradigma e-learning-ului, paradigma soft-urilor libere, paradigma învățământului la distanță.

Prin urmare, aplicarea rațională, dirijată și profesională a TIC în procesul de instruire contribuie la sporirea nivelului de interacțiune și colaborare dintre participanții la acest proces (figura 1.5), fapt ce determină, în mod real, un progres în dobândirea și dezvoltarea competențelor.

1.2. Aspecte didactice privind studierea disciplinei universitare „Tehnici de programare” în alte țări. Studiu comparativ

Societatea de astăzi este complet dependentă de TIC, acestea reprezentând sectorul industrial cu cea mai rapidă creștere. Scopul programelor de licență este de a satisface cererile enorme ale societății pentru soluțiile TIC și pregătirea unei noi generații de specialiști de înaltă calificare. Evoluțiile în domeniu, combinate cu o gamă tot mai mare de aplicații, le oferă studenților mai multe oportunități interesante de a utiliza cunoștințele dobândite în cadrul programului de studii pentru o carieră internațională sau pentru continuarea studiilor.

Strategiile de instruire, în funcție de gradul de includere a componentelor on-line, se clasifică în următoarele categorii: *tradiționale* (nu conțin componente on-line); *orientată pe web* (1-29% componente on-line; gestionate prin intermediul unui LMS sau LCMS); *BL* (30-79% componente on-line; gestionate de o platformă specializată în acest scop); *on-line* (peste 80% componente on-line). Pentru fiecare din aceste strategii, rolul profesorului în procesul didactic poate fi descris conform figurii 1.6.

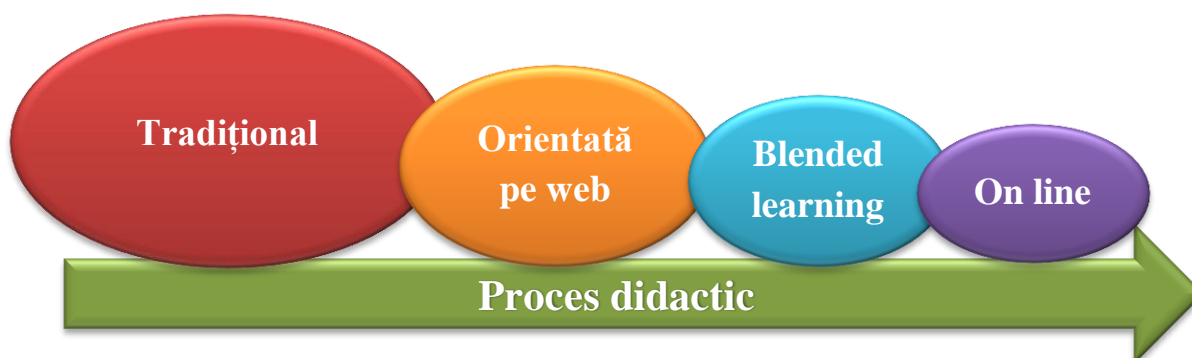


Fig.1.6. Rolul profesorului în procesul didactic în funcție de strategia de instruire aleasă

Din sursele documentare studiate de autor [60] rezultă că, în universitățile de peste hotare instruirea electronică este realizată, de regulă, în varianta Blended Learning. Această tehnologie a facilitat adăugarea în procesul de învățământ a unui repertoriu bogat de servicii și aplicații. Cele mai importante instrumente implementate sunt: blog-urile, microblogging-ul, paginile wiki, podcast, rețelele sociale, tehnologiile de syndication, instrumentele colaborative de editare, sondajele, clasele virtuale.

Conform modelului de învățare 70/20/10, dezvoltat de Universitatea Princeton, 10% din cele asimilate de un student își au rădăcinile în învățământul tradițional (prelegeri, audio, video), 20% au la bază observațiile, studiul unor modele și 70% – viața reală, experiența proprie, rezolvări de probleme și sarcini dificile [61]. Abordarea unei probleme din mai multe perspective contribuie la creșterea nivelului de cunoștințe. Astfel, în mare parte, universitățile menționate pun accentul pe învățarea colaborativă, metoda proiectelor etc.

Efectuând o analiză a programelor de studii oferite de cele mai prestigioase universități din *Statele Unite ale Americii*: Universitatea Harvard [62], Universitatea Princeton [63] și Institutul de Tehnologii din Massachusetts [64], s-a constatat că toate au inclus cursul *Tehnici de programare*, abordat, însă, sub diferite aspecte (tabelele 1.1-1.3).

Tabelul 1.1. Conținutul cursurilor care țin de tehnici de programare, Universitatea Harvard, Departamentul Computer Science, anul de studii 2015-2016

Denumirea cursului	Conținutul succint al cursului	Observații
CSCI E-22 Structuri de date	Structuri de date: lista, stiva, coada, arbori, arbori binari; grafuri; algoritmi clasici ce implementează aceste structuri de date; algoritmi de sortare și căutare; recursia; backtracking;	4 credite; semestrul toamnă 2015; 2 ore săptămânal; pentru implementare se utilizează limbajul Java;
CSCI E-124 Structuri de date și algoritmi	Acesta este un curs riguros axat pe proiectarea și analiza algoritmilor eficienți și pe structurile de date asociate, metode de proiectare a algoritmilor (recursia, divizarea în subprobleme independente, tehnica greedy, programarea dinamică etc.), algoritmi din teoria grafurilor, algoritmi aproximativi, algoritmi aleatori.	4 credite; semestrul primăvară 2016; în lista de prerecuzite sunt incluse: cursul CSCI E-22 Structuri de date (Data Structures) și cursul CSCI E-20 Matematica discretă pentru Informatică (Discrete Mathematics for Computer Science).

Schema de calcul pentru stabilirea notei finale (cursul E-22) este următoarea: 50% din nota pentru temele de acasă (lucrări de laborator, proiect), 17% din nota de

la examenul intermediar (susținut la mijlocul perioadei), 33% din nota de la examenul final.

Studentii (cursanții) sunt avertizați că seturile de probleme sunt destul de dificile și necesită mai mult timp de rezolvare: "...Nu lăsați rezolvarea acestor probleme pentru ultimul moment! Ar trebui să planificați săptămânal circa 10-20 de ore de muncă. Având alte angajamente importante, gândiți-vă bine dacă merită să vă înscrieți la acest curs..." [62]. Aceste sugestii sunt mai puțin populare în Republica Moldova.

În instruire se aplică sistemele de învățare hibride (blended learning), adică integrarea tehnologiilor de predare on-line în activitățile proprii învățământului tradițional. Resursele didactice necesare cursului sunt disponibile on-line și distribuite studenților, care le pot accesa într-o manieră flexibilă. Astfel, pot fi gestionate clase mai mari și, prin atașarea resurselor interactive, poate fi micșorat timpul alocat învățării în clasă.

Pentru studenții care urmează programe de studii prin învățământ la distanță, prelegerile ținute de profesor sunt transmise on-line. Studentul are acces la înregistrarea video a prelegerii în termen de 24-48 de ore de la sfârșitul prelegerii. Seminarele și orele de laborator, de asemenea, sunt disponibile on-line, toate celelalte testări, examene etc., fiind "life".

Pentru studenți sunt prevăzute și sancțiuni: temele pentru acasă se prezintă cu cel puțin 10 minute înainte de începerea cursului, în caz contrar se va considera o zi întârziere; se va penaliza studentul cu 10% din notă dacă este vorba de o întârziere de patru zile și cu 20% – pentru una de 5-7 zile. Nu se acceptă temele de acasă prezentate cu o întârziere de mai mult de 7 zile.

Un accent deosebit se pune pe lupta contra plagiatului, copierii și furtului intelectual. Se promovează lucrul individual și în echipă: "...puteți discuta ideile principale ale unei probleme cu alți studenți...", dar "...trebuie să scrieți soluția problemei de unul singur..." [65]. Suportul de curs poate fi descărcat de pe site-ul cursului, iar manualele pot fi procurate de la Harvard Coop sau sunt disponibile în biblioteca universității.

Tabelul 1.2. Conținutul cursurilor care țin de tehnici de programare, Universitatea Princeton, Departamentul Computer Science, anul de studii 2014-2015

Denumirea cursului	Conținutul succint al cursului	Observații
COS226 Algoritmi și structuri de date	Algoritmi și structuri de date utilizate (liste, stiva, coada, arbori, parcurgerea arborilor); algoritmi de sortare, căutare și de prelucrare a șirurilor de caractere; tehnici de bază ale	Toamna 2014/ primăvara 2015; 4/4 ore pe săptămână; algoritmi se implementează în limbajul de programare

(Algorithms and Data Structures)	programării: recursia, divide et impera (căutarea binară, quick sort), greedy (algoritmul lui Prim, Kruskal), programarea dinamică; algoritmi din teoria grafurilor; algoritmi de geometrie computațională; complexitatea algoritmilor (timp de calcul, volum de memorie); clasificarea algoritmilor în funcție de complexitatea lor;	Java; se axează pe înțelegerea caracteristicilor de performanță a algoritmilor creați, precum și pe estimarea eficienței lor potențiale într-o aplicație;
COS333 Tehnici de programare avansate	Acest curs este axat pe practica de programare și anume, nu doar pe scrierea codului, dar și pe evaluarea programului: testarea, depanarea, optimizarea, îmbunătățirea performanțelor algoritmului;	primăvara 2015; 4 ore pe săptămână; în lista prerechizitelor este inclus cursul COS226 – Algoritmi și Structuri de date;
COS423 Teoria algoritmilor	Proiectarea și analiza algoritmilor prin aplicarea structurilor de date eficiente; tehnici generale de proiectare și analiză a algoritmilor; introducere în NP-completitudine;	primăvara 2015; 4 ore pe săptămână;
COS487 Teoria computațională	Inițiază studenții în calculabilitate (computability) și decidabilitate; teorema incompletitudinii lui Gödel; complexitatea algoritmilor; NP-completitudine; probleme irezolvabile; algoritmi polinomiali (P) versus NP; subiecte suplimentare: stabilitatea soluțiilor aproximative, criptografie, calcul cuantic ș.a.	toamna 2014; 4 ore pe săptămână.

La unele cursuri, în prima jumătate a semestrului, studenții primesc săptămânal câte o sarcină, care poate fi realizată în 5-6 ore; în a doua jumătate a semestrului, ei vor lucra la un proiect, în grupuri de 3-5 studenți, utilizând cunoștințele legate de proiectarea, programarea, testarea, implementarea și dezvoltarea unei aplicații. Nu se pune accentul pe un anumit limbaj, studenții sunt familiarizați cu limbajele de programare C, C++, Java, Python, JavaScript. Rezultatele evaluării proiectului constituie 65% din nota finală.

O studiere mai aprofundată a subiectelor este oferită de cursurile: 6.045J/18.400J, *Automate, Calculabilitate și complexitate* (Automata, Computability, and Complexity); 6.851 – *Structuri de date avansate* (Advanced Data Structures); 6.854J/18.415J – *Algoritmi avansați* (Advanced Algorithms); 18.404J/6.840J – *Teoria Computațională* (Theory of Computation), dedicat studierii avansate a claselor de complexitate, problemelor decidabile și investigării problemei "P=NP?"; 18.405J/6.841J – *Teoria avansată a complexității* (Advanced Complexity Theory), ș.a.

Tabelul 1.3. Conținutul cursurilor care țin de tehnici de programare, Institutul de Tehnologii din Massachusetts, (MIT), Departamentul Matematică și Facultatea Inginerie Electrică și Informatică, domeniul Informatică Teoretică și Aplicată

Denumirea cursului	Conținutul succint al cursului	Observații
6.006 Introducere în algoritmi	Introducere în modelarea matematică a problemelor computaționale; se studiază algoritmi clasici frecvent utilizați; paradigme de programare; structuri de date utilizate; cursul pune accentul pe relația dintre algoritmi și programare, și introduce noțiunea de performanță de bază a algoritmului; tehnici de proiectare și analiză a algoritmilor;	un semestru; 4 ore pe săptămână; 8 module/24 de teme; limbajul de implementare a algoritmilor este Python; pe parcursul semestrului se alocă 7 seturi de probleme; nota finală este compusă: 30% din nota acordată pentru rezolvarea seturilor de probleme, 20% teste de evaluare; 30% nota de la examen.
6.046J / 18.410J Proiectarea și analiza algoritmilor	Tehnici de proiectare și analiză a algoritmilor eficienți; structuri de date; metode de sortare; arbori de căutare; tehnicile: divide et impera, programare dinamică, algoritmi greedy; algoritmi din teoria grafurilor; algoritmi aleatori; algoritmi aproximativi; algoritmi de geometrie computațională; analiza complexității algoritmilor; algoritmi polinomiali; probleme pentru care nu există algoritmi de calcul polinomiali; calcul paralel.	un semestru; 4 ore pe săptămână; 23 de teme; pe parcursul semestrului se alocă 9 seturi de probleme; seturile de probleme rezolvate trebuie să fie prezentate în format PDF sau LaTeX, inclusiv documentele scrise de mână (scanate), atâta timp cât acestea sunt lizibile; nota finală este compusă din: 20% din nota acordată pentru rezolvarea seturilor de probleme; 20% testul realizat în clasă; 25% testul realizat acasă; 30% examenul final; 5% răspunsuri orale.

La dispoziția studenților sunt puse on-line: cursuri (prelegeri), materiale didactice, exerciții, probe de la examenele anterioare, coduri de program, aplicații de simulare a algoritmilor. Evaluarea lucrului individual, a lucrărilor de laborator, a codurilor program scrise este efectuată tot on-line. Studenților li se distribuie câte un set de exerciții, întrebări și sarcini. Ei pot trimite maximum trei variante de răspuns. Pentru fiecare răspuns corect li se acordă un punctaj. La final, se înregistrează punctajul maxim. Evident, pentru tentative suplimentare, studentul este penalizat.

Analizând materialele de curs [64], se poate observa că, algoritmi propuși de profesor sunt prezentați în pseudocod. Tehnicile de programare sunt explicate prin prisma aplicabilității lor, examinând probleme concrete, punând accentul pe interdisciplinaritate.

În cadrul disciplinei *Proiectarea și analiza algoritmilor* (Design and Analysis of Algorithms, MIT), în afară de rezolvarea celor nouă seturi de probleme

[66], studenții mai susțin două testări: una în timpul orelor de curs (80 minute) și una de tip home-work (testare compusă din două părți). Testele de evaluare sunt formulate clar și au ca scop orientarea studentului spre soluția problemei. Fiecare test este completat cu un set de instrucțiuni care trebuie urmate cu strictețe: timp acordat; modalitatea de trimitere a soluțiilor; reguli de obținere a punctajului; atenționarea studenților asupra respectării timpului alocat rezolvării unei probleme etc. O atenție deosebită se acordă aspectelor ce țin de integritate, copiatul fiind strict interzis. Studentului nu i se cer în mod obligatoriu codurile program. Este suficient să se descrie algoritmul prin utilizarea pseudocodului. Profesorul nu pune accentul pe un anumit limbaj de programare. În prim-plan este plasată evaluarea complexității algoritmului și demonstrarea corectitudinii lui.

Institutul Regal de Tehnologii din Melbourne (IRTM) [67], *Australia* este recunoscut pe plan internațional pentru predare excelentă și cercetare în domeniul TIC, cu accent pe programarea și dezvoltarea de software. Programele de studii propuse de IRTM sunt flexibile și reflectă evoluția liderilor din domeniul TIC. Facultatea Informatică, Jocuri și Tehnologii Informaționale (Computing, games and Information technology) oferă studenților o gamă largă de specializări în domeniu: licențiat în Informatică, licențiat în Inginerie software, licențiat în Business și Sisteme Informaționale aplicate, licențiat în Tehnologii Informaționale, licențiat în Proiectarea jocurilor, licențiat în Tehnologii Informaționale, Jocuri și Grafică pe calculator ș.a.

Tabelul 1.4. Cursuri studiate la specialitatea Informatică, IRTM

Denumirea cursului	Conținutul succint al cursului	Observații
COSC 1284, Tehnici de programare	Acest curs este consacrat studierii limbajului de programare Java.	12 credite;
COSC 1076, Tehnici avansate de programare	Studierea detaliată a limbajului de programare C; studierea acestui curs permite studenților să dezvolte aplicații software practice, moderne; acest curs este luat ca bază pentru continuarea studiilor în Informatică și Inginerie Software;	12 credite;
cursul COSC 2123, Analiza algoritmilor	Cursul oferă o înțelegere mai profundă a unei game largi de algoritmi și structuri de date fundamentale utilizate în dezvoltarea de software; se concentrează pe studierea algoritmilor fundamentali, clasici; analiza complexității algoritmilor; se studiază detaliat crearea modelului matematic al unei probleme, adică abstractizarea; metodele de sortare, căutare, algoritmica grafurilor, prelucrarea string-urilor, probleme de combinatorică, geometrie computațională.	12 credite; obiectivul principal al acestui curs este de a acumula instrumente și tehnici necesare pentru a propune soluții practice la problemele din lumea reală, care sunt limitate teoretic și practic în timp și spațiu;

Universitatea Tehnică Regală din Stockholm (KTH) [68], reprezintă o treime din capacitatea educativă și de cercetare la nivel universitar în inginerie a *Suediei*, plasându-se pe locul 30 la nivel mondial [69].

Programul de licență în Tehnologia Informației și Comunicațiilor (TIC) este predat în limba engleză și se bazează pe cercetările efectuate de KTH în colaborare cu alte companii mari din domeniu. Studenții sunt implicați în cele mai recente activități de cercetare și evoluții în domeniu, și interacționează cu personalități eminente și profesori din întreaga lume.

Programul este flexibil, deoarece studenții își pot personaliza programul în funcție de necesitățile și interesele individuale, menținând în același timp o bază științifică solidă. Studenții își dezvoltă competențe într-o gamă largă de cunoștințe fundamentale cum sunt: tehnologia informației și comunicațiilor, matematica, programarea, electronică și ingineria calculatoarelor, rețele de calculatoare ș.a.

Studiile au loc în Kista și sunt strâns legate de industrie (colaborează cu companiile IBM, Microsoft și Ericsson), un lucru foarte benefic pentru carieră în viitor. Sunt practicate ținerea de prelegeri de către angajații companiilor din domeniul TIC, excursii, proiecte pe teren, care oferă o înțelegere globală a profesiei.

Tabelul 1.5. Cursuri studiate în cadrul programului de licență Tehnologia Informației și Comunicațiilor (180 credite), KTH

Denumirea cursului	Conținutul succint al cursului	Observații
SF1610 Matematica discretă (Discrete Mathematics)	Cursul conține elemente din teoria grafurilor; bazele matematice ale criptografiei etc;	7.5 credite;
ID1020 Algoritmi și structuri de date (Algorithms and Data Structures)	Este o combinație a cursurilor Algoritmi și structuri de date și Teoria computațională (vezi, Universitatea Princeton).	7,5 credite;

Programul de licență Ingineria Calculatoarelor și Telematică oferit de Universitatea Aveiro, *Portugalia*, Facultatea Electronică, Telecomunicații și Informatică include cursuri axate pe studierea tehnicilor de programare:

- 43257, *Programare II*, (Programming II); 8 credite; anul 1, sem.2; 5 ore săptămânal (P-2, L-3); acest curs este similar cu CSCI E-22, Structuri de date, Universitatea Harvard;
- 47003, *Algoritmi și Complexitate* (Algorithms And Complexity); 8 credite; anul 2, sem.2; 5 ore săptămânal (P-2, L-3); cursul cuprinde concepte fundamentale ale teoriei complexității: clase de complexitate; algoritmi determinați și non-determinați; clasele P și NP; probleme NP-complete; tabele de dispersie; structuri dinamice de date; arbori și grafuri, precum și operațiile asupra lor

(parcurgeri, inserare, ștergere etc.); arbori AVL; arbori de căutare; analiza complexității formală și empirică a algoritmilor iterativi și recursivi; determinarea algoritmului optimal și structuri de date pentru diferite instanțe ale problemei.

Universitatea Aveiro este una din universitățile cu care Universitatea de Stat din Tiraspol are relații de colaborare, de exemplu, în implementarea e-learning-ului în sistemul de învățământ universitar. Studiile efectuate împreună cu mai multe universități de vest au contribuit la implementarea LMS-ului MOODLE în procesul didactic în mai multe universități din țară.

La Chancellerie des Universités de Paris (Academia din Paris), Franța, condusă de un cancelar, include 17 universități cu specializări în cele mai diverse domenii ale științei, tehnicii, medicinei și artelor [70].

Studentii pot obține licență în Științe și Tehnologii, specializarea Informatică la Universitatea Pierre și Maria Curie [71] (UPMC, Paris 6), Facultatea Științe și Medicină urmând un program de studii de trei ani. Specializarea are loc în anii 2 și 3 (anul 1 aparține trunchiului comun pentru toate programele de licență) cu un volum de credite în informatică egal cu 105.

Tabelul 1.6. Cursuri studiate în cadrul specialității Informatica, UPMC

Denumirea cursului	Conținutul succint al cursului	Observații
2I003 Inițiere în algoritmă	Cursul este axat pe evaluarea complexității unui algoritm; algoritmi de sortare; analiza complexității algoritmilor de sortare; arbori binari, arbori binari echilibrați; arbori n-ari; grafuri; grafuri bipartite; cuplaje.	6 credite, anul 2, sem. 3;
2I006 Algoritmă Aplicată și Structuri de Date	Cursul este o continuare a cursului 2I003 cu implementări în limbajul de programare C.	6 credite, anul 2, sem. 4;
3I003 Algoritmă	Se studiază tehnicile de programare divide et impera, greedy, programarea dinamică; algoritmi din teoria grafurilor; multiplicarea rapidă; probleme de complexitate.	6 credite, anul 3, sem. 5;
3I007 Calculabilitate și Complexitate (opțional)	Cursul include studierea problemei satisfiabilității; sunt studiate clasele de complexitate P și NP; teorema de incompletitudine, teorema lui Cook; problema P=NP.	3 credite, anul 3, sem. 6;

Facultatea Matematică și Informatică este una dintre cele nouă facultăți ale Universității Descartes din Paris [72]. Un specialist în domeniul IT trebuie să stăpânească conceptele de bază în domeniile cheie ale disciplinei Informatica: algoritmi, programare, inginerie software, sisteme de operare, rețele, baze de date

etc. Masteratul în domeniul IT oferă o continuare și aprofundare a studiilor deja obținute. Programul de licență cuprinde trei ani de studii. Primul an (semestrele 1 și 2 aparțin trunchiului comun pentru toate programele de licență). Al doilea an (semestrele 3 și 4), este un an de specializare progresivă. Al treilea an este specific pentru fiecare specializare în parte.

Tabelul 1.7. Cursuri axate pe studierea tehnicilor de programare, domeniul IT, Universitatea Descartes din Paris

Denumirea cursului	Conținutul succint al cursului	Observații
MLL3U10, Algoritmica	Structuri de date (tablouri, liste, stive, cozi, arbori); metode de sortare și căutare; algoritmi recursivi; metode de creare a algoritmilor;	42 de ore (P-18, L-24), anul 2, sem. 3; descrierea algoritmilor se face în pseudocod;
MLL5U30, Algoritmica avansată	Acest curs oferă posibilitatea modelării unei probleme atât cantitativ cât și calitativ; evaluarea situațiilor complexe; optimizarea unui proiect multitasking; rezolvarea problemelor aplicând teoria grafurilor; programarea dinamică.	42 de ore (P-18, L-24), anul 3, sem. 5;

În anul 1 de studii sunt incluse două cursuri Informatica 1 și Informatica 2, care sunt axate pe cunoștințe de bază în informatică (arhitectura calculatorului, sisteme de operare etc.), noțiuni de programare (limbajul de programare C), programare funcțională, elemente de logică în informatică. Cursurile de specializare se încep din anul 2 de studii.

Programul de licență ”Informatica pentru companii IT” (Informatique des Organisations) propus de Universitatea Dauphine [73], Paris este un program de studii pe o durată de trei ani.

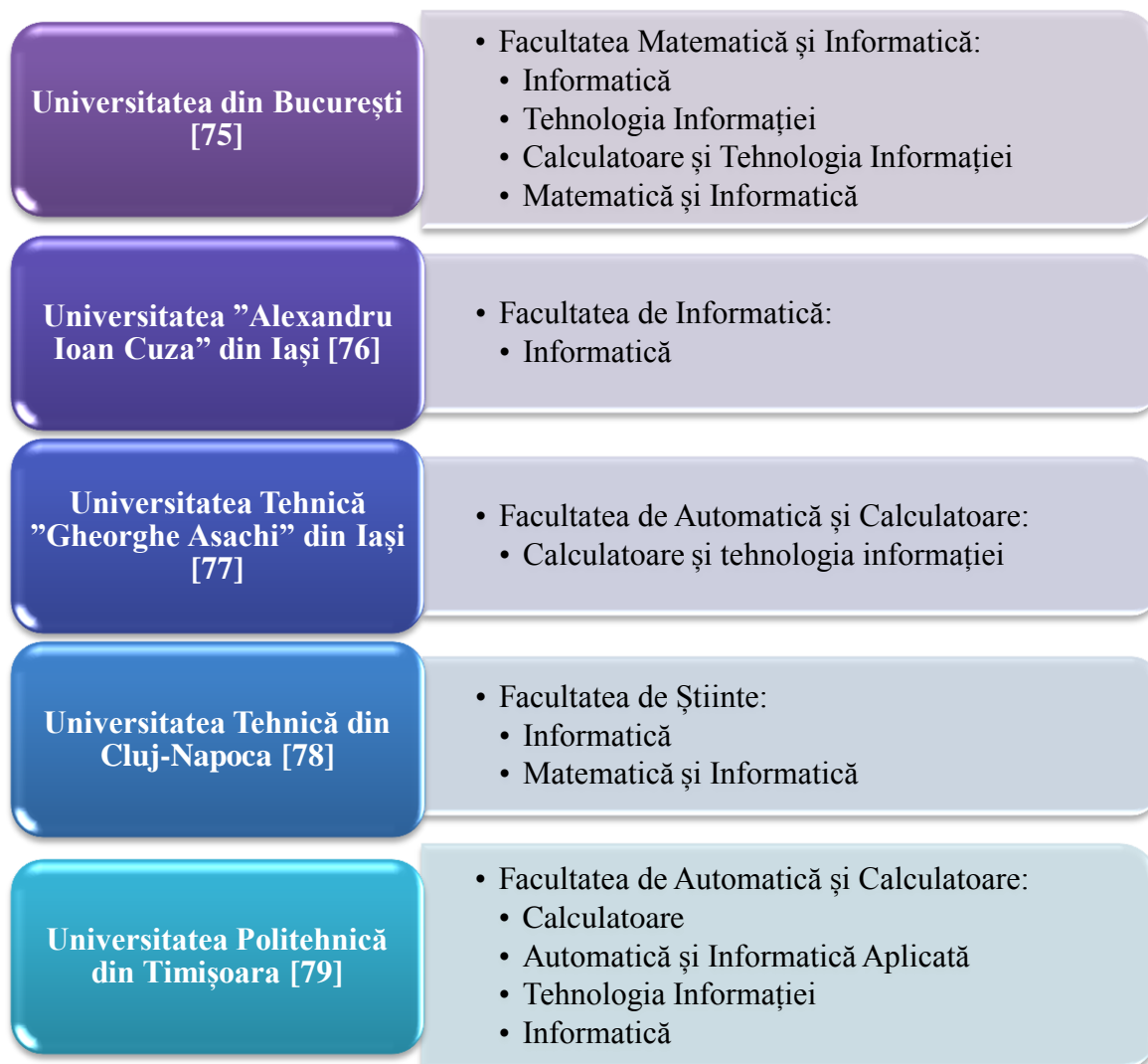
În anul 1, semestrul 1, în cadrul disciplinei *Algoritmica și programare 1* (4 credite) se inițiază studenții în programare cu ajutorul limbajului Python. Cursul este concentrat pe elementele de bază ale limbajului de programare (tipuri de date, variabile, instrucțiuni, metode, program). Introducerea conceptelor arhitecturale și de sistem pentru o mai bună înțelegere a mediului IT.

Disciplina *Algoritmica și programare 2* (4 credite) se studiază în anul 1, semestrul 2 și are drept obiective introducerea în studiul algoritmilor de căutare (secvențială, binară, hash) și sortare (selecție, inserție, merge sort, quick sort, bubble, heap sort); învățarea structurilor de date cum ar fi stive, cozi, arbori și liste; introducerea în analiza complexității unui algoritm: polinomial, exponențial, logaritmic.

Studierea tehnicilor de programare: recursia, backtracking, divide et impera, greedy, programare dinamică; multiplicarea numerelor mari; teorema complexității;

fundamentele teoretice ale complexității algoritmului; estimarea prin calcule matematice a complexității unui algoritm: timp de calcul și volum de memorie; măsurarea timpului de calcul a unui algoritm; structuri de date avansate și implementarea lor în algoritmi concreți; optimizarea algoritmilor și implementarea algoritmilor creați în limbajul de programare Python este realizată în cadrul cursului *Algoritmi și Aplicații* (5 credite), anul 2, semestrul 3.

Universitatea din Nantes [74], Facultatea Științe și Tehnică (UFR Sciences et Techniques) oferă studenților programul de licență în Informatică cu durata de trei ani și specializările posibile în Informatică sau Matematică și Informatică. Competențele formate atestă studierea limbajelor de programare, microinformatica, algoritmica, limbaje funcționale, arhitectura calculatorului, structura aplicațiilor, programare și arhitectură web, baze de date, resurse informatice etc.



- Planurile de învățământ sunt aprobate de Agenția Română de Asigurare a Calității în Învățământul Superior.

Fig.1.7. Situația în unele universități din *România*. Programe de studii propuse

Studentii care doresc să obțină specializare în Informatică, Informatică și Matematică studiază așa discipline informatice ca: *Istoria algoritmicii; Algoritmica și programare; Algoritmi și structuri de date* 1 (X3I0010, 48 de ore) și 2 (X4I0030, 48 de ore), anul 2, semestrele 3 și 4; *Cercetarea algoritmilor* (X5I0020, 48 de ore), anul 3, sem. 5; *Algoritmi și structuri de date* 3 (X5I0040, 48 de ore). Subiectele incluse în aceste cursuri sunt similare cu cele din tabelele anterioare.

Situația în unele universități din România este reflectată în figura 1.7. Efectuând o analiză a planelor de studii și a fișelor unităților de curs am constatat, că în cadrul acestor programe subiectele disciplinei *Tehnici de programare* se regăsesc în așa cursuri ca: *Algoritmi și structuri de date, Tehnici avansate de programare, Calculabilitate și complexitate, Algoritmi și programare, Structuri de date, Algoritmi I, Algoritmi II, Proiectarea și analiza algoritmilor, Proiectarea algoritmilor, Structuri de date și tehnici de elaborare a algoritmilor, Tehnici de programare, Structuri de date si algoritmi*. Aceste cursuri se studiază, prioritar în anii de studii 1 și 2 cu un număr de credite de la 4 la 6.

Aceste cursuri includ următoarele subiecte: algoritmi, corectitudinea algoritmilor, analiza performanțelor algoritmilor; clase de complexitate; managementul memoriei; structuri de date alocate static și dinamic: tablouri, liste, stive, cozi, arbori; algoritmi de sortare și căutare, performanțele lor; grafuri; metode de sortare; principiul lui Dirichlet; metoda greedy; metoda backtracking; metoda divide et impera; metoda branch and bound; metoda programării dinamice; algoritmica șirurilor: algoritmi DFA, Boyer-Moore (BM), Turbo BM, Karp-Rabin, Knuth-Morris-Pratt, Reverse factor, direct & reverse Collusi; algoritmi euristici; algoritmi probabiliști; algoritmi genetici; algoritmi optimali; NP-completitudine; mașini Turing; funcții recursive; teorema lui Cook; teorema incompletitudinii a lui Godel; etc. Limbajele de programare aplicate sunt: C, C++, Java, Python.

Metode de predare utilizate sunt: prelegerea participativă, dezbateră, expunerea, problematizarea, demonstrația, exercițiul, discuțiile.

În *Federația Rusă* studierea informaticii și tehnicii de calcul este pusă la un nivel destul de înalt. Programele de studii elaborate conțin un număr impunător de cursuri. Tendințele legate de flexibilitatea planelor de studii sunt urmate și aici. Un număr mare de cursuri sunt propuse la alegere. Studentul are posibilitatea să-și formeze propria traiectorie de învățare reieșind din propriile necesități, dorințe și abilități.

Astfel, la Universitatea M.V. Lomonosov din Moscova [80], Facultatea Matematică de Calcul și Cibernetică în cadrul programelor de licență Matematica Aplicată și Informatică, Informatică Fundamentală și Tehnologii Informaționale se studiază cursurile: *Algoritmi și analiza complexității, Algoritmi și limbaje*

algoritmice, Bazele programării, Complexitatea algoritmilor care includ elemente de tehnici de programare și analiza performanțelor unui algoritm.

Universitatea de Stat din Sankt-Petersburg [81], în cadrul programului de licență Matematică Aplicată, Informatică Fundamentală și Programare; Programare și Tehnologii Informaționale de asemenea au inclus cursul *Tehnici de programare* ca disciplină fundamentală.

Așa dar, conținuturile cursului *Tehnici de programare* sunt studiate în cadrul programelor de formare inițială a viitorilor specialiști în domeniul programării într-un număr impunător de universități din toată lumea contribuind la dezvoltarea competențelor de programare, analiză și dezvoltare a sistemelor informatice în general.

1.3. Evoluția calitativă a procesului de studiere a Informaticii în învățământul universitar și preuniversitar din Republica Moldova

Pioneratul studierii informaticii în instituțiile de învățământ superior din Republica Moldova îi revine Universității de Stat din Moldova [82].

Anul 1976 este marcant pentru catedra Limbaje algoritmice și programare (constituită în 1971) prin startul cercetărilor științifice, metodologice și practice în domeniul tehnologiilor de instruire asistate de calculator sub conducerea profesorului Rângaci V. În contextul respectiv, au fost elaborate șapte sisteme de programe pentru instruirea asistată de calculator. Cel mai bun sistem de instruire automatizat „AFRODITA” a fost implementat în peste 50 de instituții din fosta URSS și Bulgaria. În cercetările ulterioare sunt puse în aplicare calculatoarele de tip IBM 386/486.

Profesorii USM, în colaborare cu cercetătorii Institutului de Matematică și Centrul de Calcul al Academiei de Științe a Moldovei au elaborat și tradus o serie de manuale, culegeri de probleme, ghid-uri pentru profesorii universitari și preuniversitari interesați de studierea algoritmilor; limbajelor de programare; analiza complexității algoritmilor; metodelor de sortare; metodelor de căutare; tehnicilor de programare [83,84].

Inițial, algoritmi erau studiați din punct de vedere matematic, apoi se translau în limbaje de programare. Se programa în mnemocod, Assembler, mai târziu: Fortran, BASIC, Pascal, C etc. Se studiau tehnicile de programare: recursia, trierea, divizarea etc.

Analizând planul de studii a specialității „Matematică Aplicată”, din perioada anilor 80 ai sec. trecut, din cadrul facultății Matematică și Cibernetică, USM, pot fi scoase în evidență disciplinele de studii: *Mașini de calcul și programare; Limbaje extensibile și sisteme; Limbaje de programare și teoria gramaticii formale; Teoria*

algoritmilor; etc. „Disciplina *Teoria algoritmilor* era un curs destul de complicat, foarte matematizat. Aici am studiat așa subiecte ca: noțiunea de algoritm, tipuri de algoritmi (determinist, euristic, combinatorial etc.), mașina lui Turing, automate, corectitudinea algoritmului, complexitatea algoritmului, complexitate temporală, viteză de calcul, volum de memorie etc.” – menționează dna Ala Gasnaș, astăzi profesor la Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale, UST.

Cursul universitar *Teoria algoritmilor* este predat și astăzi la Facultatea de Matematică și Informatică, specialitatea Matematică și Informatică, domeniul general de studii științe ale educației.

Un aport important în acea perioadă îl are academicianul Soltan P., care s-a ocupat de asigurarea matematică a calculatoarelor electronice. Unul din cursurile predate de Domnia sa este *Teoria grafurilor* unde se studiază algoritmi: Kruskal, Prim, Bellman-Ford, Roy - Floyd, Lee etc. aplicați foarte frecvent în procesul de rezolvare a problemelor.

Traducerea primelor manuale școlare de informatică [38,39,85] este realizată de cercetătorii Guțu S., Ciubotaru V., Canțer S. etc.

În 1990 autorii Bostan Gh., Guțu S., Ciubotaru V. editează primul mic dicționar de informatică rus-moldovenesc [86] în care pot fi găsite așa noțiuni ca: algoritm, descrierea algoritmului, algoritm deterministic, algoritm combinatorial, algoritm euristic, algoritmi de sortare (metoda bulelor, sortarea rapidă, sortarea prin inserție, sortarea prin interschimbare, sortare optimală, sortarea prin selecție, sortare prin interclasare etc.), algoritmi de căutare (binară, secvențială, prin interpolare, optimă, prin inserare, aleatorie etc.), arbore, stivă, recursia, apel recursiv, definiție recursivă, problemă de triere, metoda (tehnica) trierii, problema rucsacului, corectitudinea algoritmului, mașina lui Turing, noțiunea de tehnici de programare, viteză de calcul, complexitatea algoritmului, complexitate temporală, volum de memorie, metoda rafinării succesive etc.

Realizările științifice obținute au constituit fundamentul solid pentru introducerea în procesul de formare inițială a studenților a unui șir de noi discipline: *Metode de programare*, *Programarea logică*, *Tehnologii de programare*, *Automatizarea instruirii* etc.

Fondarea în 1964 a Institutului Politehnic din Chișinău (azi Universitatea Tehnică a Moldovei) contribuie semnificativ la cultivarea și dezvoltarea programării în mediul ingineresc.

În anul 1967 este fondată Facultatea de Electrofizică. La această facultate se deschid noi specialități: Calculatoare (1978); Sisteme de prelucrare a informației și de comandă (1979), azi – Tehnologii Informaționale. În 1994 i-a naștere Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică prin redenumirea Facultății de

Electrofizică. Se deschide, în 1995, specialitatea Informatica și Limbi Moderne Aplicate.

Fiind orientați, mai mult, în domeiile ingineresti, profesorii UTM: Gremalschi A., Secrieru N, Todos P., Botez C., Beșliu V., Carcea L. ș.a., au elaborat o serie importantă de suporturi didactice cu privire la limbajele de programare [87,88,89] și structuri de date [90,91].

În 1981 tehnica programării dinamice se aplică la rezolvarea problemelor legate de energia electrică [92].

Un aport esențial a fost adus de profesorii Gremalschi A. [93], Lica D. [94], în colaborare cu profesori din cadrul altor universități din țară, la elaborarea de manuale, culegeri de probleme, ghiduri pentru instituțiile preuniversitare.

Analizând unele programe de studii din acea perioadă se poate afirma, că printre primele limbaje de programare studiate au fost: Assembler, Algol, BASIC, Pascal, C etc. Studiind materialul didactic, editat în anul 1992, pentru studenții din instituțiile de învățământ superior pus la dispoziția studenților de profesorii Gremalschi A., Cornea I., Secrieru N. [95] pot fi scoase în evidență metodele și tehnicile de programare studiate (figura 2.1).



Fig.2.1. Istoria studierii tehnicilor de programare, UTM (anii ‘90)

Începând cu anul 1992 în planul de formare a viitorilor specialiști în domeniul informaticii și tehnicii de calcul se include disciplina *Structuri de date și algoritmi*. Mai târziu, se introduce și disciplina *Analiza și proiectarea algoritmilor*. Aceste două cursuri universitare sunt ținute până în prezent la toate specialitățile din domeniile informaticii, tehnologiilor informaționale și ingineresti.

Bazele formării specialiștilor (specialitatea Matematică și Informatică) în domeniul informaticii (științe ale educației) la Institutul Pedagogic din Tiraspol (azi UST) sunt puse în 1985, odată cu fondarea Catedrei Informatică și Tehnică de Calcul (ITC, azi Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale) din cadrul Facultății Fizică și Matematică (azi Facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale). În cadrul primelor discipline: bazele informaticii și tehnicii de calcul, bazele matematice ale sistemelor de operare, tehnici de calcul și algoritmizare, utilizarea tehnicii de calcul etc. se studia limbajul algoritmic școlar, limbajele de programare BASIC și Pascal, sisteme de operare, baze de date, programarea BD etc. Calculatoarele utilizate pentru procesul de studii, în anii 80, erau de tip „Электроника МК-85”, ДБК, УКНЦ, Yamaha. Mai târziu, prin 1990, sălile de laborator au fost dotate cu calculatoare personale relativ mai performante: IBM, EC-1840, EC – 1841.

Una din direcțiile principale de dezvoltare ale catedrei Informatică și Tehnologii Informaționale (ITI), chiar de la început, a fost și rămâne modernizarea procesului de învățământ prin implementarea TIC în procesul didactic.

În anii 1992-1998 – un grup de profesori din Moldova: Gremalschi A., Gremalschi L., Vasilachi G., Spinei I., Guzun Iu., Mocanu Iu. împreună cu Marcov Iu. lucrează asupra tematicii „Susținerea didactică a procesului de învățământ în învățământul preuniversitar.” În baza acestor cercetări au fost elaborate programe de învățământ pentru ciclul preuniversitar din Republica Moldova.

Un alt proiect de cercetare „Susținerea didactică a cursului de informatică în învățământul universitar” desfășurat în anii 1999-2000 (cond. Marcov Iu.) a contribuit la reevaluarea și actualizarea unui șir de standarde curriculare la disciplinele de profil; au fost editate suporturi de curs (inclusiv pentru studierea limbajelor de programare BASIC, Pascal și C) și materiale didactice pentru lecțiile de laborator [96]. La catedră au fost elaborate programe de instruire asistate de calculator cât și programe – examinator sub formă de teste computerizate. S-au elaborat manuale electronice, culegeri de probleme, materiale didactice etc. stocate pe CD-uri și puse la dispoziția studenților.

Includerea limbajelor de programare în procesul de studiu a informaticii în UST nu este unilaterală. Astfel începe elaborarea de aplicații sub Windows: programe examinator, simulatoare, manuale electronice, jocuri didactice

electronice, dicționare, mai târziu – aplicații web etc., fapt ce contribuie esențial la implementarea cu succes a TIC în procesul didactic (figura 2.2).

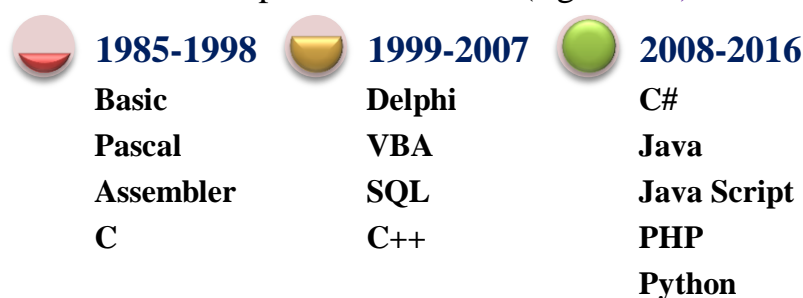


Fig.2.2. Dinamica includerii limbajelor de programare în programele de formare inițială a viitoarelor cadre didactice și specialiști în domeniile Informatică și TI. FMTI, UST

Disciplinele de studiu orientate spre formarea competențelor de aplicare eficientă a tehnicii de calcul în activitatea profesională, convențional, pot fi ilustrate în figura 2.3.

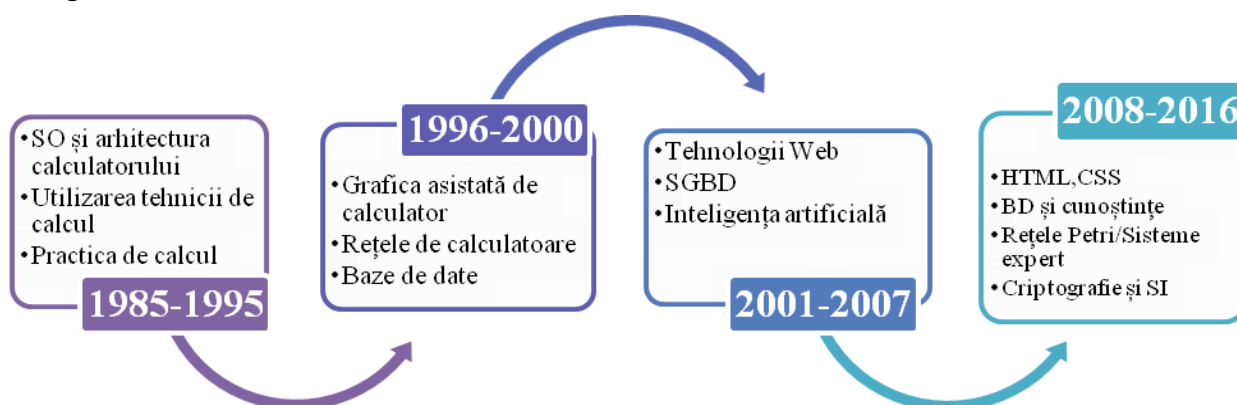


Fig.2.3. Disciplinele de studiu axate pe studierea tehnologiilor informaționale (UST)

Începând din anul 1999, la inițiativa dlui profesor Chiriac Liubomir, în planurile de studii, se introduc două discipline noi: *Limbaje și Sisteme Contemporane de Programare* (LSCP) și *Tehnici de programare* (60 ore). Disciplina *Tehnici de programare* era predată după cursul *Teoria grafurilor și combinatorică*. Inițial, algoritmi elaborați erau implementați în limbajul de programare Pascal, ca fiind un limbaj studiat și în școlile din republică. Acest lucru este valabil și în prezent, deși nu este prioritar. Azi algoritmi se implementează în toate limbajele studiate.

Implementarea NTI în procesul didactic rămâne și azi una din direcțiile științifico-didactice ale catedrei ITI. Acest fapt este confirmat de proiectele Tempus, Erasmus, ș.a. în care sunt implicați profesorii catedrei.

Autorul a analizat programele de formare inițială a viitorilor specialiști în domeniile generale de studii: științe exacte (Informatică, Informatică aplicată,

Management informațional), științe ale educației (Informatica, Matematică și Informatică, Fizică și Informatică, Informatică și Matematică), inginerie și activități ingineresti (Tehnologii informaționale, Automatică și Informatică, Calculatoare, Electronică, Ingineria Sistemelor Biomedicale, Microelectronica și nanotehnologii, Securitatea informațională, Management informațional) din mai multe universități din țară: UST [97], USARB [98], USCH [99], USM [100], UTM [101], UPSC [102]. Se poate afirma că, conținuturile: metode de sortare și căutare; recursia, tehnica trierii, tehnica divide et impera, tehnica backtracking, tehnica greedy, tehnica programării dinamice, tehnica branch and bound, analiza complexității algoritmilor etc. sunt prezente în fiecare program de studii, însă sub diferite aspecte și denumiri: *Tehnici de programare*; *Structuri de date și algoritmi (SDA)*; *Teoria algoritmilor*; *Proiectarea și analiza algoritmilor (PAA)*; *Analiza și proiectarea algoritmilor*; *Algoritmica și programare*; *Bazele matematicii discrete, Logica matematică și teoria algoritmilor*; *Tehnici de programare avansate*; *Metode de optimizare, Ingineria programării*.

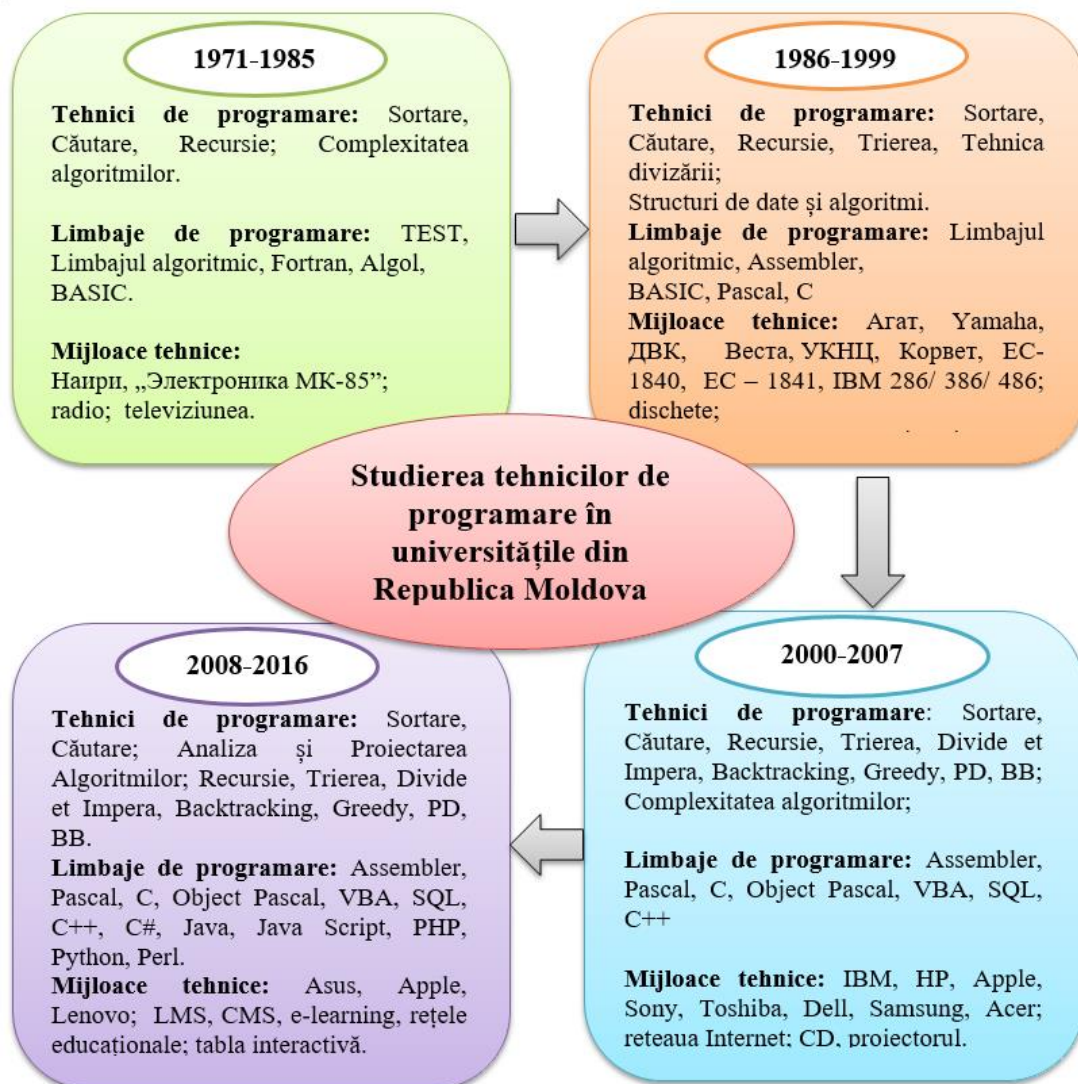


Fig.2.4. Studiarea tehnicilor de programare în universitățile din Republica Moldova

Efectuând o analiză a celor descrise mai sus, cu referire la predarea tehnicilor de programare, a limbajelor de programare în universitățile din Republica Moldova cât și asistența tehnică a procesului educativ se conturează, convențional, schema din figura 2.4.

Începând cu anul 1985, în școlile din Republica Moldova se introduce un nou obiect de studiu *Bazele informaticii și tehnicii de calcul*, care în anul 1987 a fost redenumit *Bazele informaticii și tehnicii computaționale* [103]. Subiectele, din manualele respective, țineau de studierea limbajului algoritmic școlar, limbajele de programare RAPIRA sau BASIC. În conformitate cu manualele elaborate de Ершов А.П., Могахов В.М., ș.a [38,39], în calitate de tehnici de programare se studiază, de exemplu, opțional, recursia și aplicațiile ei.

Lipsa de materiale didactice, în mod special, în limba română, pentru profesori, elevi, studenți constituia un impediment în dezvoltarea acestei discipline moderne.

Astfel, în 1989 este editată prima culegere de probleme la informatică, cu un pronunțat caracter didactic, elaborată de profesorul Gheorghe Bostan [104]. Culegerea respectivă avea menirea să completeze lipsa acută de materiale didactice la disciplina *Bazele informaticii și tehnicii computaționale* și este adresată profesorilor de informatică, elevilor și studenților. În această culegere sunt examinate circa 100 de probleme din cursul școlar de informatică. Prezentarea algoritmilor este realizată în limbajul algoritmic școlar și în limbajul de programare BASIC. O atenție deosebită se acordă metodelor de căutare [104, p.49-59] (căutarea binară, secvențială), metodelor de sortare [104, p.91-108] (sortarea prin inserție, sortarea prin selecție, sortarea prin metoda bulelor, sortarea prin distribuire, sortarea prin interclasare), algoritmilor recursivi [104, p.127-135] ($n!$, C_n^m , numerele Fibonacci, algoritmul lui Euclid de calculare a CMMDC). Se explică foarte detaliat mecanismul recursiei.

În 1991, în sistemul preuniversitar din țară, se utilizează pe larg, un manual nou de informatică, autor Кушниренко А.Г. ș.a. [85], care a fost elaborat luând ca bază un concept didactic mai performant în tratarea subiectelor de informatică. Astfel, în manualul respectiv, sunt examinate relații recurente și recursie [85, p.116,124], metoda rafinării succesive cunoscută și sub denumirea divide et impera [85, p.39], algoritmi cu o singură parcurgere [85, p.120-122] (greedy). Se studiază elemente de analiză a algoritmilor: număr de operații, volum de memorie, de exemplu, problemele 4, 13, 15,19, 22, 24 [85, p.132-133]. În mare parte, pentru problemele incluse în manualul Кушниренко nu sunt indicate restricțiile. Chiar dacă majoritatea tehnicilor de programare sunt aplicate la dimensiuni mici, iar

limbajele de implementare a algoritmilor sunt limbajul algoritmic școlar și limbajul BASIC, manualul respectiv reprezenta un suflu nou în studierea informaticii.

Din anul 1992 studierea informaticii a fost introdusă din clasa a VII în toate școlile din țară, iar din 1993 în programa școlară este inclus limbajul de programare Turbo Pascal, care începe să fie studiat din clasa IX-a. Din 1994 Programa la Informatică pentru licee include studierea procedurilor și funcțiilor recursive în limbajul Pascal (2-4 ore). Celelalte tehnici de programare (inclusiv tehnicile de sortare și căutare) rămân la nivel intuitiv și se aplică la rezolvări de probleme.

Startul studierii tehnicilor de programare în învățământul preuniversitar, ca compartiment aparte inclus în curriculumul școlar, este considerat anul 1999. Curriculumul disciplinar de Informatică pentru clasele X – XII, autor Gremalschi A., ș.a., prevede în acest scop circa 22 ore (din 70) în clasa XI, profil real. Se studiază tehnicile de programare: recursia, tehnica trierii, tehnica greedy, tehnica backtracking, tehnica divide et impera, tehnica branch and bound (opțional).

Curriculumul pentru învățământul liceal la informatică 2006, profil real, este completat cu încă o tehnică de programare, studiată opțional, tehnica programării dinamice, iar numărul de ore alocat rămâne neschimbat.

În curriculumul pentru clasele a X-a – a XII-a din anul 2010, la compartimentul *Tehnici de programare*, pentru care se propun 24 de ore, nu sunt efectuate modificări substanțiale. A fost exclusă studierea opțională a programării dinamice și a tehnicii branch and bound.

Curriculumul actualizat la informatică, clasele X–XII, anul 2014, se aplică în calitate de proiect-pilot în instituțiile de învățământ. Astfel, se propun orientativ 14 ore, pentru studierea subiectelor: recursia, tehnica trierii, tehnica greedy în clasa XII, profil real. Ideile dezvoltate mai sus, cu privire la studierea tehnicilor de programare în învățământul preuniversitar, sunt reflectate în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1. Studierea tehnicilor de programare în cursul școlar de Informatică

	1985-1992	1993	1994	1998	1999	2006	2010	2014
Recursia	O	O	+	+	+	+	+	+
Trierea	R	R	R	R	+	+	+	+
Greedy	R	R	R	R	+	+	+	+
Divide et Impera	R	R	R	R	+	+	+	O
Backtracking	-	-	-	-	+	+	+	O
Programarea dinamică	-	-	-	-	-	O	-	-
Branch and bound	-	-	-	-	O	O	-	-

Semne convenționale utilizate în tabel: „+” - se studiază; „-” – nu se studiază; **O** – opțional; **R** – rezolvare de probleme aplicând intuitiv tehnica respectivă

Efectuând un sondaj în cadrul Olimpiadei Republicane de Informatică, ediția 2016, s-a determinat că, majoritatea elevilor olimpici și profesorilor de informatică consideră că tehnicile de programare trebuie studiate începând cu: clasa VIII (elevi – 15%, profesori – 10%), clasa IX (elevi – 36%, profesori – 27%), clasa X (elevi - 23%, profesori - 17%), clasa XI (elevi - 5%, profesori - 23%). Din cele menționate mai sus este evident și explicabil faptul că elevii olimpici tind să studieze tehnicile de programare cât mai devreme posibil. Cei mai mulți profesori de informatică înclină să creadă că perioada cea mai favorabilă pentru studierea tehnicilor de programare ar fi clasele IX-X.

Pentru a asigura performanța și excelența în studiul compartimentului *Tehnici de programare*, în manualul de informatică, elaborat de Gremalschi A. [105], pentru clasa XI, editat în anul 2014, sunt tratate, destul de reușit, toate tehnicile de programare menționate mai sus și astfel, cartea respectivă, reprezintă un ghid excelent pentru profesori și elevi.

1.4. Necesitatea reexaminării tehnologiilor didactice utilizate în studierea conceptelor și tehnicilor de programare

Fluxul discuțiilor în jurul dezvoltării competențelor de programare devine din ce în ce mai puternic în Europa și în întreaga lume. Pentru a ne asigura că aceste competențe sunt dezvoltate într-un mod consistent și sunt de înaltă calitate, este nevoie de o abordare standardizată.

Atunci când se vorbește despre dezvoltarea competențelor digitale, care include în sine și dezvoltarea competențelor de programare, sunt adesea folosiți termenii programare (codarea), informatica (știința calculatoarelor) și gândirea algoritmică [106,107]. Pentru a clarifica acești termeni, vom folosi definițiile de lucru existente:

- ✓ *Programarea pe computer* (Computer programming) este procesul de dezvoltare și implementare a unor seturi de instrucțiuni pentru a permite unui computer să efectueze o careva sarcină, să rezolve probleme și să ofere feedback uman; aceste instrucțiuni - coduri sursă, care sunt scrise într-un limbaj de programare, se consideră programe de computer;
- ✓ *Știința calculatoarelor* (Computer science) este o disciplină academică ce acoperă principii precum algoritmi, structuri de date, programare, arhitectură de sistem, design, rezolvare de probleme etc; știința calculatoarelor cuprinde principii fundamentale (precum teoria algoritmilor, teoria complexității), idei și concepte cu o arie largă de aplicare (precum structuri de date).
- ✓ *Informatica* (Computing) este un domeniu larg care cuprinde atât știința calculatoarelor cât și alfabetizarea digitală.

- ✓ *Gândirea algoritmică* (Computational thinking) este procesul axat pe rezolvarea problemelor ce stă la baza științei calculatoarelor; gândirea algoritmică implică formularea de probleme care permit folosirea calculatorului pentru rezolvarea acestora; organizarea logică și analiza datelor, reprezentarea datelor prin abstractizare, automatizarea soluțiilor prin gândire algoritmică; identificarea, analizarea și aplicarea soluțiilor în practică cu scopul de optimizare a algoritmilor creați; generalizarea și transferul acestui proces de rezolvare a problemelor către o largă varietate de probleme etc.
- ✓ *Alfabetizarea digitală* (Digital literacy) – constituie deținerea unui set de bază de competențe necesare pentru implementarea TIC; competențele tipice includ abilitatea de procesare a informației text și numerice (aplicații de procesare de text și calcul tabelar), abilitatea de a folosi un browser web, e-mail-ul și motoarele de căutare de pe Internet în siguranță și în mod eficient.

Discuțiile pe marginea dezvoltării competențelor digitale se concentrează pe programare ca fiind o competență digitală cheie. Tendința respectivă a fost stimulată de faptul că, cererea de specialiști în domeniul IT pe piața muncii este în ascensiune, iar lipsa profesioniștilor IT devine din ce în ce mai proeminentă. Programarea este promovată ca o competență importantă ce dezvoltă gândirea logică, creativitatea, capacitatea de rezolvare a problemelor și construiește o înțelegere a principiilor din spatele tehnologiilor digitale.

Ca urmare a acestor argumente, mai multe țări europene și din afara Europei au devenit lideri în direcția de dezvoltare a competențelor de programare. Comisia Europeană a promovat programarea prin intermediul mai multor inițiative: inițiativa Opening up Education [108]; campania Europeană e-Skills for Jobs [109]; săptămâna EU Code [110]; includerea programării în curricula școlară a Statelor Membre [111]; proiectul The European Coding Initiative [112] condus de parteneri din industria tehnologiei, inclusiv Microsoft, SAP, Rovio, Liberty Global și Facebook.

Așa țări ca Anglia, Belgia și Finlanda își doresc integrarea programării ca parte obligatorie a curriculei chiar din ciclul primar. În Republica Cehă, Grecia, Bulgaria, Cipru, Portugalia, Polonia programarea este obligatorie în învățământul secundar superior, iar în majoritatea țărilor programarea poate fi învățată prin activități extracurriculare [106]. De exemplu, în Hong Kong, programarea este accesibilă în unele școli ca parte a curriculei formale și este inclusă în oferta centrelor private de training și în activități extrașcolare.

Organizarea competițiilor de programare au ca scop sporirea interesului pentru dezvoltarea tehnologiilor digitale. Astfel, printre cele mai remarcate concursuri de programare, apărute recent, pot fi punctate:

- campania „Hour of Code” 2015 din SUA care mai oferă și tutoriale (gratuit) pentru doritorii de a învăța programarea și resurse educaționale pentru profesori [113];
- Information Processing Society (Japonia), care organizează competiții de programare pentru tineri, de exemplu, „Samurai Coding” din 2012 [114];
- inițiativa ArabCode.org (Orientul Mijlociu) din 2015 [115] etc.

Guvernele, angajatorii, mediul academic, ONG-urile, sectorul privat din întreaga lume recunosc importanța primordială a competențelor de programare și susțin inițiativele din acest domeniu.

Cea mai gravă problemă în predarea informaticii în instituțiile preuniversitare este insuficiența profesorilor calificați. Studiul demarat de European Schoolnet în 2014 a scos în evidență că, această problema s-a dovedit a fi proeminentă în toate țările europene. Motivele ar fi: cererea ridicată de profesioniști în domeniul TIC pe piața muncii; profesorii calificați sunt, în mare parte, atrași de companiile IT care oferă job-uri mult mai bine plătite [109].

Predarea programării și a informaticii variază substanțial la nivelul diferitelor țări. Au fost inițiate mai multe discuții referitoare la alegerea limbajului de programare care trebuie studiat de către studenți. Discuțiile respective nu s-au soldat cu recomandări precise: s-a ajuns la concluzia că, învățarea programării nu se reduce la memorizarea sintaxei unui limbaj, ci la dezvoltarea gândirii algoritmice a instruitului. O contribuție esențială în formarea gândirii algoritmice o au tehnicile și practicile de programare pentru îmbunătățirea calității codului sursă. Studiarea minuțioasă a structurilor de date și a complexității algoritmilor împreună cu tehnicile de programare sporesc exponențial gradul de optimalitate al algoritmului elaborat.

Cercetările în domeniul analizei și proiectării algoritmilor, tehniciilor de programare și-au lăsat o amprentă vizibilă în dezvoltarea tehnologiilor informaționale atât la nivel hard cât și la nivel soft. Acest fapt îl confirmă, de exemplu, decernarea premiului Turing de către Association for Computing Machinery, adesea considerat „Premiul Nobel pentru informatică”. Este important de subliniat, că primul laureat a fost, în 1966, Alan Perlis, Carnegie Institute of Technology, SUA, pentru influența esențială în domeniul tehnicilor de programare avansate și proiectării compilatoarelor. Printre Laureatii Premiului Turing, ca recunoaștere pentru contribuțiile sale la bazele teoriei algoritmilor, teoriei complexității computaționale, teoria NP-completitudinii se numără: Richard M.

Karp (1985), Juris Hartmanis și Richard E. Stearns (1993), Manuel Blum (1995). Pentru realizări fundamentale în proiectarea și analiza algoritmilor și structurilor de date, teoriei grafurilor l-au avut Edsger W. Dijkstra (1972), Robert W. Floyd (1978), John Hopcroft și Robert Tarjan (1986). Un loc aparte în lista laureaților premiului Turing îl are Donald E. Knuth (1974), premiat, pe bună dreptate, pentru contribuțiile majore aduse analizei algoritmilor și proiectării limbajelor de programare, în particular pentru contribuțiile sale la „Arta programării calculatoarelor” [116,117,118] prin deosebita și celebra sa serie de cărți cu acest titlu. Totuși, părintele informaticii teoretice și inteligenței artificiale este considerat Alan Mathison Turing.

Analiza programelor de formare inițială în domeniul informaticii, propuse de cele mai prestigioase universități din lume, privind includerea tehnicilor de programare ca disciplină de studii (capitolul 1, p.1.2) accentuează, încă odată, importanța vitală în formarea inițială a specialiștilor înalt calificați în arta programării. La fel, conținuturile incluse în cursul universitar *Tehnici de programare* subliniază că, este o disciplină de studiu destul de complicată în raport cu asimilarea de cunoștințe și formarea de abilități și competențe, fapt ce necesită abordări didactice speciale, uneori simulări ale procesului de implementare a algoritmului. Aceste procedee didactice nu sunt cercetate suficient, mai ales pentru disciplina respectivă.

Tehnicile de programare au un rol important în formarea culturii informaționale, în dezvoltarea capacității de a gândi creativ și a elabora algoritmi optimi în scopul obținerii soluțiilor eficiente a problemelor examinate.

Problema fundamentală, desprinsă din cele prezentate mai sus, și pusă în fața cadrelor didactice din instituțiile de învățământ superior este: Cum ar trebui modificată tehnologia didactică actuală pentru realizarea cu succes a procesului educativ: *student*→*student+competențe de programare și optimizare a algoritmilor*→*specialist competitiv*? [1119].

Progresul științelor educaționale a demonstrat că instruirea axată pe obiective nu mai poate fi aplicată într-o societate a cunoașterii din cauza fragmentării excesive a conținuturilor și conștientizării în timp îndelungat a întregului [120].

După cum menționa profesorul și inovatorul rus Шаталов В.Ф. încă în anii '60 „dacă am lua o pânză (desen) și am rupe-o în bucăți, apoi am pune elevul să le strângă la loc pentru a reface pânza, nu se știe dacă se va forma o percepție integră despre imaginea de pe pânză. Anume așa se predă în școală. Dar, dacă i-am arăta mai întâi imaginea întregă, atunci bucățelele rupte ușor și-ar găsi locul în refacerea pânzei” [121].

Analizând tehnologia didactică promovată de marele pedagog Шаталов В.Ф. se constată că, esența inovatoare a sistemului propus era implicarea elevului în procesul de studiu, motivarea pentru învățare, trezirea curiozității și a intereselor cognitive, dezvoltarea competențelor. La baza metodologiei pedagogice a lui Шаталов В.Ф. se plasează pedagogia cooperării, construirea unei relații deschise între profesor și elev, evaluarea interactivă care modifică procesul de învățare, autoeducarea, încurajarea lucrului independent etc.

Sistemul de instruire a lui Шаталов В.Ф. include în sine șase elemente – cheie: repetarea, evaluarea cunoștințelor, sistemul de evaluare a cunoștințelor axat pe încurajarea elevilor, metodologia de rezolvare a problemelor de un grad de complexitate înalt, conspectele de reper, activități sportive cu copiii. Conspectele de reper sau semnalele de referință, cum le numea Шаталов, erau prezentate elevilor sub forma unor scheme formate din elemente grafice conectate între ele, care permiteau elevului o însușire mai rapidă și de durată a materiei noi.

Revenind la conceptul sistemului de instruire modern, în instruirea axată pe competențe, obiectivele sunt plasate ca indicatori de competență. Obiectivele educaționale sunt văzute ca „intrări” în procesul didactic, iar competențele ca „ieșiri” din acest proces [122].

În documentul de politici educaționale Strategia „Educația 2020” [123] orientarea sistemului de învățământ spre formarea și dezvoltarea competențelor reprezintă scopul de bază al tuturor reformelor în sistemul educațional. Printre cele opt competențe-cheie date în Recomandarea Parlamentului European și a Consiliului Uniunii Europene [124] vom menționa trei dintre ele, care se referă nemijlocit la subiectul lucrării: competența matematică și competențe de bază în științe și tehnologii, competența digitală și competența de a învăța să înveți. Astfel, axându-ne pe principiile europene, se poate sublinia că, stabilirea unui nivel înalt al competențelor în științele reale și tehnologii este foarte important pentru dezvoltarea economică a țării. În acest caz se va recurge la adoptarea de noi strategii și tehnologii didactice pentru atingerea scopurilor puse și formarea de competențe propuse.

Un alt pilon în dezvoltarea sistemului educațional este trecerea de la învățământul centrat pe profesor la învățământul centrat pe instruit. Acest concept poate fi în mare măsură realizat prin adoptarea unor strategii și metode didactice interactive prin utilizarea de mijloace de învățământ adaptate pentru realizarea unei instruirii interactive.

Astfel, aplicarea noilor tehnologii informaționale și de comunicație în procesul didactic, permite interconectarea celor mai importante concepte ale învățământului modern (figura 1.8).

Autoarea Cojocariu V.-M. [125, p.70] definește mijloacele de învățământ ca „un ansamblu de instrumente, material, produse, adaptate și selectate în mod intenționat pentru a reuși atingerea finalităților procesului instructiv – educativ. Acestea sunt resurse materiale, care grație funcțiilor lor, conduc la realizarea scopurilor fundamentale ale acțiunii didactice ce ajută la desfășurarea procesului de învățământ; nu sunt altceva decât auxiliare care contribuie esențial la creșterea eficienței actului de învățare.”



Fig.1.8. Pilonii de bază ce contribuie la formarea unui specialist calificat

Tradițional în procesul de predare-învățare a cursului universitar *Tehnici de programare* se folosesc un număr limitat de instrumente didactice. Astfel, la predarea acestei discipline, profesorii din instituțiile de învățământ superior, se bazează, de obicei, pe utilizarea limbajelor de programare: C, C++, Java, Turbo Pascal etc. Dar, în opinia noastră, luând în considerație progresul tehnologiilor informaționale, procesul de studiere a tehnicilor de programare poate fi completat, destul de eficient, cu NTI, de exemplu, care țin de implementarea tablei interactive, sistemelor digitale de evaluare interactivă, sistemelor de management al învățării, instrumentele Google și, nu în ultimul rând, resursele Internet. Din acest punct de vedere, este foarte important ca profesorul să folosească metode active și stimulante care să-i solicite pe studenți să-și îndeplinească sarcinile de lucru și să atingă obiectivele propuse [126,127].

Conceptul didactic de „alfabetizarea vizuală” (visual literacy) devine nu numai popular dar și eficient în procesul didactic. În contextul respectiv, la studenți se dezvoltă gândirea vizuală care contribuie convingător la consolidarea abilităților ce țin de tehnicile de programare.

Dezvoltarea gândirii critice, creșterea abilităților studenților de a înțelege și a utiliza gândirea vizuală este facilitată și de folosirea materialelor și resurselor didactice care pot coopta atenția și stimula gândirea creativă prin intermediul

palettei de culori. Astfel de instrumente didactice, după cum confirmă unele cercetări [128], contribuie la eficientizarea procesului de învățare, sporind viteza de memorare cu peste 40%, intensificând motivația studentului pentru învățare, accentuând atenția, stimulând imaginația, crescând acuitatea de percepere și precizia [129].

Cercetătorul Öz H. [130] susține că, utilizarea tablelor interactive devine din ce în ce mai răspândită în procesul didactic, deoarece oferă profesorilor și studenților noi posibilități de a facilita predarea și învățarea. Deși există multe beneficii aduse de tabla interactivă, rolul profesorilor este să exploateze caracteristicile pozitive ale tablei interactive și să le integreze elegant în metodologiile de predare actuale. Isman A., Abanmy F. A., Hussein H. B., Al Saadany M. A. [131] susțin că, factorul cel mai important în îmbunătățirea experienței de predare este percepția profesorului. Pedagogii Gashan A.K. și Alshumaimeri Y.A. [132], la fel, au studiat problema percepției profesorilor în raport cu tabla interactivă ca un instrument de predare inovativ. Essig D. [133], în teza sa de doctor, afirmă că, dacă profesorul poate îmbunătăți procesul de predare-învățare prin aplicarea tablei interactive, atunci recompensa pentru implicarea sa vor fi rezultatele mult mai bune obținute de studenți în procesul de învățare. Mai mult decât atât, integrarea eficientă a tablei interactive în procesul didactic depinde de scopul formării, de cât de deschiși sunt profesorii în raport cu ideea de aplicare a tablei interactive și cât de mult sprijin este oferit de administrație.

Mai multe studii au examinat rolul tablelor interactive în instituțiile de învățământ din întreaga lume. Aceste studii s-au concentrat pe diferite aspecte ale tehnologiei respective în activitățile de învățare, inclusiv motivarea, atitudini, beneficii educaționale, precum și aspecte tehnice legate de încadrarea tablelor interactive în sălile de clasă. Cadrele didactice sunt agenți semnificativi, care facilitează încorporarea tablelor interactive ca instrumente didactice în sălile de clasă [134,135]. Trebuie punctat, însă, că lucrările metodice editate cu privire la aplicarea tablei interactive în procesul educațional vizează mai mult clasele primare, învățământul preuniversitar, mai puțin cel universitar. Mai mult a fost studiată aplicarea tablei interactive în domeniul științelor umanitare. Numărul de suporturi didactico-metodice de implementare a tablei interactive în procesul didactic este destul de redus la noi în țară cât și peste hotare.

Profesorii ar putea pune în aplicare table interactive din mai multe motive: reținerea atenției; facilitarea explicării noțiunilor complexe; simplificarea procesului educațional; îmbunătățirea interacțiunii între instruiți; centrarea pe student; diminuarea rolului profesorului declară cercetătorii Jang S.J. și Tsai M.F [136]. Pedagogii Калитин С.В. [137], Горюнова М.А. [138], Телегина И.В. [139],

Янченко М. С., Ермолаева В. В. [140] menționează că, încadrarea tehnologiilor informaționale în procesul educațional produc un șir de schimbări pozitive: activitatea cadrelor didactice devine mai creativă și atractivă; crește gradul de eficiență a învățării studenților; sporește productivitatea muncii etc.

Kershner R., Mercer N., Warwick P., Kleine, J.S. [141], Baran B. [142], Celik S. [143] consideră că, tabla interactivă oferă un suport esențial în promovarea și accelerarea nivelului de comunicare a participanților la procesul educațional, contribuie la dezvoltarea gândirii critice, are loc sporirea interactivității întregului grup de studenți. Integrarea tablei interactive în contexte educaționale a demonstrat că, această tehnologie poate îmbunătăți motivația și performanța celor care învață, susține Syh-Jong J. [144]. Utilizarea regulată a tablei interactive în activitatea pedagogică a schimbat metodologiile profesorilor de predare: de la metodele tradiționale la cele interactive axate pe dialog și lucrul în grup.

Studiile cu privire la opiniile profesorilor în raport cu aplicarea tablei interactive în procesul educațional au furnizat următoarele rezultate: (a) cei mai mulți profesori sunt convingși că tabla interactivă poate fi folosită ca un instrument eficient pentru prezentarea conținuturilor și asigură interactivitatea; (b) o mare parte din profesori aplică tabla interactivă ca proiector, pentru navigarea pe Internet și nu folosesc la maxim resursele puse la dispoziție de aceasta; acest fapt poate fi justificat de lipsa de cunoștințe cu privire la implementarea tablei interactive în activitatea didactică. [132]. Cercetătorii consideră că profesorii au nevoie de mai multă formare referitor la utilizarea tablei interactive în activitatea lor [145].

Există abordări pedagogice care se axează pe stabilirea factorilor determinanți ce contribuie la implementarea tablei interactive în învățământul superior [146]. Modalitățile, beneficiile, obstacolele etc. implementării tablei interactive în învățământul superior au fost în vizorul cercetătorilor Demirli C., Türel, Y.K. [147] Mathews-Aydinli J., Elaziz F. [148], Zastînceanu L. [149, p.94-98], Evdochimov R. [149, p.120-124], Popov L. [149, p.299-307], Măță L., Lazăr Iu., Lazăr G. [150].

Astfel, în urma analizei cercetărilor științifico-didactice efectuate de autorii de la noi din țară se poate sublinia că, tabla interactivă, sistemele de testare interactivă sunt instrumente didactice digitale, relativ neexplorate în Republica Moldova.

Analiza cercetărilor metodologice existente în domeniul implementării NTI în procesul de studiere a disciplinei universitare *Tehnici de programare* a permis evidențierea nedefinitivării conceptelor metodice în raport cu această disciplină. Astfel, problema identificării strategiilor, mijloacelor și metodelor didactice efective de instruire în domeniul tehnicilor de programare este actuală.

Concluzii la capitolul 1

1. Implementarea NTI în procesul didactic este motivată de expansiunea TIC în toate ramurile economiei globale, stimulând, astfel, dezvoltarea economiei naționale și pregătind terenul pentru integrarea rapidă în economia regională care devine tot mai competitivă. Caracterul TIC, ca factor integrator, devine tot mai pronunțat în evidențierea conexiunilor interdisciplinare și creșterea importanței culturii informaționale.
2. Experiența pozitivă acumulată și practicile de succes în sistemul de învățământ superior internațional, privind implementarea TIC în educația algoritmică, demonstrează nivelul avansat al culturii informaționale și pregătirea tinerii generații de informaticieni pentru a face față provocărilor existente pe piața muncii în domeniul IT.
3. Creșterea performanțelor și nivelului profesional ale profesorilor universitari este în conexiune directă cu gradul de înțelegere și cultivarea abilităților privind implementarea tehnologiilor didactice moderne și capacitatea de a regândi, reexamina strategiile educaționale în procesul de predare-învățare-evaluare a cursurilor de informatică modernă. Obiectivele respective pot fi realizate asigurând și dotând sistemul de învățământ superior cu echipamente electronice avansate (table interactive, sisteme de testare interactive, tehnică de calcul de ultima oră etc.), instrumente software, manuale, ghiduri, materiale didactice performante, adoptarea unor soluții open source în domeniul educației cât și posibilități de documentare și perfecționare în centre universitare recunoscute în acest domeniu.
4. NTI au o dinamică și un ritm de dezvoltare cu mult mai intens comparativ cu fundamentarea didactică și implementarea lor în procesul de studiere a disciplinelor informatice de la noi din țară, inclusiv, în raport cu disciplina universitară *Tehnici de programare*.
5. Tendința de aplicare a NTI în procesul didactic din aria universitară este mai scăzută în comparație cu cea din mediul preuniversitar. Acest lucru este confirmat și de numărul mai redus de lucrări metodice editate cu privire la implementarea TIC în procesul educațional
6. universitar.
7. Analiza programelor de formare inițială a viitoarelor cadre didactice și specialiști din domeniile Informaticii și Tehnologiilor Informaționale, propuse de universitățile de peste hotare și de la noi din țară, privind includerea tehnicilor de programare ca disciplină de studii, permite de a accentua importanța acestui curs în formarea și dezvoltarea competențelor ce țin de arta programării. Conținuturile incluse în cursul universitar *Tehnici de programare*

subliniază că, este o disciplină de studiu destul de complicată în raport cu asimilarea de cunoștințe și formarea de abilități și competențe, fapt ce necesită abordări didactice speciale, care, la ziua de azi, nu sunt cercetate suficient, mai ales pentru disciplina respectivă. Astfel, este relevantă problema identificării strategiilor, mijloacelor și metodelor didactice efective de instruire în domeniul tehnicilor de programare.

8. Reieșind din cele menționate conchidem că, este actuală următoarea **problemă de cercetare**: determinarea fundamentelor teoretice și metodologice ale eficientizării procesului de studiere a disciplinei universitare *Tehnici de programare* prin intermediul NTI în cadrul formării inițiale a viitoarelor cadre didactice și specialiști din domeniile Informaticii și Tehnologiilor Informaționale orientat spre dezvoltarea competențelor profesionale.
9. Pentru rezolvarea problemei de cercetare este necesar:
 - (a) de a elabora un model pedagogic orientat spre eficientizarea procesului didactic la disciplina universitară *Tehnici de programare* prin implementarea NTI;
 - (b) de a argumenta reperele teoretice și metodologice de aplicare a modelului pedagogic în studierea disciplinei universitare *Tehnici de programare*;
 - (c) de a perfecționa complexul instructiv-metodic la disciplina universitară *Tehnici de programare*, cu implementarea NTI;
 - (d) de a valida prin experiment pedagogic eficiența modelului pedagogic propus și de a optimiza procesul de predare - învățare - evaluare a cursului universitar *Tehnici de programare* prin valorificarea NTI.

2. MODELUL PEDAGOGIC ȘI METODOLOGIA DE INTEGRARE A NOILOR TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE ÎN PROCESUL DIDACTIC LA DISCIPLINA UNIVERSITARĂ „TEHNICI DE PROGRAMARE”

2.1. Analiza didactico-istorică de utilizare a TIC în procesul educațional

Dezvoltarea TIC din ultimele decenii dictează abordarea de noi paradigme pentru înregistrarea progresului educațional la diferite nivele. Se impun schimbări majore, structurale în sistemul educațional din întreaga lume. Trecerea la metodologia activă, centrată pe instruit și axată pe formarea la instruiți a competențelor și a capacității de învățare continuă, presupune implicarea acestuia cât și a cadrului didactic în procesul de predare – învățare - evaluare. În acest context, TIC devin instrumentele principale pentru realizarea acestui proces.

Dezvoltând ideile privind evoluția TIC punctate în [151], în opinia noastră, pot fi evidențiate următoarele etape principale caracterizate de un anumit indiciu:

- ✓ 1950-1960: interacțiunea dintre om și calculator este în limbaj – mașină; computerul este disponibil numai pentru profesioniști;
- ✓ 1960-1970: crearea sistemelor de operare; procesarea mai multor operații simultan formulate de diferiți utilizatori; obiectivul principal - utilizarea maximă a resurselor de mașini;
- ✓ 1970-1980: mărirea eficienței de prelucrare a datelor; dezvoltarea și întreținerea software-ului; apariția PC-urilor; modul interactiv de interacțiune a mai multor utilizatori;
- ✓ 1980-1990: un nou salt calitativ al tehnologiei de dezvoltare de software; elementul-cheie al noilor tehnologii informaționale este reprezentarea și prelucrarea cunoștințelor; se creează baze de cunoștințe, sisteme expert; distribuirea globală a PC-urilor;
- ✓ 1990-2000: apariția Internet-ului; resursele web; conectarea în masă a PC-urilor la Internet.
- ✓ 2000-2015: dezvoltarea intensă a tehnologiilor hardware, software și de comunicație, a rețelelor informaționale și diverselor platforme de comunicare și socializare pentru utilizarea în masă.

Efectuând o incursiune în istoria implementării TIC în procesul educațional pot fi evidențiate următoarele etape [1]:

- ✓ 1920: Sidney Pressey, specialist în psihologie educațională, Ohio State University, creează prima mașină pentru testarea cunoștințelor studenților pe bază de întrebări cu răspunsuri multiple;

- ✓ 1940: lecții radio; primele emisiuni televizate cu scop instructiv (SUA, Europa); organizarea teleconferințelor cu subiecte educaționale; apar posturi TV educaționale atât la nivel național cât și internațional;
- ✓ anii '50: B.F. Skinner dezvoltă o nouă variantă a mașinii lui Pressy în care organizarea învățării are la bază metoda instruirii programate. Calculatorul oferă un program didactic liniar: *informație*→*sarcină*→*răspunsul instruitului*→ *aprecierea răspunsului* în termeni *corect/greșit*→*următoarea secvență de informație*. Ulterior apar programele cu ramificații: în dependență de răspunsul instruitului programul furnizează secvența următoare sau el primește explicații asupra greșelilor comise;
- ✓ anii '60: se ajunge la concluzia că primele programe software aveau la bază o strategie de învățare rigidă și utilizau computerul numai pentru a trece de la o pagină la alta; apare ideea că învățarea unui limbaj de programare este un mod eficient de utilizare a computerului în învățământ;
- ✓ anii '70: modificarea strategiei didactice, se trece de la programele aflate integral sub controlul computerului la programe care permit inițiativa instruitului; inovațiile hardware și crearea de terminale care permit accesul multi-user la calculatorul central; cercetări experimentale privind modul de utilizare a computerului ca mediu de instruire;
- ✓ anii '80 + : proliferarea calculatoarelor personale, relativ ieftine, și cu posibilități extinse de realizare a dialogului cu un utilizator neprofesionist; apariția Internet-ului; conectarea la resursele web; pe măsură ce subiecții încep să scrie propriile programe, în diverse limbaje de programare, se produce o creștere a gradului de maturizare intelectuală, specifică situației în care cel ce învață este implicat direct în actul învățării;
- ✓ anii 2000+: dezvoltarea la nivel mondial a soft-urilor educaționale; apariția de politici și strategii educaționale de implementare a TIC-ului în procesul didactic; dezvoltarea tehnologiilor hardware, software și de comunicație, integrarea lor în mediul educațional, are ca consecință dezvoltarea metodologiilor de învățare noi, centrate pe instruit.

Analizând situația cu privire la implementarea TIC în procesul de studiere a tehnicilor de programare se conturează următoarele elemente de bază:

- ✓ apariția limbajelor de programare și a calculatoarelor personale (anii 80), au permis implementarea algoritmilor, descriși în pseudocod sau prin aplicarea schemelor logice, într-un limbaj de programare; acest lucru a dus la studierea profundă a structurilor de date, a complexității algoritmilor etc;
- ✓ dezvoltarea resurselor hardware și software (proiectorul, MS Office, anii 90+), au permis o nouă prezentare a tehnicilor de programare; cursurile

- electronice devin accesibile pentru studenți; apariția limbajelor de programare vizuale, de exemplu Delphi, oferă posibilitate profesorilor în crearea de materiale didactice electronice: simulatoare, jocuri didactice pe calculator, programe de instruire, programe de evaluare etc;
- ✓ conectarea la resursele web deschide orizonturi enorme sporind posibilitățile și viteza de comunicare între instruiți: poșta electronică, crearea de forum-uri, chat-uri.
 - ✓ în 2001 este lansată platforma integrată de instruire asistată de calculator și gestiune a conținutului AeL (SIVECO, România), oferind suport pentru predare și învățare, testare și evaluare, administrarea conținutului, monitorizarea procesului de învățământ și concepție curriculară; AeL pune la dispoziția celor interesați de studierea tehnicilor de programare suporturi didactice (material teoretic, simulatoare, rezolvări de probleme în regim interactiv, coduri sursă etc) pentru următoarele subiecte: structuri de date (liste, stive, cozi, arbori), algoritmi de căutare pe șiruri, recursia, tehnica backtracking, tehnica divide et Impera, grafuri și algoritmi din teoria grafurilor etc;
 - ✓ lansarea site-ului **.campion** în 2003; aici pot fi accesate software pe algoritmi din teoria grafurilor cu indicarea algoritmului (pseudocod, limbajul Pascal, C++) și estimarea complexității ; arhiva de probleme; concurs online de programare;
 - ✓ site-ul **infoarena.ro**, lansat în 2003, conține: (a) arhiva educațională cu probleme ce urmăresc implementarea unui singur algoritm, structuri de date sau tehnici de programare, acestea izolează un singur aspect teoretic; accesul la surse este deschis iar în enunț se găsesc indicii de rezolvare, link-uri către surse și articole pe subiect; (b) arhiva de probleme conține peste 1600 de probleme; (c) probleme de la diverse concursuri de programare; (d) articole pe diverse tematici (structuri de date, tehnici de programare, noțiuni matematice, algoritmi etc);
 - ✓ unul din cele mai populare site-uri web, accesat de profesorii de informatică, în predarea tehnicilor de programare este **youtube.com** (anul lansării 2005); aici pot fi găsite materiale cu privire la: metodele de sortare, recursia, backtracking, divide et impera, algoritmi greedy, programare dinamică, branch and bound algorithm; resurse plasate de cele mai prestigioase universități din lume;
 - ✓ site-urile utilizate pentru dezvoltarea competențelor de programare: codingame.com, hakerrank.com, codeforces.com, codechef.com, root.me.org etc;

- ✓ prin accesarea paginilor web a celor mai prestigioase universități din lume, atât profesorii cât și studenții, au acces la materiale electronice de calitate (audio, video, simulatoare, suport teoretic, teste, lucrări de laborator, coduri de program etc);
- ✓ implementarea Learning Management System și LCMS-urilor;
- ✓ aplicarea tablelor interactive, sistemelor de testare interactivă pentru care, cu părere de rău, încă nu sunt create suporturi didactice referitoare la implementarea lor în procesul de studiere a tehnicilor de programare.

Examinând evoluția dezvoltării tehnologiilor informaționale, descrisă mai sus, se observă și o dezvoltare accelerată a diverselor strategii și metode didactice implementate în procesul de predare-învățare a informaticii.

2.2. Elaborarea modelului pedagogic de predare-învățare-evaluare al cursului universitar Tehnici de programare prin implementarea NTI

În Republica Moldova printre universitățile de top care asigură piața muncii cu specialiști de înaltă calificare în domeniul Informaticii și Tehnologiilor Informaționale (domeniile științe exacte și științe ale educației) sunt UTM, USM, UST, USARB, USCH, ASEM.

Cercetătorii Cabac V. și Deinego N. [49] punctează un șir de particularități legate de formarea în domeniul programării: (a) necesitatea de aliniere continuă la schimbările extrem de rapide, care au loc în domeniul informaticii și tehnologiilor informaționale; (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 extinderea educației pe tot parcursul vieții.

Necesitatea studierii tehnicilor de programare este dictată de dezvoltarea vertiginoasă a sistemelor informaționale, de apariția rapidă a diverselor soft-uri, de necesitatea rezolvării unui set mare de probleme economice, medicale, de proiectare, de dezvoltare a unui șir cât mai larg de simulatoare pentru diverse fenomene tehnice, biologice, fizice etc, iar pentru studenții cu profil pedagogic: obținerea performanțelor în domeniul programării la diferite etape: școlară, sector; zonală, republicană, internațională pentru a instrui cetățeni competitivi pe piața atât națională cât și internațională. Tehnicile de programare au un rol important în formarea culturii informaționale, în dezvoltarea capacității de a gândi creativ și a elabora algoritmi optimi în scopul obținerii soluțiilor eficiente a problemelor examinate.

Astfel, după o analiză profundă a cerințelor impuse de imperativele timpului și a practicilor de aplicare a TIC în formarea inițială a specialiștilor de informatică

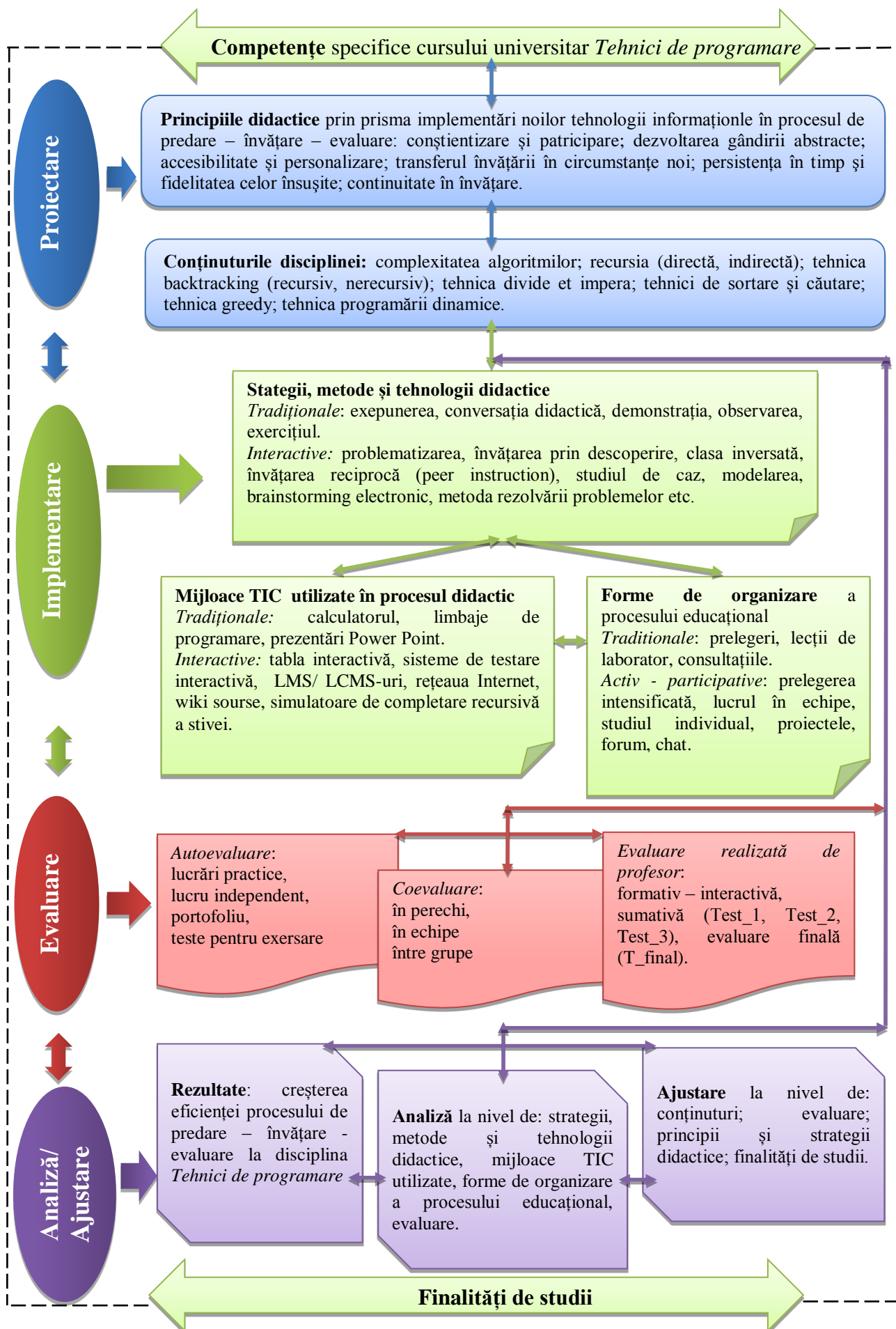


Fig.2.5. Modelul pedagogic de predare – învățare – evaluare a cursului universitar *Tehnici de programare* prin implementarea noilor

(domeniile științe ale educației și științe exacte) a fost elaborat modelul pedagogic de predare – învățare – evaluare al cursului universitar *Tehnici de programare* prin implementarea noilor tehnologii informaționale (figura 2.5). Pe parcursul a mai multor ani, autorul a pus în aplicare mai multe episoade (fragmente), componente actuale, ale acestui model complex.

Analogiile model-realitate, în dezvoltarea științelor educației, constituie strategii de cercetare importante, deseori necesare pentru cunoașterea fenomenelor și proceselor manifestate în procesul educațional, oferind câmp de validare, îmbunătățire sau reorganizare a multitudinii de metode de învățare.

Prin model putem înțelege fie un sistem teoretic, fie un element concret, fizic, material prin care sunt cercetate, într-o manieră indirectă calitățile, caracteristicile, proprietățile și transformările unui alt sistem, de regulă mai complex, cu care primul sistem se găsește într-o ipostază de comparație, de analogie. Modelul constituie resursa pedagogică esențială a metodei modelării cu potențial de strategie directă, multifuncțională.

După C. Bîrzea [152] se disting trei sensuri în utilizarea termenului de model:

- *sensul normativ*: imitarea sau reproducerea conduitei, datorită valorii și semnificației sale; persoană, fapt sau obiect cu calități reprezentative pentru o întreagă categorie; obiect original după care pot fi reproduse obiecte asemănătoare, într-un număr infinit de copii;
- *sensul artistic*: persoană sau obiect căroră artistul le va reproduce imaginea; obiect de aceeași formă cu un alt obiect, mai mare sau mai mic; formă miniaturizată sau mărită;
- *sensul științific*: reprezentare grafică simplificată sau tridimensională a unei idei, a unui proces sau sistem; ansamblu de elemente sau variabile care alcătuiesc un sistem simbolic sau social; reprezentare logică sau matematică a unei teorii.

Modelul poate fi considerat, în valorificarea sa epistemologică, psihologică și pedagogică, o sursă metodologică generală care stimulează procesele de cunoaștere totală a realității. Din această perspectivă, putem înțelege prin model o construcție reală sau imaginată a oricărui obiect, fenomen, proces care reflectă trăsăturile esențiale ale obiectului cercetat.

А.Н. Дахин [153] definește modelul pedagogic drept „un sistem logic, consecutiv de elemente specifice, care include: scopul educației, conținuturile didactice, proiectarea tehnologiei didactice și a tehnologiei de gestionare a procesului de învățământ, planele de învățământ”. Autorul menționat identifică

următoarele tipuri de modele didactice: liniare, de grup, integratoare, inovatoare, modelul adaptiv.

Modelul pedagogic impune obiectivele și schema de educație, care determină: de ce? și ce se va studia; cine și cum va pune în aplicare activitățile de predare și învățare. Conform clasificării efectuate de E.A. Солодова și Ю.П. Антонов în modelele didactice pot fi evidențiate: modele „macro”, care definesc conceptul de dezvoltare a sistemului de învățământ și modele „de mijloc”, care modelează calitatea procesului didactic într-o instituție de învățământ [154].

Modelul pedagogic elaborat se deosebește de alte modele de formare a viitoarelor cadre didactice și specialiști din domeniile Informaticii și Tehnologiilor Informaționale prin:

- (1) scopul propus – creșterea calității procesului de studiere a disciplinei universitare Tehnici de programare prin aplicarea NTI sub aspect multifuncțional: ca instrumente de predare, ca instrumente de învățare și ca instrumente de evaluare în procesul de formare inițială a viitorilor profesori de informatică și specialiști în domeniul informaticii și TI;
- (2) conținuturile incluse în modelul propus corelează cu standardul curricular la disciplinele informatice pentru programele de studii universitare - Computer Science Curricula (2013) [155, p.55-61];
- (3) adaptarea principiilor didactice tradiționale în învățarea centrată pe student prin prisma implementării TIC în procesul didactic (conștientizare și participare, dezvoltarea gândirii abstracte, accesibilitate și personalizare, transferul învățării în circumstanțe noi, persistența în timp și fidelitatea celor însușite, continuitate în învățare);
- (4) formarea inițială a viitoarelor cadre didactice și specialiști din domeniile Informaticii și Tehnologiilor Informaționale este realizată într-un mediu tehnologizat. Astfel, tabla interactivă, sistemele de evaluare interactivă sunt principalele instrumente didactice utilizate, care fiind conectate cu tehnologiile informaționale de o largă circulație (sisteme de management a învățării, instrumente web (email, chat, forum, blog)); tabla interactivă, sistemele de evaluare interactivă sunt instrumente relativ noi, aplicate în procesul didactic, iar experiența de utilizare a acestor instrumente a condus la creșterea eficienței strategiilor didactice interactive și, în final, la obținerea unor rezultate academice mai bune în grupele experimentale;
- (5) combinarea modurilor de organizare a instruirii în cadrul modelului este realizată face to face cu elemente de învățământ la distanță, fiind aplicat și la secția cu frecvență redusă;

- (6) modelul propus permite de a orienta întregul proces de formare spre îmbunătățirea experiențelor de învățare a studenților, spre implicarea lor activă în procesul didactic, prin promovarea unei metodologii didactice centrate pe student prin strategii didactice interactive cu implementarea NTI. O atenție deosebită se acordă metodelor peer instruction, problematizarea, rezolvarea problemelor etc;
- (7) implementarea evaluării interactive, prin intermediul sistemelor digitale de testare interactivă, în procesul de predare-învățare permite 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.

Proprietățile fundamentale ale modelului pedagogic elaborat, punctate prin prisma disciplinei *Tehnici de programare*, sunt:

- *Polivalență*. Procesul de instruire la disciplina *Tehnici de programare* este direcționat conform următoarei scheme: formarea competențelor se axează inițial pe prerechizitele obligatorii (noțiuni de algoritm, structuri de date, fundamente matematice etc.), iar dezvoltarea competențelor implică nemijlocit interdependența dintre competențele deja formate. De exemplu, pentru însușirea recursiei este necesar ca studentul să posede așa noțiuni ca: memorie, stivă, subprogram, definiția recursivă a unei funcții matematice etc. Competențele formate la acest modul (recursia) vor fi ulterior dezvoltate și vor contribui la formarea de noi competențe, de exemplu, la studierea backtracking-ului recursiv, tehnicii divide et impera cu implementare recursivă, programării dinamice etc.
- *Flexibilitate*. Competențele și finalitățile de studii prevăzute de standardul curricular la disciplina *Tehnici de programare* pot fi modificate, dezvoltate/lărgite, înlocuite cu altele mult mai complexe în dependență de cerințele angajatorului, de politicile educaționale adoptate, și, nu în ultimul rând, de necesitățile proprii ale instruiților. Același lucru se poate menționa și despre subiectele incluse în standardul curricular la disciplina *Tehnici de programare*. Un alt aspect al flexibilității modelului este integrarea evaluării interactive în procesul de predare-învățare.
- *Continuitate*. Formarea competențelor specifice cursului universitar *Tehnici de programare* începe de la prerechizite, trecând prin blocurile principale ale modelului pedagogic propus (proiectare, implementare, evaluare, ajustare) asigurând finalitățile de studii. Competențele formate și dezvoltate în cadrul acestui curs servesc drept prerechizite pentru alte cursuri, de exemplu, *Teoria*

recursiilor, Bazele programării dinamice (ciclul II, masterat) etc., asigurând astfel dezvoltarea unei competențe principale ale secolului XXI - Life Long Learning.

- *Multifuncționalitate.* În modelul pedagogic elaborat, NTI sunt implementate în cadrul celor trei componente ale procesului didactic: predare, învățare, evaluare promovând o instruire centrată pe student și axată pe formarea de competențe și asigurarea finalităților de studii. În modelul pedagogic propus are loc combinarea modurilor de organizare a instruirii: prezențial cu elemente de învățământ la distanță, fiind dirijate de cadrul didactic.
- *Originalitate.* Modelul pedagogic este inedit prin faptul că direcționează eficient implementarea tehnologiilor informaționale existente cât și a celor care urmează să fie dezvoltate, indiferent de complexitatea lor, în procesul de predare-învățare-evaluare a cursului universitar *Tehnici de programare*, sporind astfel performanța academică a studenților.

2.3. Metodologia utilizării modelului elaborat

2.3.1. Competențe, finalități de studii, principii, strategii didactice dezvoltate și aplicate în formarea inițială a studenților în cadrul cursului universitar Tehnici de programare

Astăzi, în mediul educațional, se discută tot mai intens problematica formării competențelor. După Guțu VI. „competența reprezintă capacitatea de selecție, combinare și utilizare adecvată, sub forma unui ansamblu integrat și dinamic a cunoștințelor, abilităților (cognitive, acționale, relaționale) și a altor achiziții (valori și atitudini), în vederea rezolvării cu succes a unei anumite categorii de situații problemă, în diferite contexte și în condiții de eficacitate și eficiență” [156].

Pedagogul Botnari V. formulează noțiunea de competență drept o „integralitate imanentă a achizițiilor subiectului din momentul în care acceptă și își propune să atingă un scop” [157, p.86].

Pedagogii Silistraru N. și Golubițchi S. [158, p.71-87] menționează că „a fi competent înseamnă a avea capacitatea de a rezolva o problemă, a adopta o decizie, a desfășura cu eficacitate o anumită activitate”.

Chiș V. formulează definiția competenței astfel: „Competența înseamnă deținerea și dezvoltarea cunoștințelor și abilităților, a atitudinilor adecvate și a experiențelor necesare pentru performanțe bune în rolurile asumate” [159, p.190].

După Cucoș 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” [160, p.50].

Cercetătorul Minder M. definește competența drept cunoștințe dinamice, care pot fi mobilizate în diverse situații [161].

Competențele specifice se definesc pe un obiect de studiu (disciplină, curs universitar) și se formează pe durata desfășurării cursului (un semestru, un an de studii); ele derivă din competențele generale, fiind etape în achiziționarea acestora. Competențele specifice care vor fi formate și dezvoltate în cadrul disciplinei *Tehnici de programare* sunt descrise în standardul curricular al cursului [Anexa 2]. Etapele și algoritmul de formare a competențelor sunt ilustrate în [162, p.84-85].

Axarea procesului de formare profesională pe formarea de competențe mărește considerabil funcționalitatea achizițiilor academice și condiționează instituțiile de învățământ superior să se orienteze spre cerințele pieței muncii.

Profesorul Cabac V. susține că „axarea programelor de studii pe finalități de studii reprezintă un nou concept, o nouă formă de proiectare a procesului didactic, care cuprinde două direcții centrale: (1) plasează studentul în centrul procesului de formare și (2) face posibilă explicarea extinderii conceptului de competență în domeniul educației” [163].

Definiția succintă a *finalităților de studii* este: formularea a ceea ce studentul va fi capabil să cunoască, să înțeleagă, să demonstreze după finalizarea procesului de instruire sau a unei părți a lui (un curs universitar). Finalitățile de studii reprezintă conexiunea dintre angajatori și instituțiile de învățământ.

Precizarea finalităților de studii: la nivel internațional, național, la nivel de instituție de învățământ, la nivel de program de studii și la nivel de unitate de curs asigură cele șapte tipuri de mobilități (academică, profesională, verticală, orizontală, geografică, socială, fizică) a studenților și absolvenților.

Finalitățile de studii a cursului universitar *Tehnici de programare* (UST, domeniile generale de studii științe exacte și științe ale educației) sunt dictate de cerințele pieței de muncă în specialiști calificați în domeniul programării, în buni profesori de informatică, capabili să crească și să educe o generație competitivă în arta programării atât la nivel național cât și internațional [Anexa 2].

Un program de studii trebuie să conțină atât competențele ce vor fi dezvoltate la studenți cât și finalitățile de studii. Acest lucru poate fi explicat în felul următor: competența este utilizată la descrierea standardelor profesionale, este folosită la locul de muncă, iar finalitățile de studii evaluează nivelul de dezvoltare a competențelor și se regăsesc în documentele de calificare, ele nu se referă direct la locul de muncă [7. p.32-33].

Efectuând o sinteză a celor relatate mai sus și ținând cont de documentele proiectului Tuning [164] diferențele dintre noțiunea de *competență* și *finalități de studii* au fost sintetizate în figura 2.6.

Competențe	Finalități de studii
<ul style="list-style-type: none"> • cunoștințe dinamice, abilități, atitudini • formarea competențelor este obiectivul unui program de studii • sunt formate și evaluate în cadrul unităților de curs • sunt achiziționate de student 	<ul style="list-style-type: none"> • ce studentul va fi capabil să cunoască, să înțeleagă, să demonstreze, să aplice la finele unei perioade de studii • exprimă gradul de dezvoltare a competențelor • stipulează condițiile pentru alocarea de credite la finele unui curs • sunt fixate de către profesor

Fig.2.6. Diferențele dintre noțiunea de competență și finalități de studii

Relațiile dintre competențe, scopuri, obiective și finalități de studii sunt oglindite și în [165, p.79-84].

Ca parte componentă a modelului didactic propus de autor sunt principiile didactice care asigură, alături de alte norme, reguli și legi – *normativitatea didactică*, fapt ce contribuie la o funcționalitate optimă a procesului didactic.

Etimologic, termenul de *principiu* vine din latină: *principium* – început, origine, bază, temei, derivat din *princeps* - primul, cel mai mare, cel mai important - având sensul de început și conducere.

Generalizând experiența pozitivă a practicii educaționale, principiile didactice redau „ceea ce trebuie” sau „ceea ce nu trebuie” să fie făcut în activitatea didactică: norme, reguli, obligații, restricții, și accepții referitoare la activitatea cadrului didactic și, evident, și la activitatea studenților.

Autorul propune o adaptare a principiilor didactice tradiționale în învățarea centrată pe student prin prisma implementării TIC în procesul didactic:

- ✓ *conștientizare și participare*: plasarea studentului în centrul propriului proces de formare; participarea interactivă atât la nivel funcțional: student, profesor – TIC, cât și la nivel relațional: cadru didactic – student și invers; implicarea lui în activități multiple desfășurate sincron/asincron cu stimularea dată de îndeplinirea a cât mai multe sarcini din cele propuse; studenții vor fi implicați într-o multitudine de activități, care să impună participare activă: dezbateri, studii de caz, experimente simulate, rezolvare de probleme etc.; motivarea studenților prin publicarea rezultatelor pe blog-ul profesorului, în chat, forum-uri, e-mail comun, astfel, el va manifesta un interes sporit și va depune un efort mai mare pentru ca acestea să fie cât mai bune;

- ✓ *dezvoltarea gândirii abstracte*: elaborarea de modele matematice a problemelor din viața reală; crearea și utilizarea simulatoarelor; accesul la diverse simulatoare online; de exemplu, de pe youtube.com, AeL etc.);
- ✓ *accesibilitate și personalizare*: tehnologiile moderne permit crearea unui mediu de învățare personalizat; implementarea se realizează cu respectarea particularităților de vârstă, dar și în funcție de stilul de învățare și tipul de inteligență (cu referire la inteligențele multiple) și care să permită parcurgerea în ritmul propriu; pot fi create module specifice pentru activități diferențiate, în concordanță cu posibilitățile studenților și dificultățile de învățare;
- ✓ *transferul învățării în circumstanțe noi*: optimizarea algoritmilor elaborați anterior; alcătuirea modelelor matematice și crearea de programe pentru diverse probleme luate din viața cotidiană; crearea de modele, simulatoare care ar permite vizualizarea unor situații, fenomene din viața reală;
- ✓ *persistența în timp și fidelitatea celor însușite*: cursul *Tehnici de programare* are o baza intuitivă, concret - senzorială, cu suficiente aplicații practice; cursul este sistematizat și permite însușirea conștientă și prin efort propriu, permițând completări și aprofundări continue; rezolvarea sarcinilor și însușirea conținuturilor prin utilizarea TIC permit revenirea până la formarea deplină a competențelor;
- ✓ *continuitate în învățare*: activitățile se vor planifica riguros și se vor baza pe o parcurgere logică, firească asigurând viitorului specialist formarea unor competențe solide, care să-i asigure în viitor o dezvoltare profesională și care să-i permită de a-și continua educația pe tot parcursul vieții; este demonstrat de practica educațională că, o mare parte din activitățile cadrului didactic universitar sunt „copiate” de discipoli în carierele lor proprii; de exemplu, etapizarea rezolvării unei probleme, stilul de programare, TIC aplicate etc.)

O direcție fundamentală în proiectarea și dezvoltarea educației este trasat de conceptul de curriculum. Curriculumul este o parte componentă de bază a procesului didactic. Dicționarul Oxford Advanced Learner's Dictionary definește noțiunea de curriculum ca: subiecte incluse într-un ciclu de studii într-o școală sau colegiu (The subjects comprising a course of study in a school or college).

Semnificația modernă a noțiunii de curriculum a fost lansată în pedagogia secolului XX de John Dewey. Curriculumul se referă nu numai la conținuturile incluse în programele de studii, ci și la experiențele de învățare a subiecților supuși formării.

Analiza procesului educațional din punct de vedere curricular atribuie activității didactice o imagine transparentă asupra tuturor tipurilor de cunoștințe,

capacități necesare, conform caracteristicilor culturii și ale colectivului de studenți [166].

Cercetătorul și pedagogul român, Cerghit I. optează pentru a trece de la paradigma învechită a conținutului învățământului ce vizează cunoștințele, de la sintagma „a ști”, la conceptul de curriculum, care pune accentul pe „a ști să faci” și se referă la formarea de competențe și finalități de studii [167, p.14].

Din punct de vedere structural, curriculumul este un program de studiu care include: finalitățile de studii, definește competențele ce urmează a fi dezvoltate, timpul de instruire, conținuturile învățării, strategiile, metodologia, mijloacele didactice. Curriculum pe discipline de studii este organizat după modelul hexagonal [158, p.44-60].

Astfel, curriculumul la disciplina *Tehnici de programare* [Anexa 2] a fost elaborat după modelul hexagonal [158, p.51].

Traectoria pe care ne deplasăm de la necunoaștere la cunoaștere, de la idei la realități, de la scopuri la soluții poate fi redată și traversată în diferite feluri, aplicând diferite strategii. Recunoașterea că, predarea este o gândire strategică face posibilă stăpânirea reușită a situațiilor de instruire, făcând economie de efort (fizic, intelectual, psihologic) și având consecințe maxime pozitive [167, p.325-326].

Strategia didactică reprezintă o combinație optimă a metodelor, procedurilor, mijloacelor didactice și a formelor de organizare a procesului de învățământ; se structurează în funcție de concepția pedagogică a profesorului și de competențele de care dispune acesta; tipologie: inductive/deductive, analoge, dirijate sau algoritmice/libere sau euristice [160,168].

După Cerghit I. [167], strategia didactică poate fi privită ca: un mod integrativ de tratare și acțiune; o structură procedurală; un lanț de decizii; o interacțiune optimă între strategiile de predare, strategiile de învățare și cele de evaluare.

Oprea C.-L. Definește strategia didactică ca fiind „ansamblul complex și circular de metode, tehnici, mijloace de învățământ și forme de organizare a activității, complementare, pe baza cărora profesorul elaborează un plan de lucru cu elevii, în vederea realizării cu eficiență a învățării” [169]. Etapele de elaborare a unei strategii didactice sunt ilustrate în figura 2.7.

Cercetările în domeniul didacticii pun la îndemâna profesorului o diversitate largă de strategii didactice. Sunt adoptate mai multe criterii de clasificare a strategiilor didactice: gradul de generalitate, prioritățile acordate în procesul didactic, chintesența activităților realizate de student, nivelul de implicare a cadrului didactic în procesul de cunoaștere, logica gândirii urmată de studenți,

gradul de dirijare a învățării, factorii de motivare a învățării, nivelul de implementare TIC în procesul didactic [167].

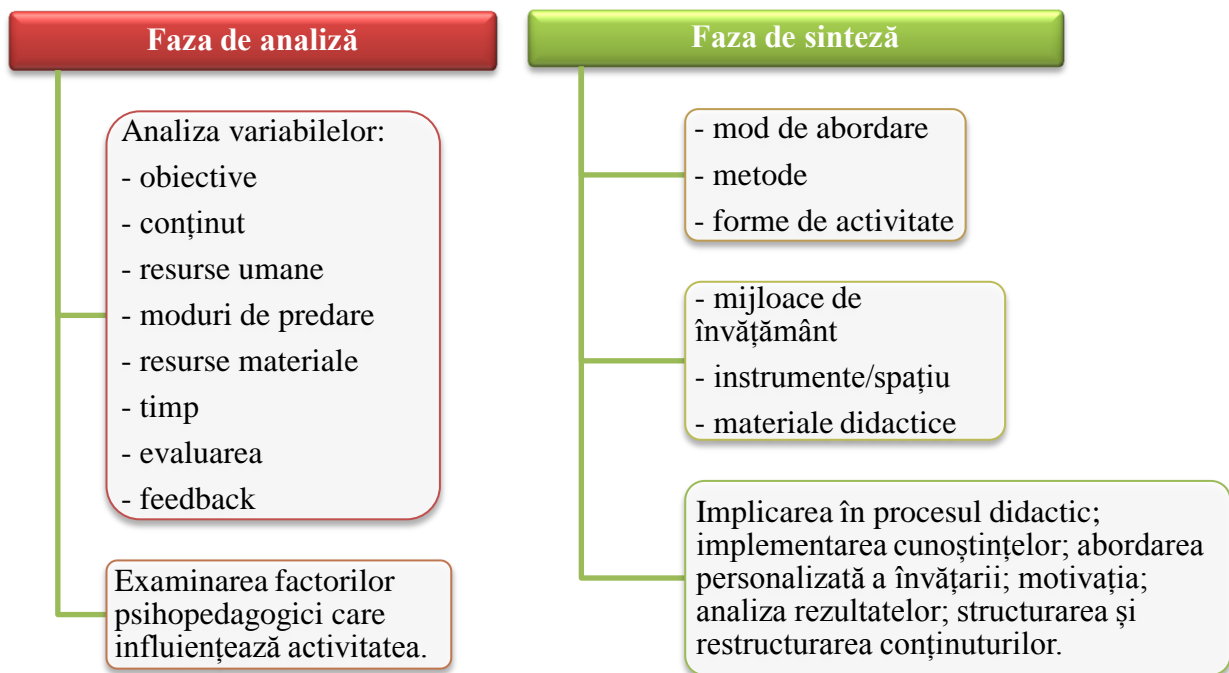


Fig.2.7. Etapele de construire a unei strategii didactice

Strategiile didactice aplicate de autor în procesul de instruire din cadrul cursului universitar *Tehnici de programare* sunt reflectate în figura 2.8.

Prioritate

- strategii centrate pe student
- strategii centrate pe grup

Chintesență

- strategii cognitive
- strategii metacognitive (de învățare a învățării)

Implicarea profesorului

- strategii inovative

Logica gândirii

- strategii inductive, deductive, divergente, dialectice, ipotetice, analogice, integrative, mixte

Gradul de dirijare a învățării

- staregii euristice (strategii pentru situații cu sfârșit deschis)
- strategiile interactive

Motivarea învățării

- strategii externe (stimularea învățării din exterior: profesor, părinți etc.)
- strategii interne (de autoreglare; self - management)

Fig.2.8. Strategii didactice aplicate în procesului de instruire din cadrul cursului universitar *Tehnici de programare*

Strategiile didactice axate pe student sau pe grupuri de studenți au la bază un set de metode didactice activ – participative, care pun în valoare necesitățile de învățare individuale ale studentului. Studenții nu vor memora informațiile, dar vor înțelege și vor aplica aceste cunoștințe acumulate fiind considerați „co-creatori” în procesul de predare-învățare-evaluare.

Strategiile cognitive (de cunoaștere) sunt aplicate pentru: achiziționarea de cunoștințe noi, prelucrarea informației în moduri diferite, aplicarea cunoștințelor acumulate în practică, rezolvarea problemelor, procesarea și analiza situațiilor reale etc.

Metacogniția, sau „gândirea la gândire” se referă la procesele mentale care controlează și reglementează modul în care gândim. Strategiile metacognitive sunt mai durabile și cu grad mai mare de generalitate decât abilitățile și strategiile cognitive. Pentru a-i sprijini pe studenți în formarea lor metacognitivă este necesar ca prin intermediul experienței acumulate, viziunii profesionale, profesorul, în primul rând, considerăm noi, trebuie să prezinte și să cultive studenților modele de gândire critică și învățare eficientă, și, în mod special, să promoveze conceptul ”învățării independente”, pentru ca discipolii săi, ulterior, fiind foarte motivați, să-și asume treptat responsabilitatea de a învăța singuri, în scopul creșterii profesionale și integrării cu succes pe piața muncii.

Aplicarea și abordarea unor strategii inovative, adică crearea de noi tipuri de practici, modalități noi de abordare a procesului didactic este scopul principal al cercetării noastre.

Strategiile didactice, care țin seama de logica pe care studenții sunt solicitați să o practice în situațiile de învățare – evaluare, sunt binevenite în orice proces de formare fiind aplicate mai mult sau mai puțin, în dependență de caz, problemă formulată sau acțiune reală.

În mare parte, menționează cercetătorii Lupu I., Negara C. [46], metodologia de organizare a procesului didactic se rezumă la „...transmiterea informației într-un mod unidirecțional: prelegeri - de la cadrul didactic la student; seminare, examene – de la student la cadrul didactic”. O astfel de formă de organizare a procesului educativ nu este tocmai cea mai potrivită.

Strategiile didactice interactive modifică dialogul de pe verticală (profesor-student) pe orizontală, avantajând comunicarea, negocierea, învățarea automată. Astfel, strategiile didactice interactive produc și susțin conflictul socio-constructiv, ce constituie o sursă de progres intelectual, afectiv-emoțional și social.

Pentru a pune în acțiune o strategie de tip self – management autorul a plasat pe platforma MOODLE a UST cursul electronic *Tehnici de programare*, motivând, astfel, studenții spre autoinstruire, autoevaluare și autoreglare a propriului proces de cunoaștere.

Convertirea NTI în strategii didactice s-a impus deja ca realitate ce caracterizează sistemele educaționale, având un mare impact asupra creșterii eficienței activităților educaționale prin: utilizarea operativă a gândirii logice, selective și analitice; dezvoltarea percepției vizuale; structurarea materiei; creșterea încrederii în forțele proprii.

În dependență de valorificarea didactică a TIC există următoarele clasificări ale strategiilor didactice (figura 2.9):

- ✓ ținând cont de plasarea geografică a profesorului și a studenților se disting: strategii face to face; strategii de instruire la distanță; strategii hybrid (BL);
- ✓ în dependență de conectarea calculatorului la rețea pot fi punctate: strategii de învățare off-line; strategii de învățare on-line.

Implementarea rațională a instrumentelor TIC aduce un suflu nou în stabilirea strategiei și metodologiei didactice. Completarea instrumentarului pedagogic cu elemente TIC tinde:

- să mărească posibilitățile de combinare a materialelor didactice tradiționale cu materiale noi, digitale;



Fig.2.9. Strategii de învățare cu implementarea TIC

- să combine diferite tehnici, metode, mijloace sau procedee de predare – învățare - evaluare mai vechi cu alte mai noi și, odată cu aceasta, să plaseze studenții în variate contexte reale și/sau virtuale;

- să activeze eforturile necesare găsirii celor mai potrivite soluții strategice de achiziționare, prelucrare și clădire de cunoștințe noi, de formare a abilităților, comportamentelor etc.;
- să stimuleze experimentarea, dezvoltarea, diversificarea și flexibilizarea de noi abordări strategice inventive, activ–formative, favorabile întreținerii unei intense interactivități student - TIC, care ar avea efecte pozitive asupra calității formării competențelor necesare viitorilor absolvenți.

Autorul și-a propus de a orienta întregul proces de formare spre îmbunătățirea experiențelor de învățare a studenților, spre implicarea lor activă în procesul didactic, prin promovarea unei metodologii didactice centrate pe student prin strategii interactive cu implementarea TIC.

2.3.2. Aspecte metodologice privind utilizarea tablei interactive în procesul didactic

Odată cu implementarea noilor tehnologii informaționale, evident, se schimbă și strategiile didactice, instrumentele și abordările cunoscute necesită revizuite iar subiectele care țin de planurile de învățământ impun, în mod firesc, modificări și actualizări a tehnologiilor didactice în funcție de noile paradigme și provocări tehnologice.

Rolul tablei interactive în procesul didactic și importanța acesteia, atât pentru profesori și instruiți, nu poate fi negat. Este irezonabilă negarea importanței utilizării tehnologiei respective în activitățile de predare-învățare-evaluare. Gruber B. [170, p.19] susține că, integrarea cu succes a noilor tehnologii este scopul oricărei tehnologii educaționale. Cercetătorii Thomas M. și Schmid E.C. [171] au declarat că, multe școli din țările dezvoltate și cele în curs de dezvoltare au încredere în capacitățile tehnologiei pentru a îmbunătăți procesele educaționale.

Cercetătorii Палкин Е.В., Никончук А.В., Гришин К.М., Лебедихин В.В. accentuează că, utilizarea tablei interactive nu doar îmbunătățește vizibilitatea materialului, ceea ce face un exercițiu atractiv, intrigant, dar, de asemenea, crește interesul studenților în raport cu memorizarea materialului nou. Studenții achiziționează în mod activ noile cunoștințe, rezolvă situațiile de problemă, lucrează cu diferite surse de informații etc. Drept urmare, are loc o îmbunătățire vizibilă a capacităților lor intelectuale și creative [172].

Tabla interactivă este un instrument didactic pe care profesorii îl pot folosi pentru a spori eficiența lecțiilor. Utilizarea tablei interactive poate servi drept catalizator pentru schimbarea de la instruirea tradițională la cea interactivă bazată pe metode constructive. Această tehnologie sprijină cadrele didactice să folosească metode de predare mult mai contemporane și diverse, să utilizeze în cadrul predării

audio, video, imagini etc., care facilitează învățarea mai eficientă chiar și în timpul unei predări de rutină.

Cele mai importante brand-uri producătoare de table interactive sunt: SMART, Promethean, Mimio, Numonics, eInstruction's, Polyvision's. Tehnologia evoluează în permanență. Putem considera că aceste instrumente au înregistrat în ultimii doi ani o ascensiune formidabilă.

Acest produs poate înlocui complet vechea tablă de scris, cât și o tablă albă normală, fiind foarte mult aplicată în predare, ținere de discursuri, conferințe la distanță, e-business, explicarea unor rapoarte la serviciu, în domeniul medical, în training, cercetare științifică, inginerie, design de proiecte, evaluare de securitate, cartografie, meteorologie, astronomie, programare de vehicule, instituții de educație și diverse situații educative ce necesită o predare prin asistența calculatorului și/sau la distanță. În mod tradițional, referindu-ne la ecran și proiector, profesorul trebuie să opereze cu un calculator și să demonstreze pe tablă (ecran) în același timp, fiind forțat să se miște frecvent. Ținând cont de toate obiceiurile predării în mod tradițional și a discursurilor, tabla interactivă reușește să depășească aceste dificultăți [173].

Indiferent de activitatea pe care o desfășoară, orice om, asimilează un anumit volum de informație. Este bine cunoscut faptul că oamenii rețin informația în felul următor: 10% din ceea ce citesc; 20% din ceea ce aud și văd; 30% din ceea ce demonstrează; 50% din discuții; 75% din ceea ce experimentează și exersează; 90% din ce-i învață pe alții [174].

Care sunt pârgurile ce determină într-un mod simplu stimularea memoriei?

Culoarea poate stimula memoria, poate spori eficiența învățării, poate dezvolta creativitatea și imaginația oamenilor. Materialele cromatice eficientizează actul învățării prin creșterea interesului celui ce învață (elev, student), concentrarea atenției, stimularea imaginației.

Cercetările psiho-colorimetrice [175] au determinat creșterea vitezei de memorare cu peste 40% în cazul utilizării materialelor didactice colorate, prin creșterea acuității de percepere și a preciziei. La elaborarea materialelor didactice electronice se vor folosi culori tari și contraste puternice pentru evidențierea informațiilor cu caracter de legitate (principii, reguli, ipoteze, legi) și culori mai saturate, mai puțin contrastate pentru evidențierea informațiilor exemplificatoare, a unor legități particulare (date, argumente, demonstrații, enumerări).

Culorile și cifrele sunt mai ușor de perceput decât literele și formele geometrice. Viteza de numărare a simbolurilor cromatice este de două ori mai mare decât viteza de numărare a simbolurilor acromatice.

Utilizând în procesul de predare a cursului universitar *Tehnici de programare* tabla interactivă și efectuând un sondaj printre studenții din cadrul programelor de studii *Informatică*, *Informatică și Matematică*, *Matematică și Informatică*, *Fizică și Informatică* (ciclul de licență) autorul constă că: folosirea culorilor îi ajută pe 63% din studenții intervievați să proceseze mai bine informațiile prezentate și să se concentreze asupra aspectelor importante.

Un alt avantaj al utilizării tablelor interactive, cu o diversitate de culori, constă în faptul că, ajută la dezvoltarea „învățării vizuale”, o abilitate importantă foarte utilă. 74% din studenții chestionați au răspuns că vizual înțeleg mai bine subiectele discutate în cadrul orei. Termenul de „alfabetizare vizuală” desemnează setul de abilități care permit unui individ să înțeleagă și să folosească elementele vizuale pentru a comunica cu alții.

Un studiu publicat de Dr. Anne Bamford de la Art and Design University of Technology din Sydney, Australia, subliniază că „...o persoană trebuie să poată interpreta, crea și selecta imagini pentru a exprima o gamă de înțelesuri” [128]. Folosirea materialelor colorate stimulează dezvoltarea abilității studenților de a înțelege comunicarea vizuală, ajutând nu doar memoria, ci și gândirea critică.

Într-un alt studiu desfășurat, pe parcursul unui an, de specialiștii de la Universitatea Massachusetts, s-a ajuns la următoarea concluzie: „gândirea vizuală în culori stimulează învățarea utilă pe termen lung și capacitatea de rezolvare a problemelor” [176, p.25].

De rând cu toate avantajele oferite de implementarea tablei interactive în procesul didactic trebuie punctate și unele dezavantaje, cum ar fi; încărcarea excesivă a memoriei de lucru care conduce, cu o mare probabilitate, la inhibarea sistemului cognitiv.

Cele elucidate mai sus interacționează direct cu teoria încărcării cognitive elaborată de Sweller ș.a. [177, p.9-13], care oferă linii directe pentru a facilita prezentarea informațiilor într-un mod ce încurajează învățarea pe termen lung. Prin folosirea acestei teorii, materiale didactice pot fi proiectate pentru a îmbunătăți procesul de achiziționare a cunoștințelor și dezvoltarea de competențe. S-a încercat de a descrie modul în care tabla interactiva poate fi încadrată în procesul didactic la disciplina *Tehnici de programare*, astfel încât să se valorifice oportunitățile oferite de acest instrument interactiv, luând în considerare teoria încărcării cognitive.

Fiind aplicată rațional, tabla interactivă poate fi unul din cele mai bune instrumente tehnologice integrate în procesul educațional pentru a majora randamentul demersului didactic oferind un grad de interactivitate sporit. Astfel, informațiile textuale, imaginile, diagramele, animațiile, surse audio și video, site-urile accesate pot fi văzute ca o formă de metode vizuale. În măsura în care aceste

metode sunt integrate în procesul de instruire, într-un mod care să ia în considerare limitele capacității memoriei de lucru a studenților, poate fi stabilită participarea activă a studenților în construirea propriei cunoașteri.

O modalitate de a depăși limitele individuale ale memoriei de lucru a studenților este învățarea prin colaborare (profesor - studenți, studenți - studenți). De exemplu, practicarea lucrului în grup, permite de a implica mai multe memorii de lucru în același timp pentru realizarea unei sarcini complexe. Astfel, are loc extinderea memoriei întregului grup, fapt ce contribuie la sporirea capacității de lucru și la activizarea memoriei pe termen lung [178].

Reducerea încărcării cognitive extrinseci în procesul de studiere a disciplinei *Tehnici de programare* prin implementarea noilor tehnologii informaționale, în mod special a tablei interactive, s-a produs prin: studierea cazurilor particulare a unei probleme, fapt ce poate conduce instruiții spre definirea cazului general; analiza problemelor rezolvate, ce contribuie la clarificarea pașilor necesari pentru soluționarea unor probleme din aceeași clasă; probleme incomplete, deoarece oferirea unei „bucăți” de soluție reduce gradul de dificultate a problemei; prezentarea multimodală (diagrame, imagini etc. însoțite de explicațiile profesorului), deoarece apelează la ambele canale de procesare a informației (auditivă și vizuală) din memoria operativă (de lucru) a instruitului; aplicarea LMS-urilor și LCMS-urilor (plasarea cursului *Tehnici de programare* pe platforma MOODLE), adică asigurarea studenților cu o sursă sigură de informare.

În calitate de metode de reducere a încărcării cognitive intrinseci au fost aplicate: prezentarea materiei de la simplu la compus și adaptarea materialului la nivelul de expertiză (competențele studenților la nivel de prerechizite, de materie studiată) al instruiților.

Pentru sporirea încărcării cognitive relevante pentru învățare se aplică două metode, menționate și în literatura de specialitate: sporirea variabilității sarcinilor de învățare și stimularea instruiților să își autoexplice materialul de studiu [177, p.12]. Prima metodă se axează pe propunerea de sarcini de învățare care reprezintă fie variante diferite ale unor sarcini deja studiate (de exemplu, aplicarea recursiei la studierea tehnicii backtracking; aplicarea algoritmului de generare a permutărilor la rezolvarea problemei Comisvoiajorului etc.) fie sarcini diferite pentru subiecți diferiți (lucrări de laborator individuale, sarcini de un grad de dificultate diferit, proiecte realizate în grup etc). A doua metodă a fost integrată în procesul didactic la disciplina *Tehnici de programare* prin aplicarea metodei peer instruction.

Aplicarea tablei interactive în cadrul studierii disciplinei *Tehnici de programare* este, în opinia noastră, destul de interesantă. Elaborarea unui scenariu

de lecție necesită o abordare creativă, un traseu organizat de operații manuale și mentale.

Rolul profesorului, privind studierea fundamentelor teoretice, este acela de a-i învăța pe studenți cum să învețe, cum să culegă informații, să le selecteze și să le sistematizeze, într-un ansamblu logic și legic. Studentul trebuie să fie motivat pentru studierea mai întâi teoretică și apoi practică a temei date.

În cele ce urmează, pentru exemplificare, se vor sublinia aspectele metodologice privind utilizarea tablei interactive în procesul de studiere a tehnicii *divide et impera* fiind o tehnică complexă ce implică atât asimilarea de cunoștințe teoretice, cât și practice (rezolvări de probleme) [179].


Profesorul începe prin a le comunica studenților obiectivele pe care trebuie să le atingă în cadrul modulului supus studierii. Competențele ce trebuie formate, incluse de asemenea în aria curriculară, se referă la studiul individual, abilități de comunicare, înțelegere și reevaluare a informațiilor și conexiunea acestora cu mediul natural și social. În același timp activitățile vor contribui la formarea de atitudini specifice precum: implementarea tehnicii *divide et impera* împreună cu alte tehnici de programare, interesul pentru explicarea logică a unei probleme exprimată în limbaj natural (crearea modelului matematic) și stimularea curiozității și inventivității.


Obiectivele studierii temei “Tehnica *divide et impera*” sunt:

- să posede cunoștințe elementare despre tehnica *divide et impera*;
- să definească etapele de rezolvare a unei probleme prin implementarea tehnicii *divide et impera*;
- să aplice în diverse contexte algoritmul și modelul matematic al tehnicii *divide et impera*;
- să diferențieze tipurile de probleme (elementare, neelementare) rezolvate la fiecare etapă de divizare a problemei inițiale în subprobleme;
- să explice și să rezolve diverse exemple aplicând tehnica *divide et impera*;
- să identifice probleme ce pot fi rezolvate prin aplicarea tehnicii *divide et impera*.

Avantajele tablei interactive în procesul de predare – învățare a temei „Tehnica *divide et impera*” vor fi identificate și explicate în continuare prin prezentarea unui scenariu de lecție cu implementarea tablei interactive elaborat de autor cu ajutorul soft-ului SMART Notebook [181].

La începutul lecției, după anunțarea temei și formularea obiectivelor, profesorul prezintă pe tabla interactivă, pe o pagină de fișier .notebook, cele trei faze ale tehnicii *divide et impera*. Inițial, cele trei faze: *divide*, *stăpânește*, *combină*

vor fi acoperite prin utilizarea instrumentului  - *mască ecran*, care vor fi descoperite de profesor în momentul necesar. Prin crearea unei pagini noi cu

instrumentul  - *creare pagină* profesorul are posibilitatea de a se opri la fiecare etapă atâta timp cât are nevoie pentru a scrie cu cerneală digitală unele noțiuni sau pentru a face precizări mai detaliate.

Pe o altă pagină s-au inserat fișiere compatibile cu Adobe Flash Player. După inserarea unui astfel de fișier pe pagină în mod automat se începe redarea lui. Însă acest proces poate fi gestionat. Dacă fișierul conține butoane de dirijare cu procesul de redare, ele pot fi acționate direct de pe suprafața interactivă. Dacă obiectul Flash nu are butoane, pot fi folosite opțiunile din săgeata meniu a obiectului. Galeria conține o selecție de fișiere Flash *.swf, însă multe surse cu conținut Flash sunt disponibile on-line.

De exemplu, printr-o simplă atingere a butoanelor A, B, C de pe suprafața tablei, spre atenția studenților se propun studii de caz (simple, complexe, avansate) care vor fi trecute în revistă în cadrul studierii temei „Tehnica divide et impera” (figura 2.10).

Prezentarea generală a metodei

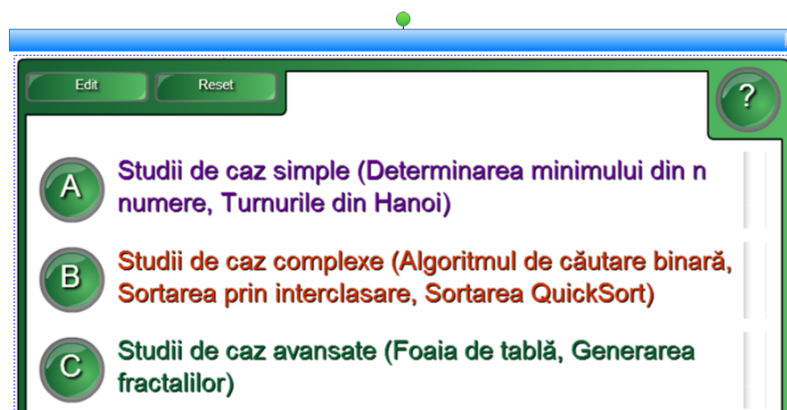


Fig.2.10. Studiile de caz propuse pentru însușirea tehnicii divide et impera

Prezentarea modelului matematic al metodei divide et impera a fost realizat de autor aplicând un nou instrument pus la dispoziția utilizatorului de SMART Notebook și, anume, *Înregistrarea unei pagini*, adică înregistrarea tuturor acțiunilor care se efectuează pe pagina activă [180, p.30]. La includerea unui microfon – se pot înregistra și secvențe audio.

Inițial va fi vizibilă doar *problema inițială (P)*. Acționând butonul de redare, situat în partea de jos a paginii, pe suprafața interactivă începe să apară divizarea problemei inițiale în subprobleme. Acest proces poate fi dirijat prin folosirea butonului *Pauză* pentru a fi completat cu anumite comentarii.

Colorând în culori diferite problemele de la diverse etape de descompunere, pentru student este mai lesne să înțeleagă ce se întâmplă la fiecare etapă de divizare. De exemplu, problemele elementare au fost colorate în verde (este valabil,

evident, pentru orice etapă); problemele neelementare de la prima etapă au fost colorate în galben; problemele neelementare de la etapă a doua au fost colorate în albastru; ș.a.m.d. Astfel, faza *Divide* devine vizual mult mai clară.

Pentru a explica faza de *Asamblare* a fost aplicat același instrument *Înregistrarea paginii* (figura 2.11).

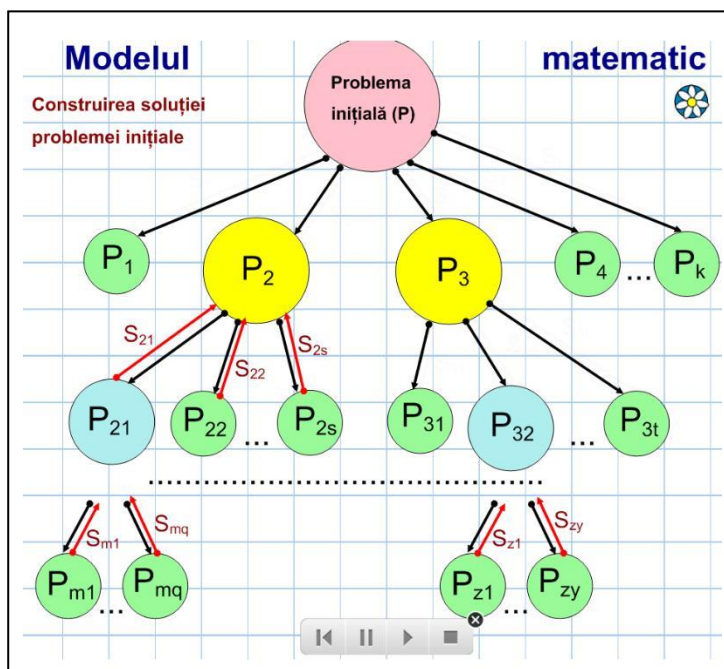


Fig.2.11. Modelul matematic construit pentru tehnica divide et impera, faza *Asamblează*

Algoritmul tehnicii divide et impera poate fi afișat pe o pagină aparte de către profesor sau poate fi construit imediat pe tabla interactivă.

Paradigma Divide et Impera: algoritm


Pentru acești algoritmi există atât implementarea recursivă cât și iterativă, cea mai flexibilă și cea mai utilizată fiind varianta recursivă.

```

Procedure DivideEtImpera (P, n, S) ;
Begin
  If (n<=n0)
    then determină S prin metode elementare
  else împarte P în P1, ..., Pa;
    DivideEtImpera (P1, n1, S1) ;
    .....
    DivideEtImpera (Pa, na, Sa) ;
  Asambleaza (S1, ..., Sa, S) ;
end;

```

Fig.2.12. Modul de afișare pe două pagini. Afișarea modelului matematic și a algoritmului general pentru tehnica divide et impera

Pentru construirea algoritmului este bine ca studenții să vadă și modelul matematic creat. Pentru aceasta se va aplica *Afișarea pe două pagini*  (figura 2.12).

Este foarte important ca profesorul să folosească tehnologii didactice care să-i stimuleze pe studenți să realizeze sarcinile de lucru și să atingă obiectivele propuse. Studiile de caz simple pot fi organizate prin formularea unor probleme. De exemplu:

Problema 1. Minim într-un șir de numere. Să se determine valoarea minimă dintr-un șir de n numere întregi.

Pentru a rezolvarea problema aplicând tehnica divide et impera studenților li se propune spre cercetare un exemplu: 5,-4,3,1,8,-2,6. Rezolvarea acestui exemplu a fost realizată pas cu pas cu utilizarea măștii de ecran și a diferitor efecte de animație pentru obiectele din pagină. Studenții, etapă cu etapă, au realizat algoritmul tehnicii divide et impera (figura 2.13).

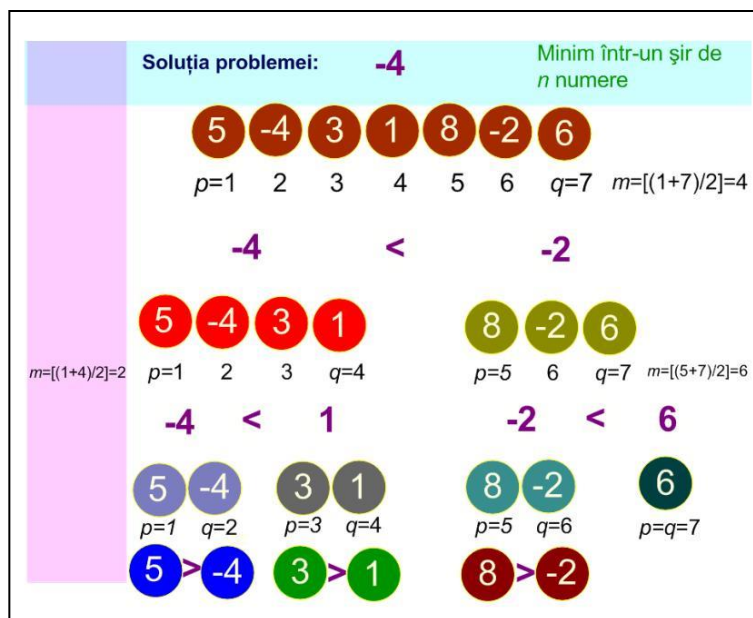


Fig.2.13. Modelul de rezolvare a problemei
Minim într-un șir de numere întregi

Faza de asamblare a soluțiilor subproblemelor a fost inițial ascunsă prin aplicarea efectelor de animație [180, p.31,67,68]. Analizând fiecare etapă, se cere ca studenții să enumere și să identifice cele trei faze ale tehnicii divide et impera, iar cu cerneală digitală să fixeze pe tabla interactivă notațiile respective (figura 2.14). Codul program poate fi scris cu cerneală digitală sau afișat pe tabla interactivă.

Pentru a demonstra studenților codul și realizarea programului dat în mediul de programare Pascal (sau alt limbaj de programare), a fost creat un link spre acest fișier. O altă modalitate de demonstrare este prin inițializarea mediului de

programare și rularea nemijlocită a programului dat. Atenție! Tabla interactivă poate fi utilizată și sub mediul DOS, însă, în acest caz, SMART Ink nu va funcționa și nu se va putea scrie cu cerneală digitală.

1. Divide: se împarte șirul de elemente $\{a_p, \dots, a_q\}$ în două subșiruri $\{a_p, \dots, a_m\}$ și, respectiv, $\{a_{m+1}, \dots, a_q\}$ unde m reprezintă mijlocul șirului, adică $m = \lfloor (p+q)/2 \rfloor$; inițial $p=1$ și $q=n$;
3. Subprobleme: $\min(a_p, \dots, a_m)$ și $\min(a_{m+1}, \dots, a_q)$;
4. Asamblare: se combină soluțiile subproblemelor $\min(a_p, \dots, a_m)$ și $\min(a_{m+1}, \dots, a_q)$;

Fig.2.14. Cele trei faze ale algoritmului divide et impera pentru problema *Minim într-un șir de numere întregi*

Problema 2. Turnurile din Hanoi. Se dau trei tije, a , b și c . Pe tija a se află n discuri de dimensiuni diferite, ordonate în ordinea diametrelor (discul cel mai mare la bază). Se dorește mutarea tuturor discurilor de pe tija a pe tija b , utilizând tija intermediară c , cu condiția ca un disc cu diametrul mai mare să nu fie pus pe vreo tijă peste un disc cu dimensiune mai mică.

Pentru rezolvarea acestei probleme s-a utilizat metoda „Vede înainte de a auzi”. Este un model revizuit al modelului creat de Mary Lynn Manns (profesor in the Department of Management and Accountancy at the University of North Carolina, Asheville) [129].

Mary Lynn Manns afirmă că, adesea, studenții găsesc cu dificultate convertirea noțiunilor pe care le aud în clasă la predarea lecției în abilități pe care ei le pot folosi în afara clasei. De regulă, își reamintesc mai puțin ceea ce au auzit decât ceea ce au văzut sau au experimentat. Abordarea „aude înainte de a vedea” este extrem de abstractă și poate face, pentru studenți, foarte dificilă aplicarea noțiunilor teoretice în practică. De aceea, este necesar să li se creeze oportunitatea de a vedea și experimenta un nou concept înainte de a auzi despre el.

De exemplu: *Vede:* se oferă studenților mai multe pagini înregistrate ce includ mutarea unui disc, două, trei discuri și patru discuri de pe o tijă pe alta (figura 2.15). Procesul de mutare a discurilor de pe o tijă pe alta poate fi oprit în orice moment cu ajutorul butoanelor de redare. Profesorul poate face comentarii, poate atenționa studenții la o anumită etapă de mutare a discurilor pentru a conduce spre obținerea definiției recursive a procesului dat.

Aude: urmărind atent câteva exemple „vede” rezolvări particulare a problemei propuse și „aude” comentariile profesorului, astfel, poate asigura solidificarea noilor concepte care au fost introduse prin exemplele respective. Se poate face în permanență referire la ceea ce au făcut studenții în timpul experiențelor realizate în faza „vede”.

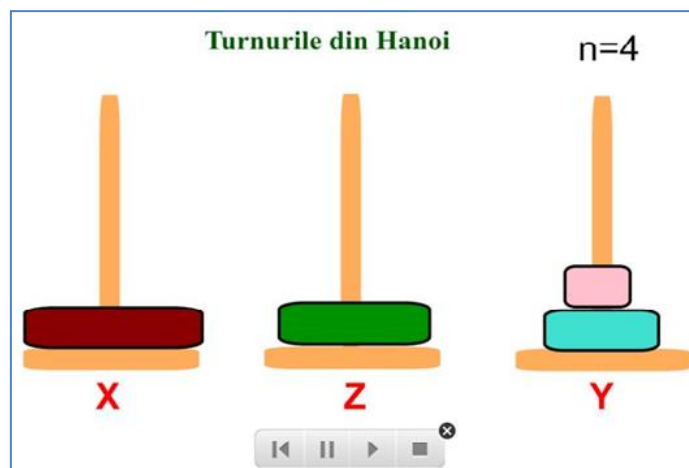


Fig.2.15. Problema *Turnurile din Hanoi*. Mutarea a patru discuri de pe o tijă pe alta

Este important ca studenții să vadă și să poată identifica și defini care sunt subproblemele și care este problema elementară în cazul *Turnurilor din Hanoi*. Evident, ușor se clarifică că, problema elementară este în cazul când există un singur disc, adică $n=1$; în acest caz se efectuează mutarea XY . Studenții au fost ghidați spre implementarea recursivă a tehnicii divide et impera pentru rezolvarea problemei *Turnurile din Hanoi*.

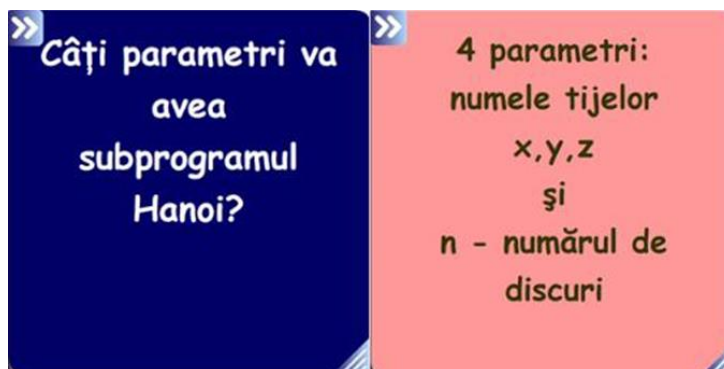


Fig.2.16. Fișă colorată cu întrebare și răspuns pe verso

Studenții au fost atenționați la următoarele momente:

- să indice numărul de parametri al subprogramului *Hanoi* (figura 2.16); (R: $Hanoi(n,X,Y,Z)$, unde n – numărul de discuri);
- pentru $n=2$: Câte mutări se efectuează? (R: trei, $2^2 - 1 = 3$: XZ,XY,ZY);

- pentru $n=3$: Câte mutări se efectuează? Pe care tijă au fost mutate primele 2 discuri înainte de a-l muta pe cel mai mare disc de pe X pe Y ? (R: șapte, $2^3 - 1 = 7$: XY, XZ, YZ, XY, ZX, ZY, XY; pe tija Z);
- pentru $n=4$: Câte mutări se efectuează? Pe care tijă au fost mutate primele 3 discuri înainte de a-l muta pe cel mai mare disc de pe X pe Y ? (R: 15, $2^4 - 1 = 15$; pe tija Z);
- pentru $n=k$: Câte mutări se efectuează? Pe care tijă vom muta primele $k-1$ discuri înainte de a-l muta pe cel mai mare disc de pe X pe Y ? (R: $2^k - 1$ mutări, acesta nu este altceva decât numărul al n -lea a lui Mersenne [181]; pe tija Z);
- Care este prima subproblemă? (R: mutarea a $n-1$ discuri de pe tija X pe tija Z);
- Care tijă este intermediară în acest caz? (R: Y);
- Este această subproblemă o problemă elementară sau nu? (R: Nu);
- Cum poate fi scrisă această problemă? (R: $Hanoi(n-1, X, Z, Y)$);
- După mutarea a $n-1$ discuri de pe X pe Z ce mutare urmează? (R: ultimul disc se mută de pe X pe Y);
- Ce fel de problemă se rezolvă în cazul descris mai sus: elementară sau neelementară? (R: elementară, XY);
- Care va fi următoarea problemă care trebuie rezolvată? (R: mutarea a $n-1$ discuri de pe tija Z pe tija Y , utilizând tija intermediară X);
- Cum poate fi scrisă această problemă? (R: $Hanoi(n-1, Z, Y, X)$);
- Ce fel de problemă se rezolvă: elementară sau neelementară? (R: neelementară);
- Scrieți, relația recursivă a problemei *Turnurile din Hanoi*.

$$(R: Hanoi(n, X, Y, Z) = \begin{cases} XY, n = 1 \\ Hanoi(n-1, X, Z, Y), XY, Hanoi(n-1, Z, Y, X) \end{cases});$$

- Vom avea sau nu fază de asamblare a soluțiilor? (R: nu, deoarece soluția problemei inițiale a fost obținută simultan cu etapele de descompunere a problemei inițiale în subprobleme).

Apelurile recursive sunt prezentate în figura 2.17.

Majoritatea cercetărilor accentuează asupra faptului că autoreglarea învățării antrenează studenții să-și fixeze un scop al învățării, să se implice în acțiuni de autodirecționare spre reliizarea țelului pus, să-și monitorizeze comportamentele de învățare, ajustându-le astfel ca să le asigure succesul [126].

Reieșind din acest context, autorul afirmă că, implicarea cât mai activă a studenților în procesul de predare-învățare, stabilirea unui feedback pozitiv, îi ajută pe studenți să devină conștienți de propria gândire, să-și direcționeze motivația spre scopuri academice valoroase, să învețe a fi propriul său învățător. Tindem să credem că, problemele propuse în continuare confirmă, încă o dată, necesitatea și

rolul benefic al tablei interactive în procesul de asimilare rapidă a noilor concepte de către studenți [182].

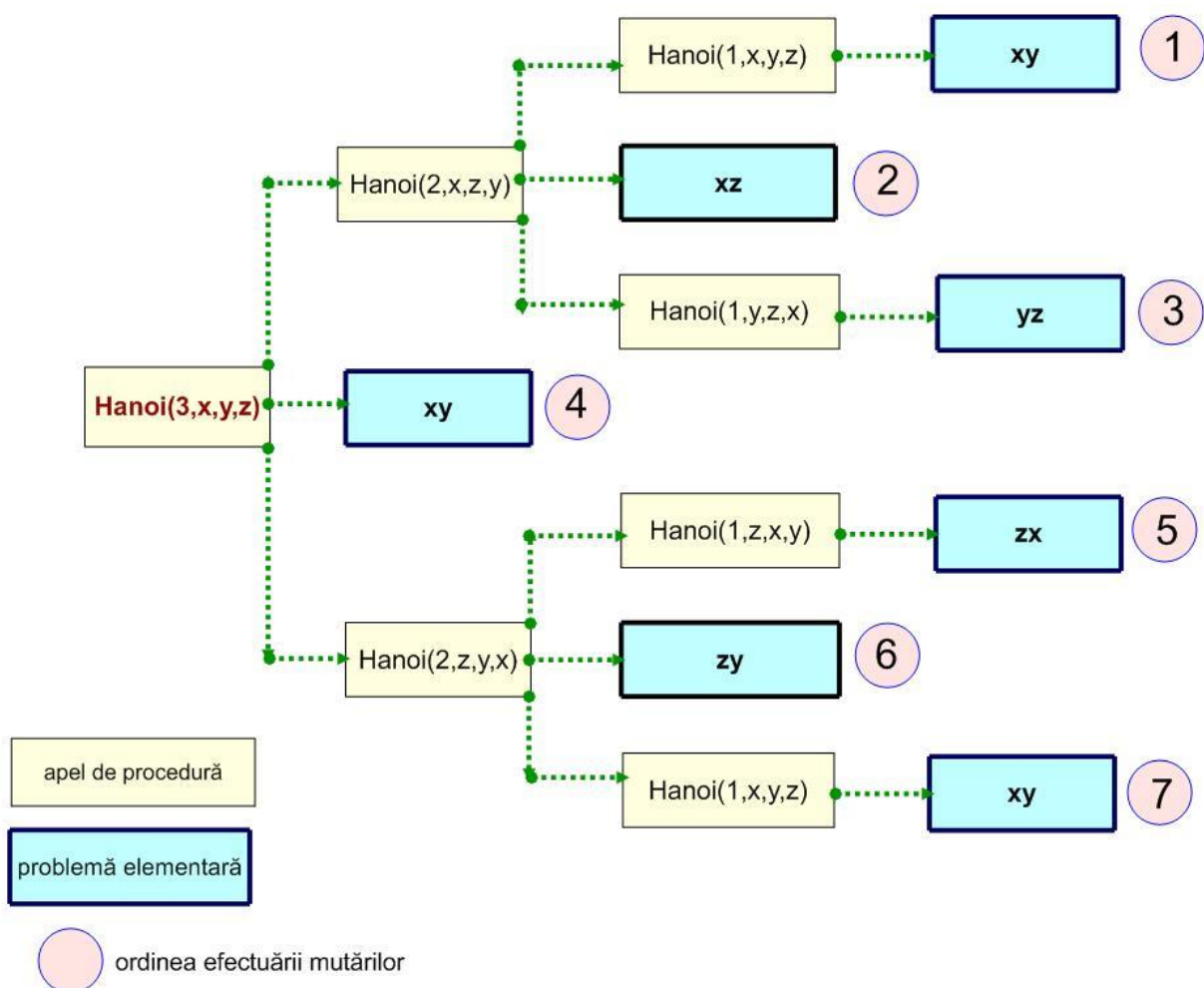


Fig.2.17. Apelurile recursive și ordinea afișării mutărilor pentru problema *Turnurile din Hanoi*

Problema 3: Căutare binară. Se dă un șir de n numere întregi ordonate crescător. Să se determine dacă șirul conține valoarea dată x [118, p.483-492].

Din propria experiență, rezolvarea acestei probleme trebuie începută prin soluționarea unui caz particular. Rezolvând exemplul propus, pas cu pas, studentului i se oferă posibilitatea de a înțelege mai ușor noile noțiuni, de a ajunge singur la concluziile necesare. Implicarea activă în procesul de descoperire a noilor concepte permite formarea de competențe durabile, mult mai stabile în spațiu și în timp.

Utilizând tabla interactivă situația creată poate fi eficient dirijată. Studentul este ghidat de profesor spre răspunsuri și concluzii corecte prin utilizarea fișelor colorate, a măștii de ecran, a efectelor de animație și, nu în ultimul rând, de

notațiile făcute cu cerneală digitală pe tablă. De exemplu, pentru șirul de numere $A=(-4, -2, 0, 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 14)$ și $x=8$ vom avea situația din figura 2.18.

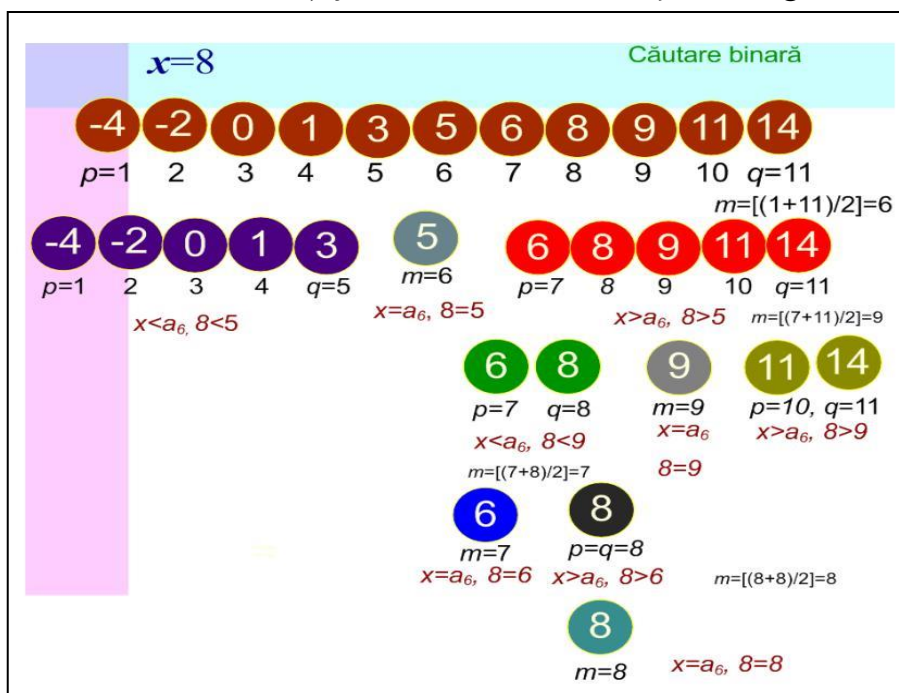


Fig.2.18. Algoritmul *Căutare binară* realizat prin tehnica divide et impera

Rezolvând acest exemplu, studenții sunt ghidați să caute răspuns la următoarele întrebări – cheie:

- Ce tehnică se aplică pentru rezolvarea acestei probleme? (R: divide et impera)
- În câte subprobleme se divide problema inițială? (R: în trei)
- Care sunt dimensiunile acestor subprobleme? (R: două subprobleme au dimensiunea $(n-1)/2$, iar o problemă are dimensiunea 1)
- Care din aceste subprobleme este elementară? (R: cea de dimensiunea 1)
- În calitate de subprogram vom utiliza o procedură sau o funcție? (R: o funcție de tip logic - *Căutare*)
- Care vor fi parametrii subprogramului dat? (R: vom avea doi parametri – p, q , indicii primului element și indicii ultimului element din șir respectiv)
- Vom utiliza o implementare iterativă sau recursivă a subprogramului dat? (R: recursivă)
- Care este definiția recursivă a algoritmului *Căutare binară*?

$$Căutare(p, q) = \begin{cases} false, q < p \\ true, x = a[mij], mij = \left\lfloor \frac{p+q}{2} \right\rfloor \\ Căutare(p, mij-1), x < a[mij] \\ Căutare(mij+1, q), x > a[mij] \end{cases}$$

- Cum este realizată faza de asamblare a soluțiilor subproblemelor? (R: nu există, deoarece soluția unei subprobleme reprezintă soluția problemei inițiale.)
- Scrieți subprogramul (în pseudocod) pentru algoritmul *Căutare binară*.

```

Function Cautare(p,q:întreg):logic
început
    dacă q<p atunci Cautare ← false
    altfel
        început
            mij ← (p+q) div 2
            dacă x=a[mij] atunci Cautare ← true
            atunci
                început
                    dacă x<a[mij] atunci Cautare ← Cautare(p,mij-1)
                    dacă x>a[mij] atunci Cautare ← Cautare(mij+1,q)
                sfârșit atunci
                    sfârșit dacă
sfârșit Cautare.

```

În continuare se va examina următoarea problemă.

Problema 4. Sortarea prin metoda QuickSort. Se dă un șir de n numere întregi. Să se ordoneze crescător acest șir.

Algoritmul a fost dezvoltat de Charles Antony Richard Hoare în 1960. Sortarea prin această metodă are la bază următorul principiu: tabloul este ordonat în așa fel, încât pentru fiecare element $x[i]$ din tablou, elementele situate la stânga sunt mai mici decât *pivot*, iar cele din dreapta sunt mai mari sau egale decât *pivot*. Sortarea tabloului x decurge astfel:

- se prelucrează o secvență din vector cu indici cuprinși între p și q ;
- se ia una din aceste componente, fie $pivot = x[p]$, care se consideră element *pivot*;
- în interiorul tabloului se fac interschimbări de componente, astfel încât toate cele mai mici decât valoarea *pivot* să treacă în partea stângă a acestuia, iar elementele cu valoare mai mare decât *pivot* să treacă în dreapta; prin această operație se va deplasa și valoarea *pivot*, astfel că ea nu se va mai găsi pe poziția inițială ci pe o poziție corespunzătoare relației de ordine. Fie aceasta este notat prin k .
- *Atenție!* Parcurgând acest set de operații, elementele din stânga sunt mai mici decât *pivot*, dar nu neapărat și în ordine. La fel, cele din dreapta sunt mai mari, dar nu neapărat și în ordine;
- se continuă setul de operații similare, aplicând recursiv metoda pentru zona de tablou situată în stânga componentei *pivot* și pentru cea din dreapta acesteia;

- oprirea recursiei se face când lungimea zonei de tablou care trebuie sortată devine egală cu unitatea [183, p.114-124].

Metoda de sortare QuickSort este o metodă mai dificil de înțeles, deși este una din cele mai rapide metode de sortare. Utilizarea a doi indici care tot timpul își modifică valorile și a unei valori *pivot* este nu tocmai simplu de asimilat. În astfel de cazuri, rezolvarea mai multor exemple poate ajuta studentul să înțeleagă mai rapid această metodă. La rezolvarea și exemplificarea acestei probleme se va utiliza așa o opțiune a soft-ului SMARTNotebook pentru tablele interactive cum este *clonarea obiectelor* (figura 2.19).

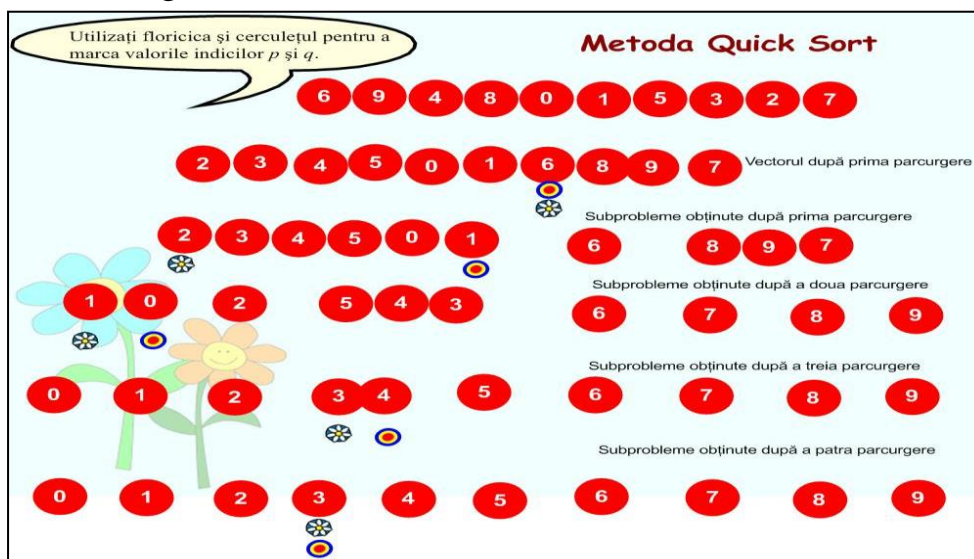




Fig.2.19. Sortarea QuickSort aplicând tehnica divide et impera

Inițial pe tablă se va afișa șirul de numere $X=(6, 9, 4, 8, 0, 1, 5, 3, 2, 7)$ și marcatorii (indicii) p -  și q - . Profesorul va explica, pe baza exemplului propus, în ce constă metoda de sortare QuickSort. Pentru aceasta:

- va clona șirul de numere inițial și va efectua prima parcurgere;
- se vor evidenția care sunt subproblemele problemei inițiale;
- se va aplica algoritmul QuickSort pentru fiecare din subproblemele obținute;
- subprobleme obținute în faza finală vor indica șirul de numere inițial sortat crescător;
- se va cere formularea concluziei referitor la faza de asamblare, care nu există, deoarece șirul obținut în final este cel sortat;
- se va cere studenților să scrie definiția recursivă a metodei de sortare QuickSort;
- complexitatea algoritmului de sortare QuickSort este $O(n*\log(n))$.

Scopul oricărei activități de predare este de a înarma studenții cu un sistem de cunoștințe armonios și corect din punct de vedere științific. Logica internă a

disciplinei și legile generale ale dezvoltării capacităților de cunoaștere individuale impun asigurarea continuității, dar și necesitatea sistematizării materiei. Noile informații relevante vor fi legate de cele deja introduse și vor prefigura informațiile ulterioare. Baza principiului sistematizării cunoștințelor se concretizează prin expuneri organizate asupra cunoștințelor de asimilat, respectându-se un anumit plan.

Instruirea are misiunea de a forma competențe, capacități, abilități și deprinderi, care vor permite o adaptare rapidă a individului la situațiile de viață curente cu care va fi confruntat. Fixarea comportamentelor nu implică, totuși, în mod automat, o exigență de repetare mecanică. Funcția de stabilizare a cunoștințelor este strâns legată de cea de exersare, dar nu cu cea de repetare automată a celor învățate. Cum să evităm învățarea „pe de rost” și exersarea strict mecanică? Modelul lui Tirtiaux [161] dă un răspuns la aceste întrebări, propunând o gradăție calitativă a unor exerciții funcționale. Problema propusă, în continuare, și explicată prin implementarea tablei interactive și respectă toate etapele modelului propus de Tirtiaux.

Problema 5. Foaia de tablă. *Se dă o foaie de tablă de dimensiune dreptunghiulară. Foaia respectivă conține n găuri. Se cere de tăiat din foaia dată o bucată de tablă de arie maximă, care să nu aibă găuri. Se cunosc coordonatele diagonalei foii de tablă (x_1, y_1) și (x_2, y_2) . Coordonatele găurilor identificate sunt numere întregi. Sunt permise numai tăieturi orizontale și verticale.*

Rezolvarea acestei probleme implică următoarele cunoștințe elementare: coordonate carteziene în plan; aria unui dreptunghi; aflarea maximumului dintre două numere; probleme elementare și neelementare, tehnica divide et impera; definirea subproblemelor unei probleme; recursia ș.a. După actualizarea acestor cunoștințe studenții vor trebui să răspundă la întrebările: Ce se întâmplă în cazul când tabla nu are nici o gaură? Cu ce poate fi asociat cazul particular? (R: se calculează aria; este o problemă elementară), apoi să scrie formula de calculare a ariei unui dreptunghi definit de punctele diagonale (x_1, y_1) și (x_2, y_2) : $aria = (x_2 - x_1) \cdot (y_2 - y_1)$.

Utilizând instrumentul *Captură de ecran* profesorul poate complica problema, și anume, prin indicarea unei găuri de coordonate $(x[i], y[i])$. Scopul profesorului este ca studenții să clarifice ce tehnică de programare se va utiliza, să identifice subproblemele problemei inițiale și să descrie care vor fi etapele algoritmului de calcul și cum se va implementa acest algoritm: recursiv sau iterativ pentru problema *Foaia de tablă*.

Analizând imaginea din figura 2.20 profesorul va conduce studenții spre următoarea concluzie: $aria = \max(D_1, D_2, D_3, D_4)$, unde $D[i]$ ($i=1,2,3,4$) este aria

unui dreptunghi obținut prin tăierea orizontală sau verticală a dreptunghiului inițial (în dependență de coordonatele găurii).

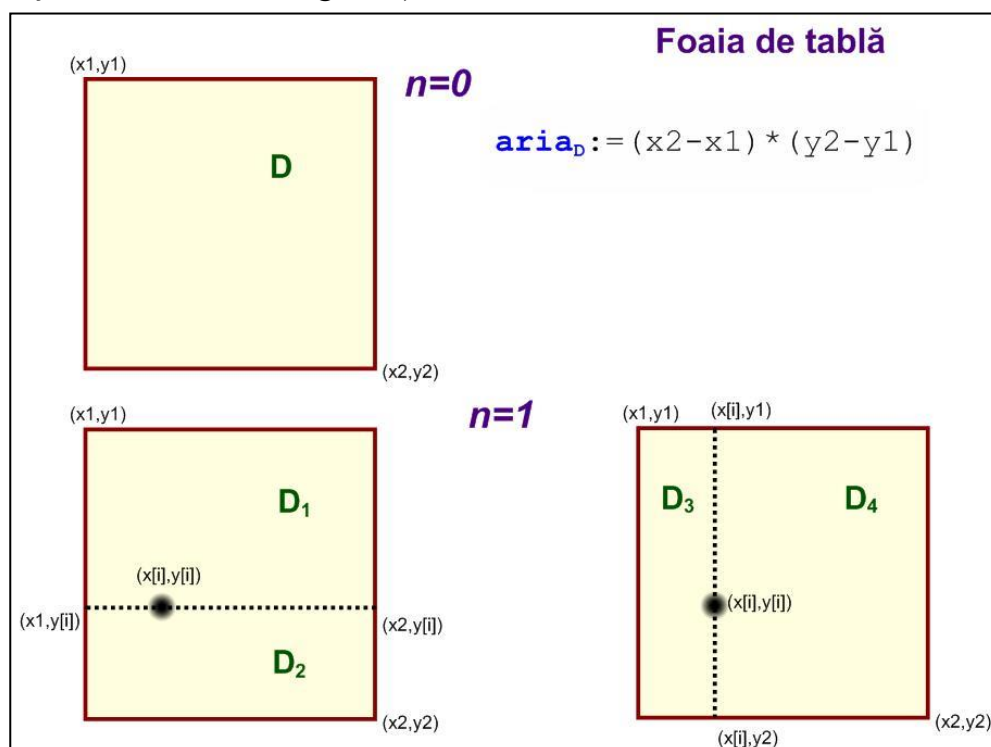


Fig.2.20. Problema *Foaia de tablă*. Analiza cazurilor $n=0$, $n=1$ prin tehnica divide et impera

Explicând și analizând cazul $n=1$ (o singură gaură) pentru studenți va fi mai dificil să vadă care sunt subproblemele problemei inițiale și unde este implementarea recursivă. Pentru a obține rezultatul scontat, adică pentru a primi de la studenți subproblemele problemei inițiale și definiția recursivă a problemei inițiale, profesorul va propune studenților să clarifice situația când tabla conține două găuri (figura 2.21). Analog, pentru a economisi timp, se va utiliza instrumentul *Captură de ecran*. Din imagini este clar, că se va efectua o nouă divizare (vertical, orizontal) pentru dreptunghiul de arie D_1 și, respectiv, dreptunghiul de arie D_4 . Așa dar:

- subproblemele problemei inițiale sunt: problema elementară ($n=0$) – $aria=(x_2-x_1) \cdot (y_2-y_1)$; subprobleme neelementare ($n>0$) - $aria(x_1, y_1, x_2, y[i])$; $aria(x_1, y[i], x_2, y_2)$; $aria(x_1, y_1, x[i], y_2)$; $aria(x[i], y_1, x_2, y_2)$;
- definiția recursivă de calculare a ariei unui dreptunghi de arie maximă este [97]:

$$aria(x_1, y_1, x_2, y_2) = \begin{cases} (x_2 - x_1) \cdot (y_2 - y_1), n = 0 \\ \max\{\max[aria(x_1, y_1, x_2, y[i]), aria(x_1, y[i], x_2, y_2)], \\ \max[aria(x_1, y_1, x[i], y_2), aria(x[i], y_1, x_2, y_2)]\}, n > 0, \\ (x[i], y[i]) - coord.gaurii \end{cases}$$

unde n numărul de găuri.

Se va scrie, împreună cu studenții, secvența de program pentru algoritmul descris mai sus.

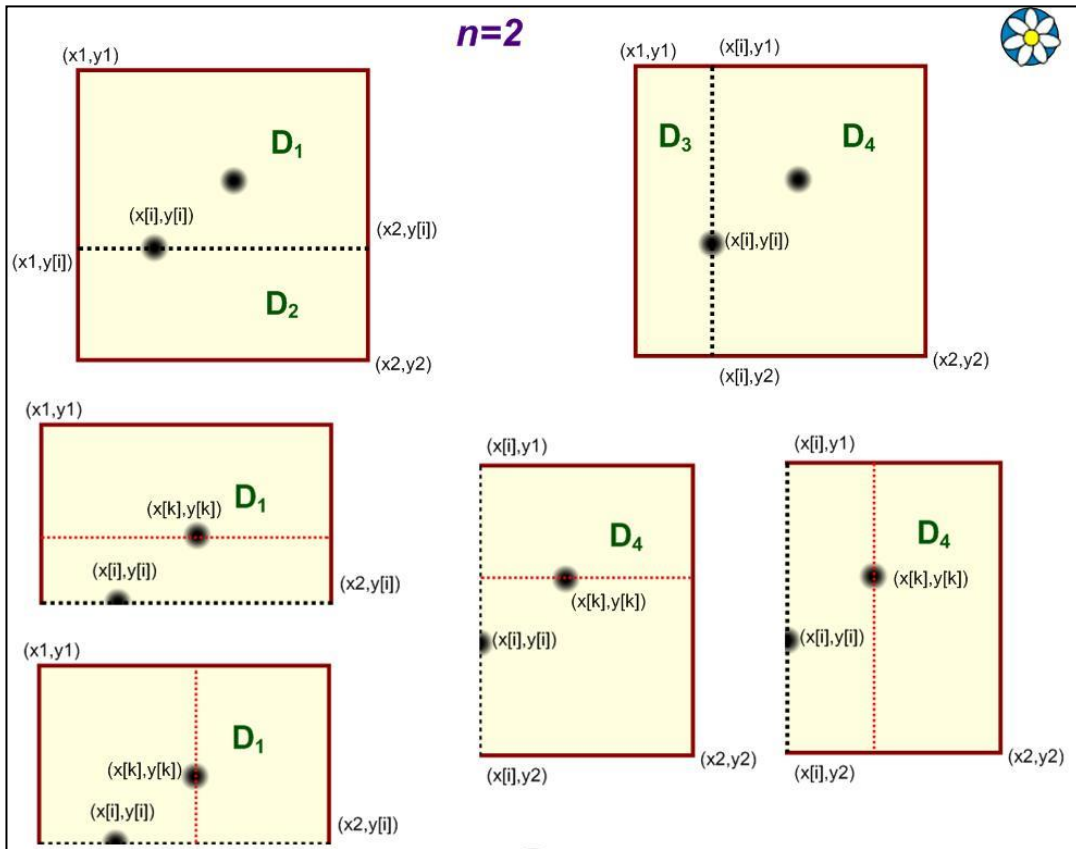


Fig.2.21. Problema *Foia de tablă*, cazul $n=2$, rezolvată prin aplicarea tehnicii *divide et impera*

Teoretic, strategia didactică ia sfârșit cu o constatare de învățare pozitivă: a fost atins obiectivul fixat, a fost achiziționată noua competență, a intervenit modificarea comportamentală, dar nu înainte de a puncta anumite concluzii referitoare la noul concept studiat. Concluziile date vor fi inițial acoperite cu *masca de ecran* pentru a fi descoperite de studenți independent.

Așa dar, este foarte important să se construiască un sistem activ de cunoștințe, generat de activitatea independentă a studentului, care presupune descoperire prin învățarea sistematică.

Astfel de scenarii de lecții au fost elaborate de autor pentru fiecare temă inclusă în standardul curricular la disciplina *Tehnici de programare*.

Tabla interactivă devine un mijloc de trezire a curiozității și de dezvoltare a interesului studenților, sursa principală de informare, dar și spațiul de aplicare a cunoștințelor. Tabla interactivă poate fi folosită cu aceeași eficiență și interes atât de profesori, cât și de studenți la toate disciplinele de studiu, inclusiv în cadrul cursului *Tehnici de Programare*. Un avantaj esențial ar fi și acela că informațiile

șterse și secvențele închise pot fi readuse pe tablă în orice moment, fapt imposibil pentru orice alt tip de tablă.

Tabla interactivă reprezintă un instrument eficient și, în același timp, elegant ce poate fi integrat cu succes în procesul didactic: prelegeri, seminare, sesiuni de training, workshopuri etc., transformând, astfel, orice spațiu într-un cadru interactiv.

În concluzie, noile tehnologii informaționale modifică, uneori semnificativ, strategiile didactice și stimulează cercetările didactice în această direcție. În contextul respectiv, apariția tablelor digitale denotă, credem noi, începutul unei noi perioade în implementarea acestui instrument performant în procesul educativ-didactic.

2.3.3. Metode, mijloace și abordări didactice în predarea-învățarea-evalaurea unităților de învățare din cursul universitar Tehnici de programe

Principala direcție a didacticii, ca știință a procesului de învățământ, o reprezintă problematica tehnologiei didactice. După Cucoș C. prin *tehnologie didactică* se desemnează „ansamblul mijloacelor audio-vizuale utilizate în practica educativă” [160, p.80-81]. Această modalitate de definire vizează accepția restrânsă a conceptului în cauză, folosită, de altfel, tot mai puțin.

În dicționarul de termeni pedagogici de Cristea S. tehnologia pedagogică (didactică) reprezintă „ansamblul tehnicilor și cunoștințelor practice necesare pentru a organiza, atesta și asigura funcționalitatea instituției de învățământ la nivel de sistem; știință pedagogică aplicată; activitate educativă/didactică în ansamblul său (proiectarea: obiectivelor, conținuturilor, metodelor, modalităților de evaluare), abordabilă și perfectibilă la nivel de sistem și de proces” [166, p.440].

Cercetătorul Селевко Г. К. [184] definește tehnologia didactică ca o latură componentă a sistemului de învățământ, care conectează procesele de instruire, învățare, evaluare, mijloacele și formele de organizare a procesului didactic.

De-a lungul timpului tehnologia didactică a evoluat calitativ prin trecerea de la învățământul axat pe metode dominante, la un proces didactic centrat pe dinamism, flexibilitate; de la învățământul centrat pe profesor la cel centrat pe student; de la învățământul care separa evaluarea de predare - învățare, la un proces didactic ce optează pentru integrarea evaluării în procesul de predare - învățare, accentuând evaluarea formativă și instruirea studenților pentru autoevaluare.

Analizând conținutul tehnologiei didactice putem distinge în cadrul ei trei domenii fundamentale: strategiile didactice, mijloacele de învățământ și formele de organizare a procesului de învățământ.

Prin *mijloace de învățământ*, în sens larg, înțelegem ansamblul instrumentelor materiale, naturale sau tehnice, selectate și adaptate pedagogic la nivelul metodelor și procedeele de instruire, pentru realizarea eficientă a sarcinilor de predare-învățare-evaluare [166, p.308-309].

Funcțiile mijloacelor de învățământ: (1) *stimulativă*: motivarea educabililor pentru studiu, stimularea curiozității și procovarea interesului pentru cunoaștere; (2) *de comunicare*: transmiterea de informații; (3) *ilustrativ-demonstrativă*: formarea la instruiți a reprezentărilor, însușirea de noi cunoștințe, fixarea și sistematizarea etc.; (4) *formativ-educativă*: exersarea și dezvoltarea operațiilor gândirii, formarea deprinderilor intelectuale și practice; (5) *ergonomică*: raționalizarea eforturilor profesorului și educabililor în activitatea didactică; (6) *estetică*: cultivare a capacității de receptare și apreciere a frumosului; (7) *de evaluare*: diagnoză și apreciere a progreselor.

NTI reprezintă mijloacele didactice de ultimă oră. S-a stabilit că, implementarea NTI în procesul didactic stabilește un șir de noi cerințe:

- *în fața cadrului didactic*: abilități complexe de utilizare TIC; experiență TIC pentru proiectare; costuri mari de timp pentru proiectare și realizare;
- *în fața instituției de învățământ*: infrastructură informațională instituțională modernizată (sistem informațional performant, cadre calificate în domeniul TIC); viziune privind dezvoltarea interdisciplinară prin implementarea TIC; ajustarea programelor de studii la cerințele pieții muncii naționale și internaționale;
- *în fața studenților*: automotivare pentru cunoaștere; cunoștințe performante în domeniul TIC și dezvoltarea capacităților profesionale de a se integra în piața muncii internațională.

Punerea în valoare a potențialului formativ al noilor tehnologii informaționale devine realitate numai atunci când atât studenții cât și cadrele didactice au acces deplin la utilizarea TIC în sala de curs și în afara acesteia.

Instrumentele TIC sunt divizate în două mari compartimente:

- ✓ *instrumente hardware*: echipamentele digitale universale sau specializate, utilizate pentru desfășurarea procesului didactic; de exemplu, calculatorul, monitoare video, imprimante, scanere, table interactive, proiectoare multimedia, echipamente de stocare a informației etc;
- ✓ *instrumente software*: resurse pasive: documente text, imagini, secvențe sonore sau video, dicționare digitale; obiecte de învățare standardizate; aplicații de simulare; aplicații pentru evaluare; LMS; LCMS.

Învățământul electronic a fost de curând oficializat în sistemul de învățământ din Republica Moldova prin adoptarea în 2014 a Codului Educației. Acest tip de

învățământ și-a făcut apariția pe arena națională grație rezultatelor unor entuziaști de la diferite instituții din țară: UST, USARB, USCH, UPSC, USM, UTM dar, a obținut, ulterior, un sprijin esențial în cadrul a mai multor proiecte Tempus (WETEN, TEREK, CRUNT etc.) [44]

Practica educațională demonstrează că gradul de individualizare a procesului didactic în universități este determinat de nivelul de implementare TIC în mediile de învățare [7, p.221-224]. Utilizarea NTI în învățământul superior a generat un șir vast de noi abordări a procesului didactic. Actualmente se mărește numărul de instituții superioare de învățământ care implementează în procesul de formare instrumente de e-learning ca parte componentă a sistemelor proprii de învățare și pentru a introduce elemente de interactivitate, alternative didacticii tradiționale.

În mijloacele de învățământ digitale utilizate în procesul de predare – învățare – evaluare a cursului universitar *Tehnici de programare* se includ atât cele tradiționale: calculatorul, prezentările electronice, rețeaua Internet, wiki source, simulatoarele, LMS, LCMS -uri etc. cât și NTI, adică mijloace interactive: tabla interactivă, sistemele digitale de testare interactivă. Aceste mijloace didactice (tabla interactivă, sistemele digitale de testare interactivă) sunt dintre cele mai noi tehnologii informaționale integrate în procesul didactic, în mod special, în Republica Moldova, deoarece metodologia de implementare a lor în acest proces este puțin reflectată în lucrările metodice publicate anterior, mai ales, în cadrul învățământului universitar.

Adoptarea platformei MOODLE integrează o universitate într-o veritabilă comunitate internațională, având acces la experiența pedagogică și științifică a acesteia. Scopul principal al platformei într-o instituție superioară de învățământ este de a oferi un cadru de interacțiune pentru profesori și studenți. Avantajul utilizării MOODLE este că, acest sistem oferă posibilitate studenților de a face lucrurile în manieră proprie, de a-și forma propriul traseu de formare, adaptat la propriul stil de învățare - metodă care de cele mai multe ori conduce la perspicacitate și creativitate. Nivelul de interactivitate reprezintă indicatorul principal al calității unui curs electronic [7, p.237-256].

Cele mai importante funcționalități ale platformei MOODLE sunt rezumate în figura 2.22.

Universitatea de Stat din Tiraspol la fel este parte componentă a comunității MOODLE. Cursul electronic plasat pe platforma moodle.ust.md și inclus în procesul de formare inițială din cadrul cursului universitar *Tehnici de programare* oferă studenților material teoretic, rezolvări de probleme, link-uri ce conțin simulări de realizare a unor algoritmi, teste de evaluare propuse pentru exersare în ritm propriu, materiale audio și video (lecții), forum, chat etc. Pentru a putea accesa

resursele aflate pe platforma MOODLE este necesară crearea unui cont și cheia de înscriere la curs.

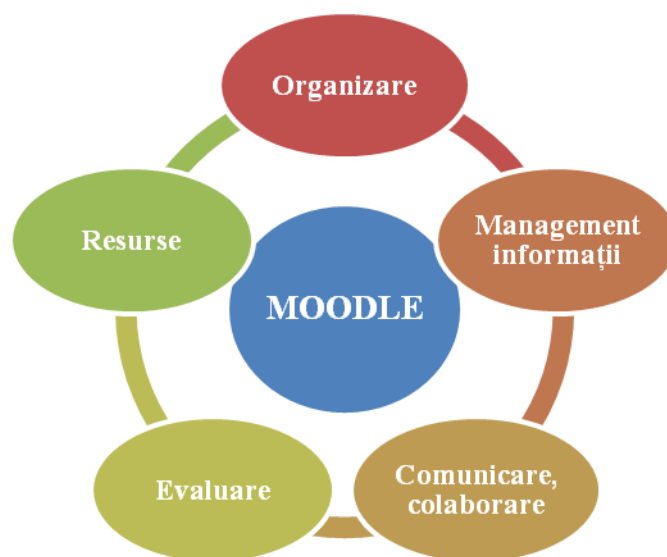


Fig.2.22. Funcționalitățile platformei MOODLE

Utilizarea TIC în educație este dictată de noile cerințe ale societății și permit implicarea activă a studenților în procesul didactic, diversifică metodele și formele de predare – învățare – evaluare, economisind atât timpul profesorului cât și al studentului.

De rând cu alte mijloace tehnice inovative, cum ar fi tabla interactivă, proiectorul multimedia, soft-urile de testare online pot fi utilizate și sistemele de sondaj și testare. Sistemele de testare interactivă sunt utilizate pentru a îmbunătăți eficiența procesului educațional, feedback-ul operațional, implicarea activă a studenților în procesul didactic [185]. Avantajul acestor sisteme este că nu necesită, în mod obligatoriu, un calculator pentru fiecare student. Sunt suficiente: calculatorul profesorului, tabla interactivă sau un proiector cu ecran și sistemul de testare, adică pot fi aplicate și în sălile de curs. Dintre cele mai noi sisteme de sondaj și testare interactivă, aplicate în sistemul educațional de la noi din țară sunt SMART Response și Turning Point.

Un sistem de testare interactivă include: un set de console pentru alegerea variantelor de răspuns; receiver-ul (receptor), care se conectează la calculatorul profesorului prin port USB; soft-ul care permite prelucrarea datelor. Numărul de studenți implicați în procesul de testare interactivă poate fi mărit până la 1000. Toate consolele au un număr care permit identificarea răspunsurilor studenților. Sunt puse la dispoziție începând cu cele mai simple console ce permit de a alege din câteva variante de răspuns până la console cu tastatură și ecran, care permit realizarea testărilor de diferită complexitate și structură.

Sistemele de evaluare interactivă permite profesorului să verifice nivelul de asimilare a cunoștințelor la diferite etape ale procesului de instruire, să afișeze imediat rezultatele pe tabla interactivă sau pe ecranul proiectorului sub formă de tabele, grafice, diagrame.

Alte aspecte pozitive ale acestei forme de evaluare este posibilitatea de a utiliza repetat materialele (testele) create și economisirea timpului profesorului folosit la verificarea testelor.

Utilizarea sistemelor de testare interactivă în combinație cu alte mijloace tehnice permit modelarea activităților didactice în cadrul orelor facilitând, astfel, obținerea unei calități ridicate de însușire a cursului universitar *Tehnici de programare*.

Aplicarea instrumentelor Google pentru mediul individual de învățare sunt în ascensiune directă. Cel mai des utilizat instrument este Google mail. Instrumentul asigură realizarea tuturor cerințelor comunicative înaintate unui mediu de învățare: transmitere de mesaje, posibilitatea de căutare în mail, etichetarea mesajelor, arhivarea mesajelor, formarea grupurilor de mail și a conversațiilor, chat și forum încorporat.

Acest instrument este aplicat de autor, în cadrul disciplinei *Tehnici de programare*, după schema din figura 2.23 și contribuie la intensificarea relațiilor de colaborare și cooperare: profesor – student, student – student. Lecțiile create în SMART Notebook sunt salvate în format PDF și transmise prin email grupei de studenți.

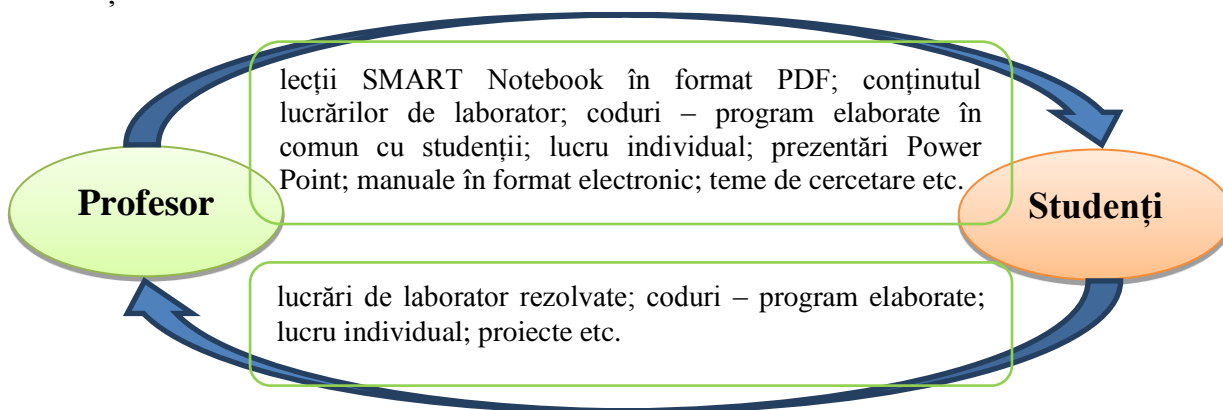


Fig.2.23. Aplicarea instrumentului Google mail în cadrul cursului *Tehnici de programare*

Implementarea aplicațiilor 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. Capacitatea utilizatorului de a observa sau modela un fenomen sau acțiune fără o implicare reală în acestea este

caracteristica dominantă a aplicațiilor de acest tip. La categoria aceasta se afiliază și jocurile educaționale.

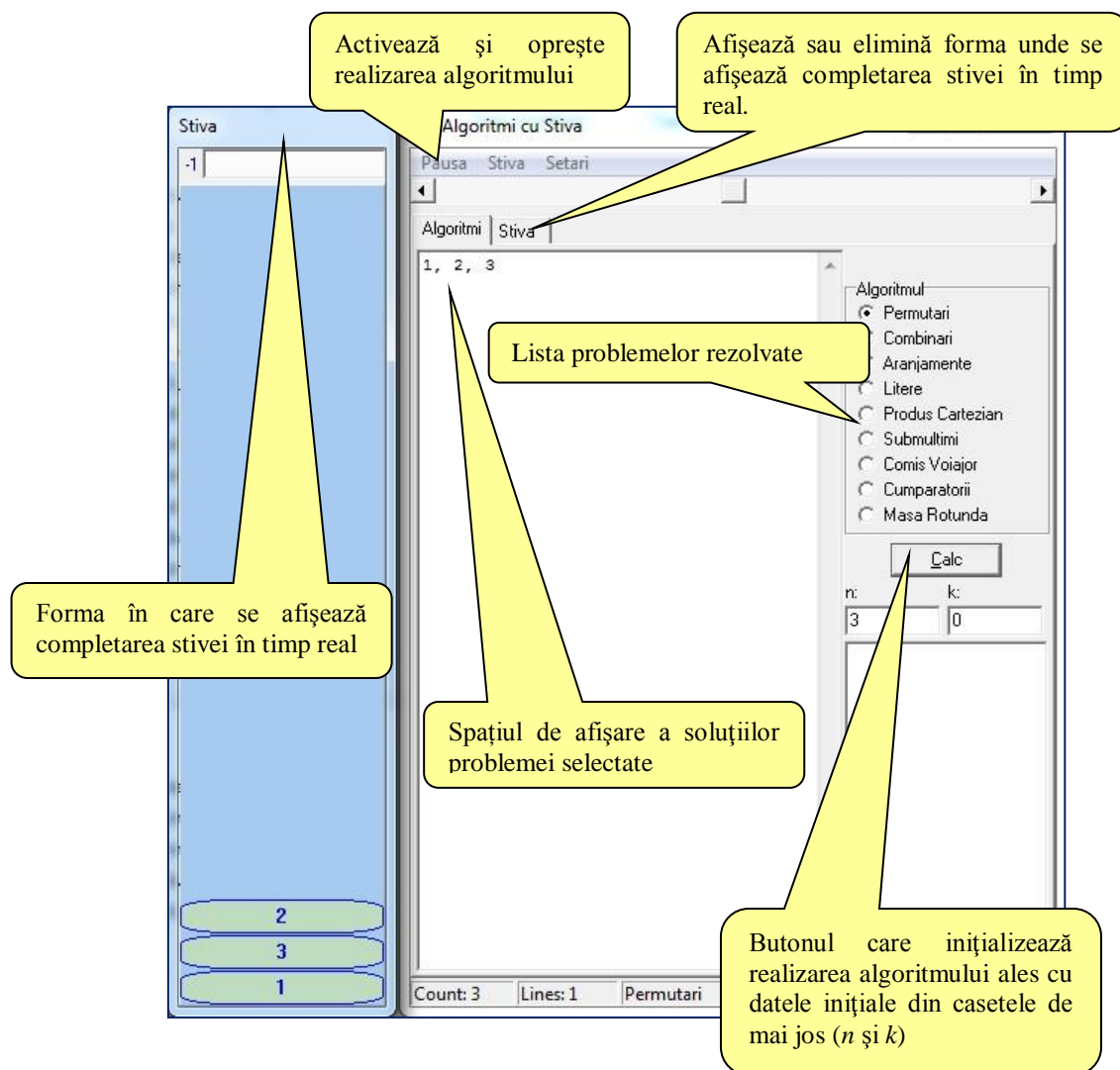


Fig.2.24. Aplicație-simulator de completare recursivă a stivei într-un algoritm backtracking

Conținuturile cursului universitar *Tehnici de programare* sunt, în mare parte, destul de dificile. De exemplu, pentru studenți este complicat de a înțelege cum are loc completarea stivei într-un algoritm backtracking. În acest scop, autorul a utilizat o aplicație care modelează completarea stivei în timp real (figura 2.24). Completarea stivei are loc sincron - odată cu realizarea algoritmului. Viteza de completare a stivei poate fi modificată accesând fila *Setări*.

O largă varietate de simulatoare la disciplina *Tehnici de programare* sunt puse la dispoziția cadrelor didactice de: LCMS-ul AeL - prima platformă de elearning românească; arhiva educațională .campion; Wikipedia; Youtube ș.a.

În cercetarea noastră, TIC, descise mai sus, au fost integrate în procesul didactic la disciplina *Tehnici de programare* prin interconectarea cu noua

tehnologie informațională - tabla interactivă (figura 2.25). Fiecare tehnologie utilizată a fost aplicată de autor prin prisma tablei interactive, subliniind, astfel, posibilitățile nelimitate ale acestui instrument didactic digital.



Fig.2.25. Integrarea NTI în procesul didactic la disciplina universitară *Tehnici de programare*

Așa dar, NTI au capacitatea de a integra mai multe instrumente (mijloace) digitale în același timp, asigurând interactivitatea și un nivel înalt de flexibilitate și conectivitate. NTI permit extinderea caracteristicilor spațiu și timp creând un context didactic nou, flexibil, axat pe instruit, transformând procesul didactic în unul activ și lărgind baza de instrumente didactice digitale.

Pentru a fi realizate la nivel maxim de calitate, activitățile socio-umane, inclusiv și cele didactice, necesită o organizare și proiectare minuțioasă. Procesul de învățământ universitar, la fel, deține un caracter organizat și se realizează în cadrul anumitor forme.

Formele de organizare a procesului didactic constituie structura organizatorică, cadrul organizatoric de derulare a activității didactice formale și informale, totalitatea modalităților specifice și operaționale de desfășurare a acestui proces. Principalele variabile în jurul cărora se centralizează formele de activitate didactică sunt *cadrul didactic și studenții*.

Formele de organizare a activității studenților întrunesc modurile de proiectare și realizare a interacțiunilor profesor – student, student – student în

vederea atingerii finalităților educaționale scontate prin stabilirea unor relații de colaborare între ei.

Formele de organizare a instruirii în învățământul superior se clasifică, în dependență de modul dirijării activității cognitive a instruiților, în: prelegeri (curs), seminare, lucrări de laborator, activități practice, lucru independent, cercetare științifică, practică (de producție, pedagogică, de licență etc). În funcție de numărul de studenți implicați în procesul didactic distingem formele de instruire: individuală, de grup, frontală [158, p.102-105].

Prelegerea, ca formă de organizare a actului instructiv – educativ în instituțiile de învățământ superior realizează funcții de informare, de stimulare, educativă și formativă, de ghidare, dezvoltativă, de convingere, de sistematizare și structurare a cunoștințelor acumulate în cadrul disciplinei de studiu [186].

La ora actuală există încă critici negative cu privire la prelegere de genul: prelegerea depinde de studenți și modul lor de a sesiza pasiv informația formulată de profesor; nu solicită gândirea acestora, decât la nivel de recunoaștere, memorare; inhibă motivarea pentru lucru independent; nu ține cont de ritmul propriu al studenților de a reține materia nouă etc.

Aceste neajunsuri trebuie, și pot fi, eliminate printr-o adoptare și implementare a unei metodologii didactice corecte, axate pe formarea de competențe, centrate pe principalul subiect al actului educativ – studentul și prin organizarea rațională a materiei de studiu.

Adoptarea formatului de prelegere intensificată îi ajută pe studenți să patrundă în esența temei abordate, să reflecteze la aceasta și să o interpreteze corect.

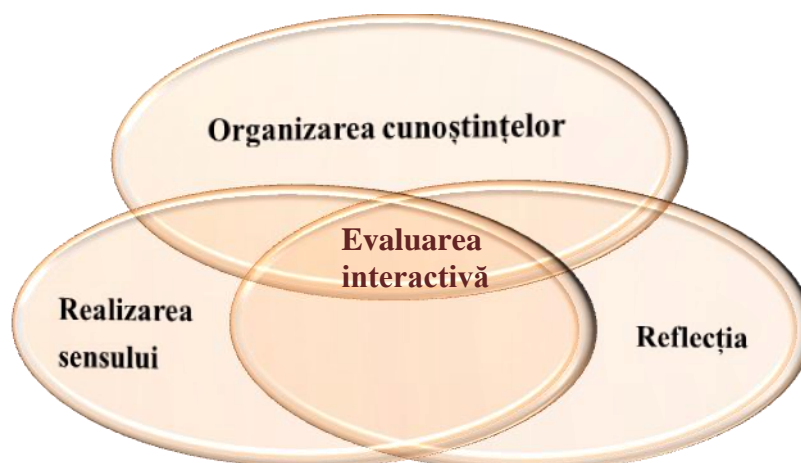


Fig.2.26. Etapele prelegerii intensificate

Prelegerea intensificată – este o metodă de dezvoltare a gândirii critice la studenți. Ea atenuează dezavantajele prelegerii tradiționale, prin activități de evaluare, interpretare (transpunere) și/sau de reflecție [187, p.81-102]. O astfel de

formă de organizare a procesului didactic este adoptată și de autor. Etapele unei prelegeri intensificate sunt schițate în figura 2.26.

Etapa de evocare sau organizarea cunoștințelor se referă la actualizarea cunoștințelor anterioare, conexiuni între idei sau concepte, întocmirea unor liste de idei (se poate utiliza harta conceptuală). La această etapă profesorul, prin întrebări, discuții dirijează și orientează studenții spre o nouă cunoaștere. Durata acestei etape depinde de mai mulți factori: subiectul ce urmează a fi expus, complexitatea lui, competențele pe care le dețin studenții, nivelul la care este prezentat subiectul etc.

Prezentarea conținutului prelegerii, alternat cu momente de reflecție și evaluare a studenților constituie *etapa de realizare a sensului*. Evaluarea interactivă are scopul de a da răspuns la următoarele întrebări: „cât de bine a înțeles/însușit materia?”, „o poate aplica sau nu?” și „cum o poate aplica?”, fapt ce permite dirijarea de mai departe a procesului de predare, care poate decurge pe două direcții: continuare sau este necesară o buclă – o întoarcere înapoi, o modificare de metode și strategii didactice, pentru a completa lacunele descoperite în cadrul evaluării efectuate.

La *etapa de reflecție* se punctează momentele cheie ale lecției, se formulează concluzii, se rezolvă exerciții, se fac constatări cu privire la felul în care studenții au receptat noile conținuturi, se trasează noi direcții pentru următoarea prelegere.

Aplicarea în practică a prelegerii intensificate are un șir de avantaje:

- activarea gândirii studenților;
- stabilirea de noi scopuri de cunoaștere;
- formularea de noi teme de cercetare și dezbateri pentru studenți;
- motivarea studenților pentru implicarea activă cognitivă și emoțională în procesul didactic;
- este stimulată reflecția și exprimarea liberă;
- studenții sunt ghidați spre formularea de întrebări proprii;
- se asigură, la un nivel mai ridicat, procesarea informației, achiziționarea unor cunoștințe durabile;
- contribuie substanțial la dezvoltarea gândirii critice.

Practica educațională permite de a afirma că, cadrele didactice care aplică un astfel de cadru de predare - învățare, centrat pe implicarea activă a studenților în procesul didactic, primește ca beneficiu cunoștințele, performanțele și creativitatea aproape a tuturor studenților din grupă/serie.

Autoarea Focșa-Semionov S. [126] menționează că, studenții trebuie învățați tot timpul pe două direcții fundamentale: (1) achiziția de cunoștințe noi și (2) învățarea procesului de învățare.

În prezent, pedagogia centrată pe obiective s-a retras cedând tot mai mult teren pedagogiei axate pe competențe. Astfel, s-a realizat o trecere de la psihologia comportamentalistă la psihologia cognitivă. Transformările menționate au dus și la schimbarea obiectului evaluării. Actualmente, esența este de a evalua nu *cât?* ci să evaluăm *cum?*

Evaluarea unei competențe este determinarea totalității componentelor sale care permit evaluatorului de a o înțelege; este un punct de plecare pentru reorganizarea întregului proces didactic. Evaluarea este, în mod obligatoriu, încorporată într-o pedagogie interactivă coerentă și are ca scop analiza progresului învățării și cunoașterii realizate de instruiți. A evalua înseamnă: a compara un ansamblu de cunoștințe/competențe prevăzute de un standard (de exemplu, standardul curricular la o disciplină de studiu) cu setul de cunoștințe/competențe deținute de instruit; a lua decizii; a remodela continuu tehnologia didactică; a îmbunătăți continuu procesele și produsele curriculare [188, p.111]. Funcțiile evaluării sunt prezentate în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2. Funcțiile evaluării raportate la actorii procesului de predare - învățare (cadru didactic, student) după Chiș V. [159]

Funcțiile evaluării	Cadru didactic	Student
de constatare	pregătește procesul de formare, stabilește strategii didactice ce vor fi aplicate în procesul didactic;	apreciază nivelul de cunoștințe/competențe și le compară cu cele stabilite de profesor;
de diagnostică	oferă diagnostic referitor la punctele tari și slabe ale procesului didactic și a celor ce se instruiesc;	identifică lacunele din propriul proces de formare;
de prognozare	anticiparea situațiilor în procesul de instruire; reglarea și reconsiderarea strategiilor didactice;	crearea unui demers propriu de formare; optimizarea stilurilor de învățare;
de motivare	reglarea procesului didactic în dependență de performanțele instruiților;	micșorarea sau stimularea efortului în dependență de dinamica performanțelor înregistrate.

În baza performanțelor înregistrate de instruiți se apreciază dacă tehnologia didactică adoptată și-a atins scopul sau necesită modificări.

La baza clasificării evaluării se află trei criterii: (I) nivelul de cunoștințe/competențe care trebuie să le dețină studentul și care trebuie evaluate: evaluare parțială sau globală; (II) după axa temporală la care se raportează evaluarea: la începutul, pe parcursul și la sfârșitul formării; (III) sistemul de referință pentru pronunțarea de concluzii de valoare asupra rezultatelor evaluate: evaluarea criterială, comparativă, normativă, clasificatoare. În raport cu aceste trei

criterii distingem: evaluarea inițială (de orientare); evaluarea formativă și formatoare; evaluarea sumativă (finală).

Funcția principală a *evaluării inițiale* este aceea de a motiva, de a stimula și, mai ales, de a indica direcția care trebuie parcursă în procesul de formare a competențelor cu scopul atingerii finalităților de studii.

Evaluarea formativă se realizează pe întreaga durată a programului de studii și are ca finalitate remedierea lacunelor sau deficiențelor săvârșite de studenți. Ea este adaptată cerințelor educaționale ale studenților și are drept scop determinarea și reglarea cea mai adecvată a neajunsurilor de învățare ale fiecărui student, localizarea originii problemelor depistate și a surselor de erori, evidențierea elementelor care facilitează sau frânează procesul de învățare, cu scopul de a-l ajuta pe student să înregistreze progrese în învățare și de a dirija strategiile cognitive și metacognitive. În cadrul evaluării formative studentul nu trebuie judecat sau clasificat ci doar se compară performanțele lui cu un „grad de performanțe stabilit anterior”. Evaluarea formativă formează comportamentul și autoreglează învățarea studentului.

Evaluarea sumativă încheie o perioadă de formare și este orientată spre acordarea unui calificativ (notă, certificat, diplomă); este un bilanț al învățării; este centrată pe rezultate globale; permite stabilirea nivelului de cunoștințe/competențe atins de student.

Instruirea interactivă, învățarea interactivă sunt asistate de o evaluare interactivă, care se prezintă ca o evaluare formativă și formatoare.

După Bocoș M.-D. [188, p.113] „evaluarea interactivă are funcție formativă deoarece face posibilă reglarea interactivă a predării și învățării, permițând studentului să își autoanalizeze procesul de învățare, raportându-se la obiectivele urmărite, și, respectiv, să proiecteze activitatea de învățare viitoare, iar profesorului îi permite să își adapteze și remodeleze predarea prin reglări interactive.” Evaluarea interactivă poate include: evaluarea realizată de profesor; coevaluarea sau interevaluarea (perechi, grupuri de studenți); autoevaluarea [189].

Cercetătoarea Deinego N. [7, p.141] menționează că „evaluarea formativă interactivă se realizează prin observarea studenților în timpul învățării; interacțiunile între subiecții procesului didactic (cadru didactic, studenți) reprezintă motive de evaluare/autoevaluare și de ajustare a situațiilor de predare – învățare”.

Evaluarea interactivă poate fi definită ca o extensie veritabilă a învățării interactive realizate de studenți și prin studenți, un alt mod de predare, transmitere și achiziționare de cunoștințe, formare de capacități, abilități, competențe, comportamente etc.

Realizarea evaluării interactive prin intermediul sistemului digital de testare interactivă, menționat mai sus, în procesul de formare inițială din cadrul cursului universitar *Tehnici de programare* a permis autorului să monitorizeze procesul de învățare a studenților, să ajusteze imediat demersul didactic în funcție de rezultatele înregistrate la testele propuse, să anticipeze unele situații dificile în procesul didactic, să contribuie la sporirea succesului academic al studenților.

Obiectul evaluării este constituit din: cunoștințele acumulate și nivelul de dezvoltare a competenței măsurate prin abilitățile studentului de a integra aceste cunoștințe în diverse situații. În timpul evaluării complexitatea situațiilor în care este plasat studentul se află în creștere, adică ordinea itemilor este de la simplu la compus. Gradul de dificultate a unui item este determinat de volumul de cunoștințe, abilități etc. necesare pentru rezolvarea lui. Astfel, studentul este pus în condiția de a aplica în creștere numărul de cunoștințe, abilități, atitudini etc. achiziționate.

Referindu-ne la cursul universitar *Tehnici de programare*, autorul a aplicat evaluarea interactivă mai mult la etapele de învățare de bază (integrare și transfer) în cadrul orelor de curs (prelegeri). Evaluarea interactivă s-a inserat în procesul de predare după introducerea unor noțiuni noi, după trecerea de la rezolvarea unor cazuri particulare la alte cazuri similare, după schimbarea situațiilor în funcție de situația-model etc. În calitate de *instrument* de evaluare a servit testul.

Evaluarea interactivă este detaliată, poate cuprinde doar o parte din unitatea de învățare, iar timpul alocat testării este de 5-10 min.

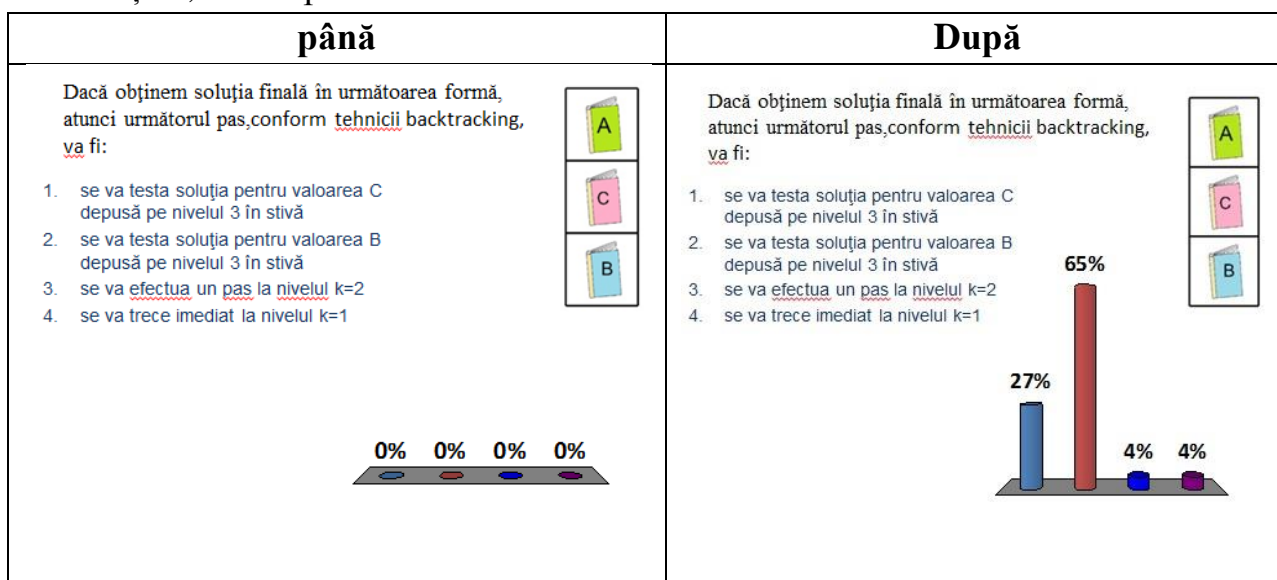


Fig.2.27. Afișarea procentajului înregistrat de studenți pentru itemul rezolvat

În timpul realizării evaluării interactive, rezultatele se afișează pe tabla interactivă după fiecare item, sub forma unei diagrame, de îndată ce toți studenții au furnizat răspunsul sau după expirarea timpului alocat pentru rezolvarea itemului

respectiv. În figura 2.27. sunt reflectate situațiile înainte și după răspunsurile studenților la un item.

După încheierea testării poate fi afișată situația per total (figura 2.28).

Results Detail

Scorul total înregistrat de un student.

Last Name	First Name	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Total Points	Score
Maximum Points		1	1	1	1	1	1	1	7	100,00%
	Veronica	1	0	1	1	1	1	1	6	85,71%
	Iuliana	1	1	0	1	1	1	1	6	85,71%
	Lacramioara	1	1	1	1	1	1	1	7	100,00%
	Corina	1	1	0	1	1	1	1	6	85,71%
	Igor	1	0	1	1	1	1	1	6	85,71%
	Grigorii	1	1	1	1	1	1	1	7	100,00%
	Diana	1	0	1	1	1	1	0	5	71,43%
	Mariana	1	1	1	1	1	1	1	7	100,00%
	Sergiu	0	0	1	1	1	1	1	5	71,43%
	Daniela	1	1	1	1	1	1	1	7	100,00%
	Gheorghe	1	0	0	1	1	0	1	4	57,14%
Participant List Averages		91	55	73	100	100	91	91	6	85,71%

Scorul total înregistrat de grupa de studenți pentru un item.

Scorul total înregistrat de grupa de studenți per test.

Fig.2.28. Raport detaliat privind rezultatele testării

Tabelul 2.3. Scala de performanțe

Procentaj înregistrat %	Calificativ	Nota	Descriere
95-100	A	9,5-10	Foarte bine
85-94	B	8,5-9,49	Bine
70-84	C	7-8,49	Relativ bine
55-69	D	5-6,99	Suficient
0-54	E	1-4,99	Insuficient

În cadrul experimentului pedagogic, desfășurat de autor, rezultatele evaluării interactive, au fost analizate pe verticală (item), orizontală (student) și diagonală (item*student). Analiza situațiilor pe verticală se fac interactiv, în cadrul orei, iar deciziile sunt rapide și cu implementare, de cele mai multe ori, imediată. Studiarea rezultatelor detaliate pe orizontală și diagonală s-au efectuat în afara orelor, pentru

a evidenția progresul/situațiile dificile fiecărui student. Măsurile luate cu privire la lichidarea deficiențelor majore în procesul de învățare a studenților s-a efectuat în cadrul lucrului individual.

Pentru a încadra rezultatele obținute la testările interactive în anumite standarde și pentru a lua decizii, noi am adoptat o scală de performanțe descrisă în tabelul 2.3.

În dependență de nivelul de pregătire al grupei (media), și alți factori, profesorul poate accepta o anumită limită pentru continuarea demersului didactic, în caz contrar se realizează o buclă de tip *repeat...until* de întoarcere (figura 2.29.). Semnele „+” și „-” din această figură se pot referi la: (1) procentul înregistrat de studenți la un item sau (2) procentul înregistrat de studenți la test.

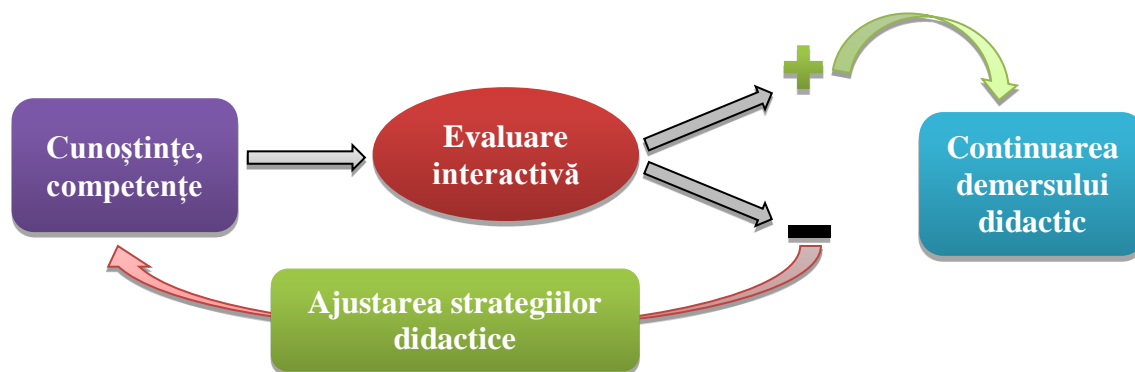


Fig.2.29. Rolul evaluării interactive în procesul de predare

De exemplu, fiind analizate rezultatele din figura 2.28., autorul ia decizia că, scorul total este unul bun (acceptat) – 85,71%, însă pentru itemul 2 s-au înregistrat 55% - un rezultat suficient, dar neacceptat. Prin urmare, s-au modificat strategiile didactice pentru a acoperi golurile cu privire la cunoștințele și competențele necesare pentru rezolvarea itemului dat (buclă de tip (1)).

O informație mai deplină este livrată de rapoartele pe itemi (figurile 2.27, 2.30).

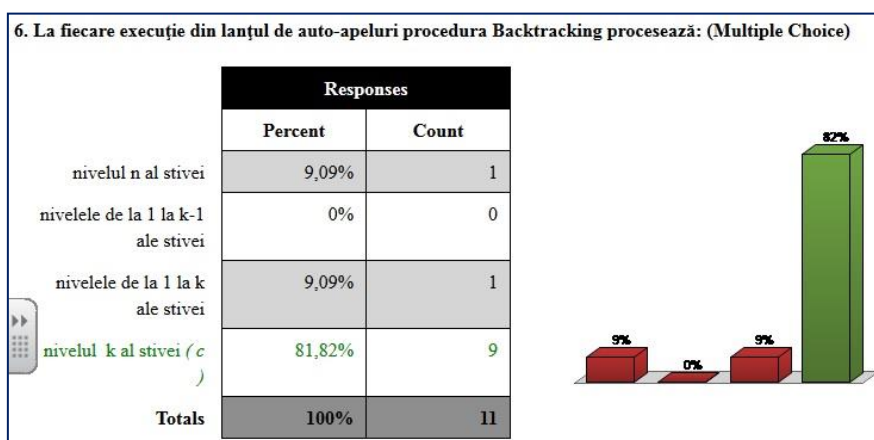


Fig.2.30. Rezultatele afișate de sistemul de testare interactivă Turning Point pentru un item

Pentru cazul afișat în figura 2.30 s-a înregistrat un scor acceptat, iar pentru itemul din figura 2.27. scorul obținut este inacceptabil. Se observă o problemă la nivel de completare a stivei. Mai mult, studenții nu au înțeles ordinea de depunere a valorilor în stivă. Deși elementele care se depun pe ultimul nivel în stivă aparțin unei mulțimi, iar într-o mulțime nu se respectă relația de ordine, în cadrul implementării unui algoritm backtracking depunerea valorilor în stivă se realizează într-un ciclu, deci sunt într-o ordine. Așa dar, a fost evidențiat momentul unde se comite greșeala și prin exemple se va completa acest gol.

Înregistrarea unui procentaj neacceptat pentru întreaga grupă (de exemplu, 64,10%) semnalează profesorului existența unei probleme de înțelegere (învățare) la nivelul întregii grupe și întregului demers didactic (figura 2.31).

Session Name: New Session 03.11.2015 16-31_2									
Date Created: 03.11.2015 16:14:41		Active Participants: 26 of 32							
Average Score: 64,10%		Questions: 6							
Results Detail									
Last Name	First Name	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Total Points	Score
Maximum Points		1	1	1	1	1	1	6	100,00%
Adrian		1	-	1	-	1	1	4	66,67%
Victoria		1	1	1	1	1	1	6	100,00%
Cristina		1	0	1	1	1	1	5	83,33%
Gheorghe		1	0	1	-	1	1	4	66,67%
Zinaida		1	1	1	-	1	1	5	83,33%
Angela		1	1	1	-	1	1	5	83,33%
Tatiana		1	1	1	-	0	1	4	66,67%
Ana		1	1	1	-	1	1	5	83,33%
Elena		1	0	0	-	1	1	3	50,00%
Natalia		1	1	0	-	1	1	4	66,67%
Maria		1	0	0	-	1	0	2	33,33%
Olga		1	1	0	-	1	0	3	50,00%
Andrei		1	1	0	-	1	0	3	50,00%
Ecaterina		1	0	0	0	0	0	1	16,67%
Marina		1	1	1	-	0	1	4	66,67%
Andrei		1	1	1	-	1	1	5	83,33%

Fig.2.31. Rezultate neacceptate pentru un test interactiv

Astfel de situații cer modificarea întregului demers didactic pentru unitatea de învățare supusă testării și ajustarea globală a strategiilor didactice în scopul obținerii rezultatului scontat (buclă de tip (2)). Tot aici, se observă că studenții nu

au reușit să rezolve itemul Q4. În acest caz, dacă itemul este de tip rezolvare de problemă, se va modifica timpul alocat pentru rezolvarea itemului.

Autorul recomandă: dacă în procesul de predare, în urma evaluării interactive, au avut loc bucle, atunci se poate recurge la o altă evaluare interactivă cu includerea acelor resurse (cunoștințe, competențe) care au cauzat bucla.

În calitate de concluzie, se poate sublinia că, evaluarea interactivă are un caracter formativ, de estimare în baza unor criterii bine determinate, standarde, și se încadrează organic în procesul didactic, accentuând centrarea pe instruit a întregului proces de formare.

Lección interactivă reprezintă un instrument puternic și flexibil în mâinile profesorului. Îmbinarea elegantă a multiplelor metode didactice pot îmbogăți procesul tradițional de predare și pot spori esențial motivarea studenților pentru învățare. Astfel, studenții sunt stimulați să experimenteze ceea ce învață, să aplice în practică cunoștințele dobândite, iar procesul didactic devenind mult mai calitativ și eficient.

Metoda este un element - cheie al tehnologiei didactice, care include anumite caracteristici:

- a) se alege de profesor fiind pusă în aplicare în cadrul procesului didactic cu ajutorul instruiților;
- b) presupune mai multe tipuri de colaborări: profesor - instruit; instruit - profesor; instruit - instruit;
- c) poate fi aplicată în mai multe moduri sau în calitate de procedeu în cadrul altei metode;
- d) permite integrarea profesorului în procesul instructiv - educativ în diferite roluri: sursă de informație, ghid, mentor, antrenor, evaluator etc.

Importanța și necesitatea formării la studenți de competențe profesionale, stimularea procesului de formare, dezvoltarea abilităților de lucru în grup/echipă ne-a ghidat spre utilizarea în modelul pedagogic elaborat a unor metode interactiv-participative cu accent pe implementarea TIC în procesul didactic.

Dezvoltarea spiritului creativ la instruiți este una din prioritățile de bază a fiecărui cadru didactic. Spiritul creativ este considerat, pe bună dreptate, o competență esențială, transversală și care se produce longitudinal, adică peste disciplinele de studiu și practicile educaționale. Abilitățile intelectuale ce stau la baza acestei competențe unice sunt:

- concentrate pe divergențe: flexibilitatea, originalitatea, fluiditatea;
- concentrate pe cunoaștere: curiozitatea, sensibilitatea, căutarea, descoperirea;
- concentrate pe convergență: redefinirea, perfecționarea;
- concentrate pe evaluare: analiza erorilor, raționarea logică, autoevaluarea.

În cadrul experimentului pedagogic, autorul a integrat mai multe metode prin prisma implementării TIC. Aplicând în cadrul procesului didactic așa forme de organizare a învățării ca forum-ul, chat-ul, Google mail se poate da o nouă interpretare metodei brainstorming și anume, ceea ce în literatura de specialitate se numește *brainstorming electronic*. Avantajele obținute în aplicarea acestei metode sunt:

- cursanții devin mai motivați: fiecare dintre ei se află în propriul spațiu unde comoditatea participării este asigurată; participanții pot rămâne anonimi;
- dezinhibarea instruiților: ce poate genera curajul exprimării unor idei novative;
- numărul de participanți este mult mai mare: dispar barierele de statut și localizare geografică etc.

Dezavantajele brainstorming-ului electronic sunt: posibilitatea apariției degrevării responsabilității; neîmpărtășirea unui spațiu comun poate duce la izolare, dispariția sentimentului de apartenență la grup; lipsa unui feedback imediat care să permită adaptarea procesului în timp util etc.

Pentru înlăturarea acestor limite, autorul a practicat o altă metodă numită *ingineria ideilor*, care se deosebește de brainstorming prin faptul că profesorul dirijează dezbaterile spre anumite obiective concrete. Implicarea profesorului în procesul de generare a ideilor și ghidarea, concentrarea studenților pe ceva precis, micșorează efortul intelectual și reduce timpul de găsire a soluțiilor.

Metoda rezolvării problemelor este pe larg aplicată în predarea – învățarea științelor reale. Rezolvarea unei probleme prin mai multe metode, aplicând diferite tehnici de programare și structuri de date joacă un rol important în însușirea temeinică și profundă a cunoștințelor, contribuie, de asemenea, la dezvoltarea și desăvârșirea intereselor cognitive, a activității creatoare, la lărgirea orizontului studentului. Participarea la concursuri naționale sau internaționale de informatică impune condiții de cunoaștere la nivel bine sau chiar foarte bine a tehnicilor de programare [45].

Autorul a practicat așa metodă ca - *lecția unei singure probleme*. Ideia constă în următoarele: se formulează o problemă, având restricții mici (sau lipsa restricțiilor) și o rezolvare simplă. Apoi, pe parcurs, se adaugă condiții noi, se lărgesc restricțiile etc. Acest fapt cere de la studenți analiza tehnicilor de programare învățate în scopul alegerii celei mai bune, optime pentru rezolvarea problemei puse. Un astfel de model de lecție este descris în [190].

Astfel, sunt tehnici de programare care oferă: (a) posibilitatea scrierii unui program mic, dar de cele mai dese ori greu de parcurs (pas cu pas) și care încarcă considerabil memoria (recursia); (b) toate soluțiile unei probleme, dar necesită un

timp de calcul mare (backtracking); (c) rapid o soluție, dar nu de fiecare dată a celei mai bune, optime (greedy); (d) cea mai optimă soluție, în timp de calcul util, dar care cere de la programator cunoștințe matematice vaste (programarea dinamică). Aceste afirmații pot fi demonstrate și prin rezolvarea pas cu pas a mai multor probleme măbind treptat gradul lor de dificultate [191,192].

Deși în esență rezolvarea problemelor constă în câteva faze esențiale: formularea problemei, analiza situației existente, găsirea și aplicarea soluției, în practică există mai multe metodologii de rezolvare a problemelor grupate în metodologii de rezolvare analitică a problemelor și metodologii de rezolvare creativă a problemelor [190].

Pentru practica instruirii interactive *problematizarea* și *învățarea prin descoperire* sunt două direcții didactice inovative, două forme didactice particulare ale euristicii [188, p.293].

Didactica modernă atribuie problematizării un statut mult mai complex – unul de orientare didactică, de principiu metodologic fundamental și accelerator al activităților instruiților. Învățarea prin problematizare constituie un model de implicare activă și interactivă a studenților în procesul didactic concentrat pe proiectarea activităților de lucru independent (individual sau de grup) în căutarea soluțiilor unei probleme dificile.

Problematizarea și învățarea prin descoperire ca metodă didactică a fost integrată de autor în procesul didactic fiind combinată cu *metoda clasei inversate* (flip classroom). Fiind experimentată încă în anii 1990, în SUA de specialiștii de la Universitatea Harvard, această metodă de instruire constă în schimbarea rolului profesorului, din sursă de informație, informator în ghid al studenților, în scopul realizării unor sarcini complexe prin comunicarea studenților a temei pentru acasă – o nouă unitate de învățare (o nouă temă). În cadrul experimentului pedagogic desfășurat de autor, materialele didactice puse la dispoziția studenților pentru autoinstruire se constituie din: cursul electronic *Tehnici de programare* plasat pe platforma MOODLE care conține atât fișiere în format *pdf*, prezentări Power Point, coduri de program cât și link-uri la materiale video de pe youtube.com, care oferă o vastă informație pentru ulterioara activitate realizată face to face. În astfel de situație, profesorul poate urmări mai atent, modul în care fiecare student asimilează un anumit tip de informație, iar studenților li se oferă oportunitatea de a-și manifesta creativitatea. Această metodă oferă posibilitate profesorului să promoveze conceptul *învățării independente*, în scopul creșterii profesionale a viitorilor specialiști și integrării reușite pe piața muncii.

Metoda instruirii reciproce (peer instruction) introdusă și dezvoltată în anii '90 de Eric Mazur [193], profesor de fizică și fizică aplicată la Universitatea

Harvard, fiind o metodă de dezvoltare a gândirii critice, este orientată pe dezvoltarea dialogului student – student; asigură cooperarea în înțelegerea lecțiilor și îi implică pe instruiți în propria lor educație. Prin metoda instruirii reciproce studenții au posibilitatea de a fi ei însuși profesori și de a explica colegilor noțiuni noi, neînțelese. Mazur afirmă că, atunci când un student are răspunsul corect, iar celălalt nu, este mult mai probabil ca primul să-l convingă pe al doilea. Este greu ca cineva să fie convins de un individ care a dat un răspuns greșit, atunci când deține unul corect. Mai important, un coleg are mai mari șanse să ajute un alt coleg la completarea golului decât profesorul, aceasta constituind esența metodei. Studentul învață recent aceste lucruri, așa că știe exact unde a întâmpinat dificultăți. Această metodă poate fi perfect combinată cu metoda clasei inversate.

În cadrul modelului pedagogic elaborat, autorul a aplicat această metodă după evaluarea interactivă, și anume, la realizarea buclei de întoarcere, pentru completarea golurilor depistate și rezolvarea greșelilor.

Studenții instruiți prin metoda peer instruction cu implicarea lor activă în procesul de predare/învățare pentru înțelegerea de noi concepte științifice își formează un sistem de cunoștințe de lungă durată, subliniază expertul.

Pedagogia interactivă transformă studenții pasivi și luarea de notițe în profesori activi, care explică ideile lor altor studenți și luptă pentru punctele lor de vedere. Persoana care învață cel mai mult în sala de clasă, declară Mazur, este profesorul.

Expertul internațional în tehnologii educaționale de învățare online și la distanță Bates A.W. subliniază că, valoarea unei tehnologii informaționale depinde de modul inteligent în care aceasta este inclusă în procesul didactic încercând în mod direct să-l îmbunătățească. Valențele TIC sunt dependente de modul concret în care sunt utilizate în procesul de predare – învățare – evaluare. Simpla integrare a lor în activitățile didactice nu este suficientă, deoarece TIC nu își manifestă de la sine oportunitățile și multiplele posibilități oferite [9].

Fără o abordare de ordin metodologic din partea cadrului didactic, ele nu pot avea un impact de profunzime asupra procesului de formare. La etapa actuală încă lipsește o metodologie eficientă de a pune în valoare potențialul TIC, încă nu este definită clar care este cea mai bună utilizare a tehnologiilor informaționale în procesul didactic [126].

2.4. Concluzii la capitolul 2

Dezvoltarea ultrarapidă a TIC din ultimele decenii conduce la configurarea unor noi paradigme în abordarea calitativă a procesului educațional național. Au fost analizate avantajele oferite de noile tehnologii informaționale și argumentată

utilitatea implementării noilor tehnologii informaționale în aria didactică universitară. Astfel, NTI devin instrumentele principale pentru realizarea acestui proces. Trecerea la metodologii didactice active, centrate pe instruit și axate pe formarea la instruit a competențelor și a capacității de învățare continuă, necesită implicarea eficientă a cadrului didactic în procesul de predare – învățare - evaluare. În acest context, pot fi evidențiate următoarele rezultate ale cercetării:

1. S-a elaborat modelul pedagogic centrat pe implementarea NTI în procesul didactic la disciplina universitară *Tehnici de programare*; s-au evidențiat proprietățile și s-a demonstrat unicitatea modelului elaborat.
2. S-a elaborat și fundamentat: teoretic și practic metodologia de implementare a modelului propus prin aplicarea strategiilor interactive etc. și a metodelor didactice moderne centrate pe student și orientate spre dezvoltarea gândirii critice.
3. S-a argumentat că, utilizarea tablei interactive, a sistemelor digitale de testare interactivă oferă oportunități mari în elaborarea și implementarea cu succes a unor strategii didactice moderne în procesul de studiere a disciplinei universitare *Tehnici de programare*. În cadrul procesului instructiv-educativ implementarea NTI generează oportunități noi și oferă avantaje suplimentare la însușirea tehnicilor de programare. În contextul respectiv menționăm următoarele avantaje: creșterea accesibilității și ilustrativității; creșterea abilităților de programare; consolidarea deprinderilor privind implementarea algoritmilor la soluționarea problemelor concrete; claritatea prezentării metodelor și tehnicilor de programare; economisirea timpului în procesul didactic; evaluarea rapidă și eficientă.
4. S-a elucidat faptul că, aplicarea modelului pedagogic propus contribuie favorabil la intensificarea relațiilor de colaborare și cooperare: profesor – student, student – student și, respectiv, la eficientizarea procesului de instruire la disciplina *Tehnici de Programare*.
5. S-a extins, grație modelului pedagogic elaborat, complexul instructiv-metodic la disciplina universitară *Tehnici de programare*, cu implementarea noilor tehnologii informaționale.

Rezultatele obținute oferă oportunitatea de a soluționa problema de cercetare și realizarea obiectivelor înaintate în scopul sporii calității procesului didactic la disciplina universitară *Tehnici de programare* orientate spre formarea și dezvoltarea competențelor specifice cursului respectiv și asigurarea finalităților de studii prin integrarea calitativă a NTI în procesul didactic.

3. ARGUMENTAREA EXPERIMENTALĂ A EFICIENȚEI MODELULUI PEDAGOGIC ȘI A METODOLOGIEI ELABORATE

3.1.Descrierea experimentului pedagogic

3.1.1. *Experimentul de constatare*

Cercetarea pedagogică este acea cercetare care urmărește înțelegerea, interpretarea, analiza, descrierea, dezvoltarea educației și a problemelor sale. Reformele educaționale se bazează pe studii de caz și pe cercetări prealabile înainte de implementarea unor soluții practice.

Autorii Aniței M. [194], Dumitriu C. [195], definesc experimentul sau metoda experimentală ca o metodă principală de investigație pedagogică directă, fiind definită ca o „observație” provocată, care are ca scop optimizarea procesului pedagogic urmărind fie ameliorarea unor soluții instructiv-educative, fie descoperirea altor soluții noi, calitativ superioare, mai moderne și mai eficiente.

Experimentul pedagogic, demarat în cercetarea noastră, a fost constituit din două părți: experimentul de constatare și experimentul de formare.

Experimentul de constatare s-a realizat în două faze: (1) determinarea reperelor metodologice de aplicare a tehnologiilor informaționale în procesul didactic la această disciplină, realizat în anul de studiu 2013-2014; (2) selectarea eșantioanelor experimentale și de control prin verificarea omogenității acestor eșantioane, anii de studiu 2014-2015 și 2015-2016.

Experimentul de formare s-a realizat în două etape: anul de studiu 2014-2015 și anul de studiu 2015-2016. În experimentul de formare au fost implicați 179 studenți.

În anul 2014-2015 au fost implicați în experiment 40 studenți: 23 studenți din cadrul UST, Facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale, specialitățile Matematică și Informatică, Fizică și Informatică, grupele 4MI, 4FI (secția cu frecvență la zi), care au constituit eșantionul experimental și 17 studenți de la USARB, Facultatea Științe Reale, Economice și ale Mediului, specialitatea Informatică, grupa IȘ21Z (secția cu frecvență la zi), care a format eșantionul de control.

Experimentul de formare realizat în anul de studiu 2015-2016 (în total 139 studenți) a fost desfășurat atât la secția cu frecvență la zi cât și la secția cu frecvență redusă. La secția cu frecvență la zi, eșantionul experimental a fost format din 46 studenți de la UST, grupele 3I, 4MI, 4FI, Facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale, specialitățile Informatică, Matematică și Informatică, Fizică și Informatică și 34 studenți de la USCH, Facultatea Economie, Inginerie și Științe Aplicate, specialitățile Informatică, Matematică și Informatică, grupele

IM1301, IT1301 și IT1401, care au constituit eșantionul de control. La secția cu frecvență redusă, atât eșantionul experimental (32 studenți) cât și cel de control (27 studenți) au fost formate din studenții UST, Facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale, specialitatea Informatică, grupele 4I și 3I respectiv.

Tabelul 3.1. Numărul de studenți implicați în experimentul pedagogic

Anul de studii	EE	EC
2014-2015	23 (UST)	17 (USARB)
2015-2016 (secția cu frecvență la zi)	46 (UST)	34 (USCH)
2015-2016 (secția cu frecvență redusă)	32 (UST)	27 (UST)
Total	101	78

Inițial, a fost analizat standardul curricular la disciplina *Tehnici de programare*, a fost studiat Cadrul Strategic pentru Educație și Formare Profesională (Education and Training 2020) cu privire la promovarea creativității și a inovării, inclusiv prin utilizarea noilor instrumente TIC în formarea cadrelor didactice, ca fiind unul dintre domeniile prioritare. Tot în prima fază a experimentului de constatare a fost examinată literatura de specialitate, atât cea psiho-pedagogică, cât și cea din domeniul tehnicilor de programare.

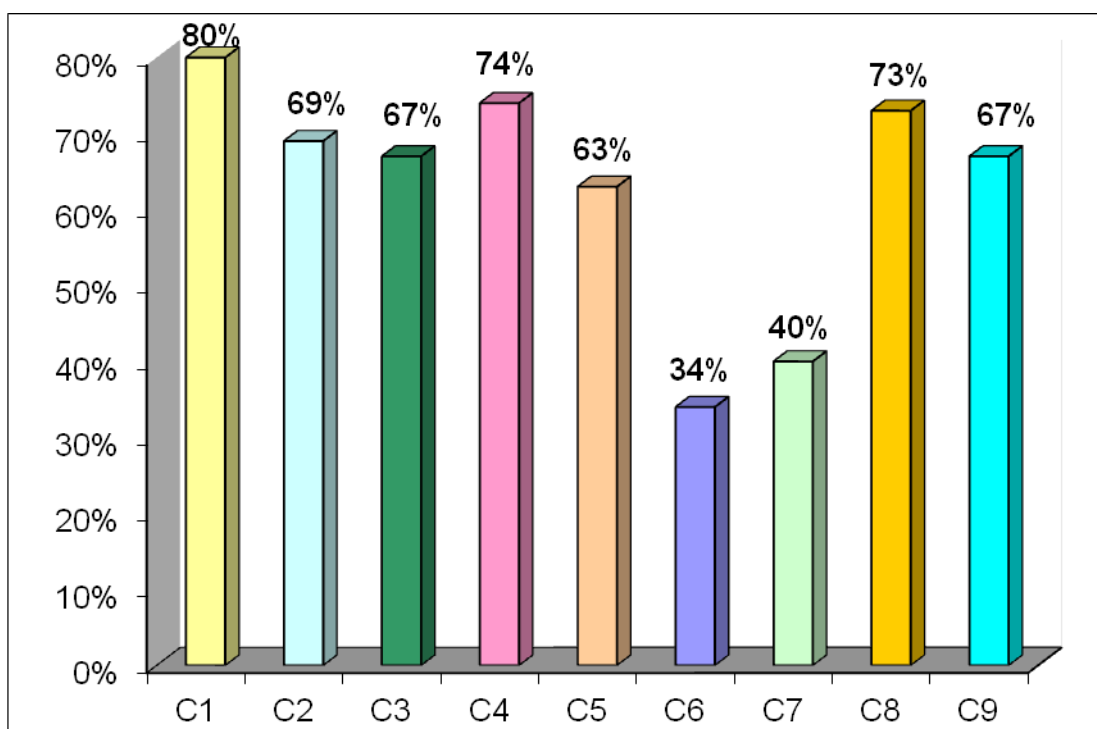
În cadrul primei faze a experimentului de constatare (2013-2014) au fost implicați 72 studenți care studiau disciplina *Tehnici de programare* din cadrul programelor de studii *Informatică*, *Informatică și Matematică*, *Matematică și Informatică* și *Fizică și Informatică* (ciclul de licență), facultatea Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale, UST (40 studenți din anii 2,3,4, secția cu frecvență la zi (gr. 2I, 3IML, 4MI, 4FI) și 32 studenți din anul 3, secția cu frecvență redusă (gr.3Ia, 3Ib)).

Din standardul curricular la disciplina *Tehnici de programare* [Anexa 2] au fost selectate trei subiecte (recursia directă, recursia indirectă, backtracking nerecursiv) care au fost predate de autor, la orele de curs și lecțiile de laborator, fără aplicarea TIC, în special a tablei interactive. Pentru subiectele rămase au fost create lecții digitale (integrale sau secvențe de lecții) aplicând soft-ul SMART Notebook. În cadrul orelor (curs, laborator) autorul a aplicat și alte tehnologii informaționale: rețeaua Internet, simulatoare, Google mail etc și, evident limbaje de programare.

La finele semestrului, după testarea finală, s-a aplicat un chestionar [Anexa 1] privind evaluarea opiniilor studenților vis-à-vis de implementarea tablei

interactive în procesul didactic a cursului universitar *Tehnici de programare*. Efectuând o analiză a răspunsurilor studenților s-au stabilit următoarele:

- Toți studenții au răspuns „Da” la primele trei întrebări. Ei consideră că tabla interactivă îi ajută să înțeleagă mai ușor și mai bine materia de studiu, îl ajută pe profesor să interacționeze mai bine cu studenții și consideră că, tabla interactivă trebuie aplicată în procesul de predare-învățare și a altor cursuri universitare.
- Dintre cele opt teme predate și propuse pentru analiză, temele: recursia directă, recursia indirectă, backtracking nerecursiv au fost predate fără implementarea tablei interactive și TIC. Analiza rezultatelor obținute ne permit de a evidenția următoarele: 37% din respondenți afirmă că nu au întâlnit dificultăți în studierea temei recursia directă, 29% - recursia indirectă, 66% - backtracking recursiv, 34% - backtracking nerecursiv, 74 - greedy, 72% - divide et impera, 83% - tehnici de sortare, 71% - programarea dinamică. Prin urmare, se poate afirma că, tehnologiile informaționale aplicate în procesul didactic la disciplina *Tehnici de programare* crează condiții favorabile pentru însușirea materiei de studiu.
- Circa 80% din studenți au susținut că, lecția este mai atractivă prin utilizarea de mijloace tehnice noi.
- Aplicarea tablei interactive în procesul didactic îl face (procesul) mai dinamic, susțin 69% din cei chestionați.
- Unul din scopurile principale ale unui profesor modern este de a-i motiva pe studenți în procesul de cunoaștere. Motivația face ca învățarea să se producă și să se autosustină; este generatoare de energie și stimulative pentru noi experiențe de internalizare a valorilor. Astfel, 67% din respondenți afirmă că, prin implementarea noilor tehnologii informaționale în cadrul procesului didactic crește motivația de a asculta lecția și de a se implica mai activ în acest proces.
- 73% subliniază că, cantitatea de materie acumulată în timpul orei este mai mare decât cea acumulată în cadrul predării tradiționale (tabla, cârpa și creta).
- Un alt avantaj al utilizării tablelor interactive, cu o diversitate de culori, constă în faptul că, ajută la dezvoltarea „învățării vizuale”, o abilitate importantă, foarte utilă. 74% din studenții chestionați au răspuns că vizual înțeleg mai bine subiectele discutate în cadrul orei.
- 67 % dintre cei intervievați susțin că evaluarea se efectuează rapid și corect.
- Folosirea, de exemplu, a culorilor (caracteristica C5 din figura 3.1) îi ajută pe 63% din studenții intervievați să proceseze mai bine informațiile prezentate și să se concentreze asupra aspectelor importante.



C1-Lecția este mai atractivă; C2-Procesul didactic este mai dinamic; C3-Motivația este mai mare de a asculta lecția; C4 - Vizual înțelegeți mai bine subiectele; C5 - Multitudinea de culori explică mai detaliat anumite subiecte; C6 - Este o tehnologie nouă implementată actual; C7 - Este un produs ecologic curat; C8 - Cantitatea de materie acumulată în timpul orei este mai mare decât cea acumulată în cadrul predării tradiționale (tabla, cârpa și creta); C9 - Evaluarea se efectuează rapid și corect.

Fig.3.1. Rezultatele chestionării privind avantajele implementării tablei interactive

În chestionar studenții au menționat o serie de argumente care se referă la procesul de implementare a tablei interactive. Astfel:

- doleanțele cele mai solicitate de studenți au fost: un număr mai mare de ore la obiectul *Tehnici de programare*; să lucreze mai mult independent pentru a-și dezvolta abilitățile proprii de predare prin implementarea tablei interactive; să se implementeze tabla interactivă și în cadrul predării altor cursuri, mai ales la predarea limbajelor de programare; să fie cât mai multe săli de clasă dotate cu table interactive;
- studenții au mai menționat următoarele avantaje ale tablei interactive: informația scrisă de profesor sau student pe tabla interactivă poate fi salvată, iar apoi reutilizată, la necesitate; aplicarea tablei interactive în procesul didactic este un mod mult mai practic de studiere a cursului; tabla interactivă oferă o cantitate mult mai vastă de scheme, desene, tabele ș.a. ce fac munca profesorului mai ușoară; economisește timpul în cadrul orei, iar studentul poate asimila mult mai clar și mai multe cunoștințe în cadrul orei de curs.

Chestionarea efectuată ne-a ajutat să identificăm rolul TIC în procesul de predare-învățare-evaluare a cursului universitar *Tehnici de programare*, inclusiv în formarea inițială a viitorilor specialiști în domeniul informaticii. Menționăm faptul că tendințe similare, privind opiniile studenților vis-à-vis de avantajele implementării tablei interactive, au fost punctate și de L. Popov în lucrarea [196].

În baza rezultatelor primei faze a experimentului de constatare a fost editat ghidul metodic SMART Notebook 11. Ghid de inițiere [180]. Acest ghid este primul editat în Republica Moldova ce ilustrează metodologia de utilizare a soft-ului SMART Notebook 11. Soft-ul respectiv este dintre cele mai noi, cunoscute și aplicate în elaborarea materialelor didactice digitale pentru utilizarea tablei interactive în sistemul universitar din țara noastră. Prezenta lucrare constă din 8 capitole: Interfața de bază; Gestiunea fișierilor; Crearea și gestionarea paginilor; Crearea obiectelor de bază; Gestionarea obiectelor; Inserarea obiectelor; Galeria; Crearea și prezentarea activităților. Ultimul capitol „Crearea și prezentarea activităților” conține elemente didactice de creare a lecțiilor digitale interactive.

În fiecare din capitolele scoase în evidență, materia este tratată de la simplu la compus, respectând principiile didactice, destul de accesibil atât pentru profesori, cât și pentru studenți.

Toate subiectele prezentate în lucrare sunt însoțite de o serie de exemple, care au conexiune directă cu obiectul studiului, și care ilustrează aspectele teoretice expuse în lucrare.

Ghidul a fost pus la dispoziția studenților de la toate facultățile Universității de Stat Tiraspol cât și profesorilor care doresc să fie la curent cu realizările în domeniul tehnologiilor informaționale și să le aplice în procesul didactic.

Având o experiență pozitivă cu studenții de aplicare a platformei MOODLE la disciplina universitară Metode numerice, autorul a plasat pe această platformă cursul electronic *Tehnici de programare*, care include: suport teoretic și practic (probleme rezolvate), teste de evaluare pentru exersare, link-uri utile etc. Acest suport electronic a fost utilizat de studenți începând cu anul de studiu 2014-2015.

În urma analizei rezultatelor, situațiilor didactice create, a experienței proprii și a actelor normative: a fost elaborat modelul pedagogic de predare – învățare – evaluare a cursului universitar *Tehnici de programare* prin implementarea noilor tehnologii informaționale; a fost specificată metodologia de implementare a modelului creat; au fost revăzute și completate materialele didactice digitale utilizate în experimentul de constatare. De asemenea, au fost create seturi de teste de evaluare (formativ-interactivă, sumativă, finală).

A doua fază a experimentului de constatare a fost axată pe selectarea eşantioanelor experimentale și de control urmărindu-se omogenitatea eşantioanelor, adică lipsa diferențelor semnificative între mediile acestor două eşantioane.

În anul de studii 2014-2015 au fost implicați în experiment 40 studenți, dintre care 23 studenți au constituit eşantionul experimental, iar 17 – eşantionul de control. Pentru anul de studii 2015-2016 experimentul de formare a fost efectuat la secția cu frecvență la zi – 80 studenți, unde eşantionul experimental a fost format din 46 studenți, iar eşantionul de control din 34 studenți și la secția cu frecvență redusă - 59 studenți divizați în eşantionul experimental – 32 studenți și eşantionul de control – 27 studenți. În tabelul 3.1 este indicat numărul de studenți pentru fiecare eşantion (EE – eşantionul experimental, EC – eşantionul de control).

Înainte de a începe experimentul, pentru formarea eşantioanelor de control și experimental, inițial, a fost calculată media fiecărui student la obiectele ce țin de limbajele de programare (Turbo Pascal, C, C++, Delphi), apoi calculată media pe eşantion. S-a urmărit ca nivelul de pregătire pentru ambele eşantioane să fie aproximativ același.

Ulterior, a fost verificat dacă între cele două eşantioane: de control și experimental nu există diferențe semnificative.

Pentru verificarea omogenității celor două serii de date pot fi aplicate atât teste parametrice: testul t – Student [197, p.214-216], testul z [197, p.212; 198] cât și teste neparametrice, precum: testul medianei, testul U Mann-Whitney [197, p. 192-197; 199, p.49], testul Wald-Wolfowitz [197, p.197], testul Colin-White [197] ș.a. Aceste teste verifică dacă între eşantioanele selectate există sau nu diferențe semnificative între medii.

Pentru analiza statistică a datelor colectate de noi au fost aplicate testele t -Student și testul (U) Mann – Whitney pentru două eşantioane independente. Calculele au fost efectuate utilizând aplicația SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) [200], ca fiind unul din cele mai aplicate programe statistice pentru analiza datelor în științele sociale și MS Excel. Această aplicație pune la dispoziția cercetătorului o metodă simplă de organizare a bazelor de date, prezentarea elementelor de cel mai înalt nivel și oferirea unei modalități de prezentare a rezultatelor obținute în acord cu standardele APA [201] (Asociația Psihologilor Americani), forul cu cea mai mare autoritate în domeniul științelor sociale.

Inițial a fost creată baza de date. Pașii de lucru sunt similari cu crearea unei baze de date în MS Access, adică se definesc inițial variabilele (câmpurile) bazei de date, proprietățile fiecărei variabile (figura 3.2), apoi se completează baza de date cu valori (figura 3.3).

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	id_pers	String	24	0	Nume_P	None	None	8	Left	Nominal	Input
2	Initial	Numeric	8	2	T_initial	None	None	8	Right	Scale	Input
3	eval_1	Numeric	8	2	Test_1	None	None	8	Right	Nominal	Input
4	eval_2	Numeric	8	2	Test_2	None	None	8	Right	Nominal	Input
5	eval_3	Numeric	8	2	Test_3	None	None	8	Right	Nominal	Input
6	t_final	Numeric	8	2	Test_final	None	None	8	Right	Nominal	Input
7	esantion	Numeric	8	2	Grup	{1,00, contr...	None	8	Right	Nominal	Input

Fig.3.2. Definirea variabilelor bazei de date în SPSS

	id_pers	Initial	eval_1	eval_2	eval_3	t_final	esantion
1	A1	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00	2,00
2	A2	8,50	10,00	10,00	10,00	10,00	2,00
3	A3	8,00	10,00	10,00	10,00	9,00	2,00
4	A4	7,50	9,00	10,00	9,00	10,00	2,00
5	A5	7,25	9,00	9,00	9,00	9,00	2,00
6	A6	7,75	9,00	9,00	9,00	10,00	2,00
7	A7	6,50	8,00	9,00	9,00	9,00	2,00
8	A8	8,50	8,00	9,00	9,00	8,00	2,00

Fig.3.3. Completarea bazei de date în SPSS

Eșantioanele de control și cel experimental sunt eșantioane independente deoarece, grupele de subiecți din planul nostru de cercetare conțin elemente diferite, adică selectarea unui element într-un eșantion nu are nimic comun cu selectarea elementelor din al doilea eșantion (studentul X este inclus într-un singur eșantion).

În contextul celor prezentate mai sus au fost formulate următoarele ipoteze de cercetare:

$H_0: m_1=m_2$ - Nu există diferențe semnificative între media eșantionului experimental și media eșantionului de control;

$H_1: m_1 \neq m_2$ - Există diferențe semnificative între media eșantionului experimental și media eșantionului de control.

Aplicăm testele t – Student și (U) Mann-Whitney pentru a verifica dacă există diferențe semnificative între mediile eșantioanelor experimental și cel de control.

Testul t – Student. Testul t este utilizat pentru testarea diferenței dintre mediile aceleiași variabile dependente măsurate pe două eșantioane formate din subiecți diferiți. Teoretic, testul t poate fi utilizat și pentru eșantioane mici, dacă distribuția de eșantionare pentru cele două grupuri este normală și dacă variația

valorilor în cele două grupuri nu diferă semnificativ. Condiția egalității varianței este testată cu teste specifice, de exemplu Levene [197, p.216], iar în funcție de rezultat se calculează t pe două căi.

Dacă cele două eșantioane au aceleași varianțe, compararea mediilor se poate face conform formulei:

$$t = \frac{m_1 - m_2}{\sqrt{\frac{s_1^2(n_1 - 1) + s_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad (3.1)$$

unde n_1, n_2 - numărul de subiecți din fiecare eșantion; m_1, m_2 - mediile celor două eșantioane; s_1, s_2 - abaterile (deviația) standard pentru fiecare eșantion.

Formula (3.1) se aplică doar când abaterile standard s_1 și s_2 sunt egale (sau dispersia s^2).

În experimentul nostru cele două varianțe nu sunt egale: $s_1 = 2.07754, s_2 = 0.92729$, adică $s_1 \neq s_2$. În acest caz, se va folosi o formulă ajustată pentru testul t -Student:

$$t = \frac{m_1 - m_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (3.2)$$

Înlocuind datele din tabelul 3.2 (pentru anul de studii 2014-2015) în formula (3.2), obținem:

$$t = \frac{m_1 - m_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} = \frac{6.7647 - 6.9239}{\sqrt{\frac{(2,07754)^2}{17} + \frac{(0,92759)^2}{23}}} = \frac{-0.15921}{\sqrt{0.2913}} = -0.295 \quad (3.3)$$

Din anexa 4 [197, p.358] (Praguri de semnificație la diferite valori ale testului t pentru loturi de cercetare de diferite dimensiuni), pentru $p < 0,05$ și $df = 38$ citim $t_{cr} = 2,024$. Așa dar, s-a obținut $|-0,295| < 2,024$, adică $t < t_{cr}$. Deci, se menține ipoteza nulă $H_0: m_1 = m_2$ - nu există diferențe semnificative între mediile eșantioanelor experimental și cel de control și se respinge ipoteza H_1 .

În continuare, pentru a fi convinși de justetea rezultatului obținut, s-a aplicat testul t -Student pe eșantioanele experimental și de control, anul de studii 2014-2015 utilizând și aplicația SPSS.

În acest scop au fost parcurși următorii pași:

1. Se deschide fișierul (experiment_2014_2015.sav), care conține baza de date: codul studentului, media fiecărui student etc. din eșantioanele experimental și cel de control;
2. Calea în SPSS este redată în figura 3.4:

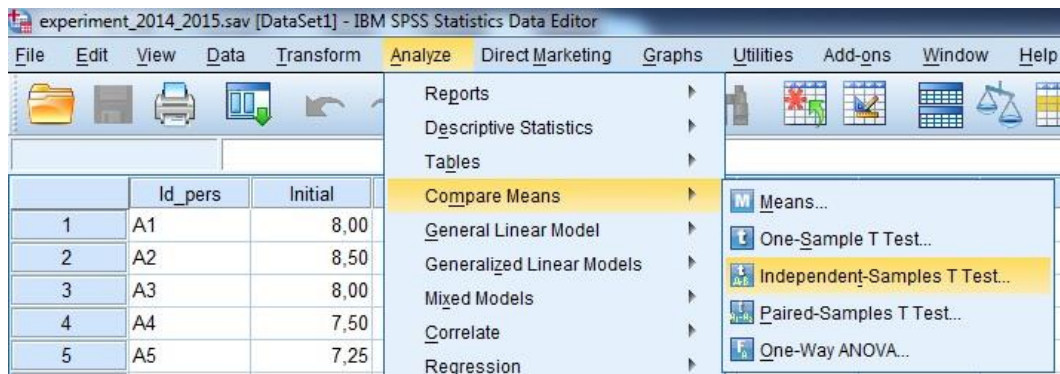


Fig.3.4. Calea în SPSS pentru aplicarea testului t -Student pe doua eşantioane independente

- În caseta de dialog *Independent – Simplest Test* se specifică variabila (câmpul) asupra căruia va fi aplicat testul (în cazul nostru T_initial) și după care variabile se va face gruparea (Grup-eşantion). Se definesc eşantioanele: cu 1 – a fost notat eşantionul de control, iar cu 2 – eşantionul experimental după care se acţionează butonul *Continue*, apoi se tastează *Ok*.

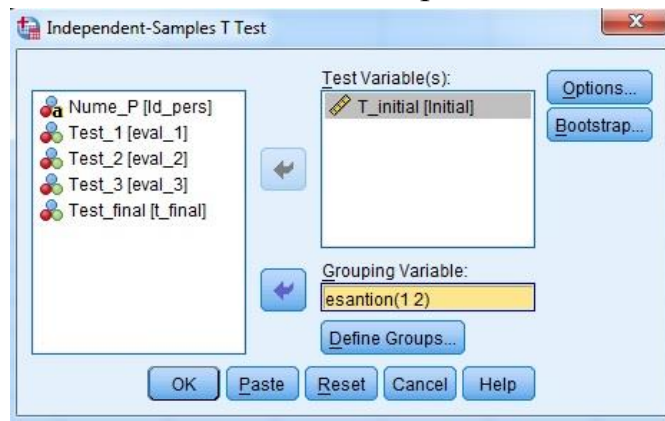


Fig.3.5. Caseta de dialog *Independent – Simplest Test*

În urma parcurgerii acestor pași, pentru media pe eşantion calculată la obiectele ce țin de limbajele de programare, au fost calculați indicatorii statistici de bază pentru fiecare eşantion implicat în experiment (anii 2014-2015, 2015-2016) iar rezultatele sunt reflectate în tabelul 3.2.

Tabelul 3.2. Indicatorii statistici de bază calculați pentru fiecare eşantion implicat în experiment

Anul	Eşantion	Numărul de subiecți (n)	Media (m)	Abaterea standard (s)
2014-2015	EE	23	6,92	0,92759
	EC	17	6,77	2,07754
2015-2016, zi	EE	46	7,30	1,58982
	EC	34	7,74	1,18855
2015-2016, f/r	EE	32	6,41	1,08436
	EC	27	6,22	1,12639

Tabelul 3.3. Rezultatele testului t -Student pentru eșantioane independente (2014-2015)

	Testul Levene de egalitate a varianțelor		Testul t – Student de omogenitate a mediilor						
	F	Sig.	t	Grade de libertate df	Pragul de semnificație p	Diferența dintre medii	Eroarea standard a diferenței	95% intervalul de încredere pentru diferență	
								Jos	Sus
Se asumă varianțe egale	19,008	,000096	-,327	38	0,745	-,15921	,48670	-,14448	,826
Nu se asumă varianțe egale			-,295	38	0,771	-,15921	,53972	-,28250	,964

Așa cum, rezultatul testului Levene de egalitate a varianțelor este semnificativ: $F(38)=19,008$ cu pragul de semnificație $0,000096 < 0,05$, atunci se constată că varianțele sunt inegale ($s_C = 2.07754, s_E = 0.92729, s_C \neq s_E; s_C^2 = 4.316, s_E^2 = 0.86$). În acest caz se citesc rezultatele din linia de jos (Nu se asumă varianțe egale) a tabelului 3.3. Analizând rezultatul calculat manual aplicând formula (3.3), $t=-0,295$ și cel obținut prin intermediul aplicației SPSS (tabelul 3.3, $t=-0,295$), se observă că ele sunt egale, iar pragul de semnificație $p=0,771 > 0,05$. Deci, și în acest caz, se menține ipoteza nulă $H_0: m_1=m_2$ - nu există diferențe semnificative între mediile eșantioanelor experimental și cel de control și se respinge ipoteza H_1 .

În mod analog s-a procedat și cu datele din anul de studii 2015-2016, secția cu frecvență la zi, păstrând aceleași convenții (1 – eșantionul de control, 2 – eșantionul experimental). Citind baza de date din fișierul `experiment_2015_2016_zi.sav` și aplicând testul t -Student pentru aceste date în fișierul de output `Test_T_MW_initial_15_16_zi.spv` au fost stocate rezultatele reflectate în tabelul 3.4.

Analizând rezultatele din tabelul 3.4 se observă că, testul Levene este nesemnificativ: $F(78)=3,872$ cu pragul de semnificație $0,053 > 0,05$, atunci se constată că varianțele sunt egale. Defapt, testul este la limită ($p=0,053$). Rezultatele pot fi citite atât din linia de sus cât și din linia de jos a tabelului 3.7: $t=1,329$. Citim, din anexa 4 [197, p.358], $t_{cr} = 2,00$, pentru $p < 0,05$ și $df=60$ (valoarea imediat inferioară valorii 78). Se obține: $t < t_{cr}, 1,329 < 2,00$ și $p=0,188 > 0,05$. Concluzia este că, și pentru aceste două eșantioane s-a menținut ipoteza nulă H_0 , adică nu există nici o diferență între mediile acestor două eșantioane.

Pentru eșantionul de control și eșantionul experimental din anul de studii 2015-2016, secția cu frecvență redusă, la fel a fost aplicat testul t -Student pentru a

evidenția dacă sunt sau nu diferențe între mediile acestor două eșantioane. Baza de date s-a citit din fișierul experiment_2015_2016_ff.sav, iar în fișierul de ieșire Test_T_MW_initial_15_16_ff.spv au fost stocate rezultatele care sunt oglindite în tabelul 3.5.

Tabelul 3.4. Rezultatele testului *t*-Student pentru eșantioane independente (2015-2016, secția zi)

	Testul Levene de egalitate a varianțelor		Testul <i>t</i> – Student de omogenitate a mediilor						
	F	Sig.	<i>t</i>	Grade de libertate df	Pragul de semnificație p	Diferența dintre medii	Eroarea standard a diferenței	95% intervalul de încredere pentru diferență	
								Jos	Sus
Se asumă varianțe egale	3,872	,053	1,329	78	,188	,43095	,32428	-,2147	1,0765
Nu se asumă varianțe egale			1,387	78	,169	,43095	,31064	-,18749	1,0494

Tabelul 3.5. Rezultatele testului *t*-Student pentru eșantioane independente (2015-2016, secția f/r)

	Testul Levene de egalitate a varianțelor		Testul <i>t</i> – Student de omogenitate a mediilor						
	F	Sig.	<i>t</i>	Grade de libertate df	Pragul de semnificație p	Diferența dintre medii	Eroarea standard a diferenței	95% intervalul de încredere pentru diferență	
								Jos	Sus
Se asumă varianțe egale	,173	,679	,630	57	,531	,19184	,30469	-,41830	,80198
Nu se asumă varianțe egale			,622	57	,537	,19184	,30856	-,42739	,81107

Din tabelul 3.5 se citesc rezultatele testului Levene care sunt nesemnificative: $F(57)=0,173$ și pragul de semnificație $0,679 > 0,05$, ceea ce ne permite să facem concluzia că, se satisface omogenitatea varianțelor. S-a obținut $t=0,630$ și $p=0,531 > 0,05$. Din anexa 4 [197, p.358] s-a citit $t_{cr} = 2,009$. Se observă că, $t < t_{cr}$, $0,630 < 2,009$, aceasta însemnând că, și în acest caz, nu există diferențe

semnificative între mediile eșantioanelor experimental și cel de control, adică s-a menținut ipoteza nulă.

Testul neparametric (U) Mann-Whitney. Pentru o veridicitate mai mare și pentru confirmarea rezultatelor anterioare a fost aplicat și testul neparametric (U) Mann-Whitney. Acest test statistic este unul dintre cele mai aplicate teste de analiză statistică a datelor din sfera neparametrică, alături de testul Wilcoxon. Testul nu este sensibil la distribuția datelor ci doar la numărul de cazuri.

Pentru a determina valoarea exactă a testului statistic, trebuie, în primul rând, ordonate crescător sau descrescător datele, apoi se calculează rangurile. Acest lucru poate fi realizat prin cumularea celor două eșantioane într-unul singur. Pentru anul 2014-2015 eșantionul de control a fost compus din $n_1 = 17$ studenți, iar eșantionul experimental din $n_2 = 23$ studenți, $n = n_1 + n_2 = 17 + 23 = 40$. Se atribuie ranguri valorilor ordonate cu prelucrarea cazurilor de egalitate (tabelul 3.6). De exemplu, pentru studenții x_1, x_2, x_3, x_4 cu numerele de ordine q_1, q_2, q_3, q_4 care au înregistrat la testul inițial nota m li se va atribui rangul $\frac{q_1 + q_4}{2}$.

Tabelul 3.6. Eșantionul experimental și eșantionul de control după atribuirea rangurilor, anul 2014-2015 (1 – eșantionul de control, 2 – eșantionul experimental)

Cod	T_initial	Eșantion	Rang	N d/o	Cod	T_initial	Eșantion	Rang	N d/o
BD	5	1	3,5	1	A13	6,5	2	20,5	21
JD	5	1	3,5	2	A22	6,5	2	20,5	22
NV	5	1	3,5	3	A11	6,75	2	23,5	23
SI	5	1	3,5	4	A15	6,75	2	23,5	24
SA	5	1	3,5	5	A10	7	2	25,5	25
TV	5	1	3,5	6	A19	7	2	25,5	26
A21	5,25	2	8,5	7	A5	7,25	2	27	27
A16	5,75	2	8,5	8	A4	7,5	2	28,5	28
A17	5,75	2	8,5	9	A14	7,5	2	28,5	29
A23	5,75	2	8,5	10	A6	7,75	2	30	30
A18	6	2	14	11	A1	8	2	32	31
GS	6	1	14	12	A3	8	2	32	32
IN	6	1	14	13	A9	8	2	32	33
MS	6	1	14	14	A2	8,5	2	34,5	34
SE	6	1	14	15	A8	8,5	2	34,5	35
TE	6	1	14	16	DP	9	1	36	36
TV1	6	1	14	17	GV	10	1	38,5	37
A20	6,25	2	18	18	GT	10	1	38,5	38
A7	6,5	2	20,5	19	MR	10	1	38,5	39
A12	6,5	2	20,5	20	PC	10	1	38,5	40

La următoarea etapă se calculează suma rangurilor pentru fiecare grup de cercetare. Se obține: $\sum R_1 = 295$ și $\sum R_2 = 525$. Suma totală a rangurilor este $\sum R_1 + \sum R_2 = 295 + 525 = 820$. Acest rezultat se poate verifica comparându-l cu rezultatul obținut din formula $\frac{n(n+1)}{2}$, unde n este numărul total de subiecți. Pentru cazul nostru, $\frac{n(n+1)}{2} = \frac{40(40+1)}{2} = 820$. Deci, rezultatele au fost calculate corect.

Formula de calcul a valorii testului statistic (U) Mann-Whitney este:

$$U = \min\left(\sum R_1 - \frac{n_1(n_1+1)}{2}, \sum R_2 - \frac{n_2(n_2+1)}{2}\right) \quad (3.4)$$

Valoarea testului statistic (U) Mann-Whitney pentru datele noastre experimentale:

$$U = \min\left(\sum R_1 - \frac{n_1(n_1+1)}{2}, \sum R_2 - \frac{n_2(n_2+1)}{2}\right) = \min\left(295 - \frac{17(17+1)}{2}, 525 - \frac{23(23+1)}{2}\right) = \\ = \min(142, 249) = 142$$

În cazul în care cele două eșantioane nu sunt mai mari de 20 subiecți, valoarea U se poate raporta direct la anexa 8 [197, p.364] (Valori critice pentru testul (U) Mann-Whitney la un prag de semnificație $p < 0,05$). Pentru a fi semnificativ la acest prag, valoarea U trebuie să fie *mai mică sau cel mult egală* cu valoarea de referință din acest tabel.

În cazul nostru, numărul de subiecți din eșantionul experimental este mai mare de 20

($n_2 = 23$), atunci distribuția testului U se apropie de distribuția normală. În astfel de cazuri, se calculează varianta standartizată a testului statistic (U) Mann-Whitney numită *scorul z al testului U* după formula:

$$z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}} \quad (3.5)$$

Dacă se lucrează cu scorul z , atunci valoarea scorului z pentru testul U trebuie să fie *mai mare* decât valorile prag pentru ca acesta să prezinte semnificație statistică.

Înlocuind în formula 3.5 valorile $U=142$, $n_1 = 17$, $n_2 = 23$, obținem:

$$z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}} = \frac{142 - \frac{17 \cdot 23}{2}}{\sqrt{\frac{17 \cdot 23(17 + 23 + 1)}{12}}} = \frac{-53.5}{\sqrt{1335.9167}} = \frac{-53.5}{36.550194} = -1.4673.$$

Valorile prag pentru distribuția z sunt $z_{cr}=1,96$ la un prag de semnificație p mai mic de 0,05 și $z_{cr}=2,58$ pentru un prag de semnificație mai mic de 0,01. Valoarea obținută de noi este $z=-1,4673$, valoare care se ia după modul (fără semn).

Comparând z cu z_{cr} , $1,4673 < 1,96$ (nivelul de semnificație 0.05) și $1,4673 < 2,58$ (pragul de semnificație 0.01) se deduce că testul (U) Mann-Whitney este nesemnificativ, adică se menține ipoteza nulă, formulată mai sus, pentru eșantioanele din anul 2014-2015.

Aplicația SPSS pune la dispoziția cercetătorilor instrumente de calcul a testului (U) Mann-Whitney. Fișierele de input și output sunt identice cu cele utilizate pentru aplicarea testului t -Student.

Calea în SPSS este redată în figura 3.6:

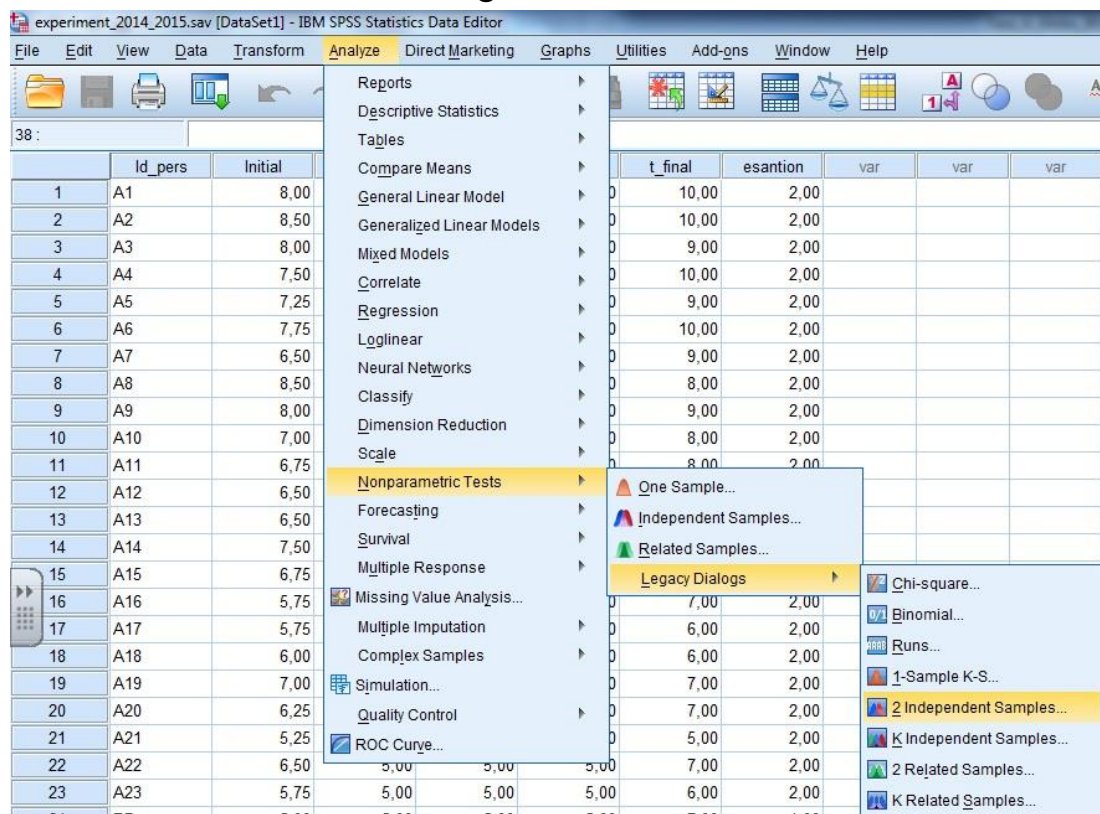


Fig.3.6. Calea în SPSS pentru aplicarea testului (U) Mann-Whitney pe două eșantioane independente

În mod analog, se selectează variabila asupra căreia va fi aplicat testul ($T_{initial}$) și după care variabile se va face gruparea (Grup-eșantion). Rezultatele aplicării testului (U) Mann-Whitney sunt afișate în tabelul 3.7.

Pentru anul de studii 2014-2015 s-a obținut un prag de semnificație $p=0,141 > 0,05$, fapt ce demonstrează că testul este nesemnificativ.

Datele furnizate de aplicația SPSS, pentru eșantioanele din anul academic 2015-2016, secția cu frecvență la zi, sunt: $\sum R_1 = 1512,5$ și $\sum R_2 = 1727,5$, $U=646$, $z=1,347 < 1,96$, $p=0,178 > 0,05$. Astfel, și între aceste două grupe nu există diferențe semnificative, adică se respinge ipoteza H_1 și se menține ipoteza H_0 .

Valorile calculate în SPSS pentru eșantioanele din anul academic 2015-2016, secția cu frecvență redusă, sunt: $\sum R_1 = 775,5$ și $\sum R_2 = 994,5$, $U=397,5$,

$z=0,528 < 1.96$, $p=0,598 > 0,05$ ceea ce demonstrează faptul că nu există diferențe semnificative între mediile acestor două eșantioane.

Tabelul 3.7. Rezultatele testului (*U*) Mann-Whitney

Anul	Eșantion	<i>n</i>	Media rangurilor	Suma rangurilor	(<i>U</i>) Mann-Whitney	Z	Pragul de semnificație
2014-2015	EE	23	22,83	525,00	142,000	-1,472	,141
	EC	17	17,35	295,00			
2015-2016 secția zi	EE	46	37,55	1727,50	646,500	-1,347	,178
	EC	34	44,49	1512,50			
2015-2016 secția f/r	EE	32	31,08	994,50	397,500	-,528	,598
	EC	27	28,72	775,50			

3.1.2. Experimentul de formare

Experimentul de formare s-a realizat timp de doi ani de studiu: 2014-2015 și 2015-2016. În anul 2014-2015, procesul didactic la disciplina *Tehnici de programare* în eșantionul experimental (23 studenți) a fost dirijat de autor, iar eșantionul de control a fost de la USARB (17 studenți). Studenții, incluși în eșantionul experimental (două grupe academice), au format o singură serie comună unde, atât orele de curs cât și cele de laborator, la disciplina *Tehnici de programare* au fost predate având la bază modelului pedagogic elaborat axat pe implementarea NTI în procesul didactic.

Metodele aplicate în cadrul orelor de curs au fost: problematizarea, metoda clasei inversate, învățarea prin descoperire, metoda instruirii reciproce (peer instruction) etc. Metoda clasei inversate a fost aplicată de autor cu scopul de a forma și dezvolta competența-cheie *a învăța să înveți* (Learning to learn) recomandată de Parlamentul European și Comisia Europeană [6,124]. Această competență îi permite instruitului să aplice cele învățate anterior pentru dobândirea de noi cunoștințe pe care să le poată utiliza și aplica în diferite contexte - acasă, la orele de curs sau laborator etc. Pentru a simplifica și facilita învățarea individuală studenților le-a fost propus de a utiliza cursul electronic plasat pe platforma MOODLE. În cadrul orelor de curs, profesorul împreună cu studenții discutau și completau acele momente care erau neclare pentru studenți. Deseori pentru realizarea acestei activități a fost aplicată metoda instruirii reciproce.

Adoptarea formei de organizare a actului didactic sub formă de prelegeri intensificate (p.2.3.3), care stimulează dezvoltarea gândirii critice la studenți, a

permis integrarea evaluării interactive în timpul orelor de curs fapt ce a condus la monitorizarea nivelului de asimilare a materialului de către studenți în timpul orei. Aceste evaluări, inițial erau proiectate pe tabla interactivă, iar profesorul, în dependență de răspunsurile studenților, ajusta demersul didactic la necesitățile instruiților.

În cadrul orelor de laborator, la baza cărora s-a aflat același model pedagogic, studenții din grupul experimental au avut posibilitatea să interacționeze individual cu tehnologiile informaționale utilizate.

Procesul de creare a unui program într-un limbaj de programare era precedat de crearea algoritmului de rezolvare a problemei prin implementarea tehnicilor de programare învățate și stabilirea structurilor de date utilizate. Deseori, în cadrul lecțiilor de laborator, programul era introdus de la tastatură de profesor sau de un student, care lua locul profesorului, în colaborare cu întreaga grupă. În calitate de ecran era folosită tabla interactivă. Această abordare colegială de cooperare atenua personalitatea profesorului transformându-l în „unul de-al lor” însă nu neglija rolul profesorului în procesul didactic. Etapele de creare, rulare și redactare erau vizualizate de studenți în timp real.

Pentru cei mai buni studenți au fost propuse teme de cercetare, probleme de un grad înalt de dificultate, care au fost realizate în grup.

Aplicarea *Google mail* la sfârșitul orei de laborator a permis de a expedia studenților (fiecare grupă academică și-a creat un email comun) materialul prelucrat la lecție: lecțiile interactive create de profesor sau împreună cu studenții în format PDF; conținutul lucrărilor de laborator; coduri – program elaborate în comun cu studenții; sarcini individuale; prezentări Power Point; manuale în format electronic; teme de cercetare etc. Feedback-ul a fost realizat prin intermediul chat-ului pe MOODLE, rețelelor de socializare, email-ul profesorului etc. Lucrările de laborator și sarcinile individuale au fost expediate profesorului prin email, în format electronic. Apoi, în cadrul lucrului individual cu studenții, fiecare student a prezentat produsele elaborate, în format electronic, demonstrând gradul de implicare în realizarea codurilor prezentate. La sfârșitul semestrului fiecare student a prezentat un portofoliu constituit din: problemele rezolvate la ore; lucrările de laborator; sarcinile individuale în format imprimat, acesta constituind lucrul individual al studentului și care constituia 20% din nota finală la curs.

Pe parcursul semestrului au fost realizate trei evaluări curente sumative realizate sub formă de test. Aceste evaluări au acoperit în totalitate conținutul curriculumului la disciplina *Tehnici de programare*, fiind axate pe testarea competențelor specifice formate atât în cadrul orelor de curs cât și în cadrul orelor de laborator. Media aritmetică a notelor înregistrate de student la aceste trei

evaluări a format 40% din nota finală la curs. Nota de la evaluarea finală (testul final) a constituit, la fel, 40% din nota finală.

Pentru a efectua o comparație corectă: succesul academic obținut de grupa experimentală vis-à-vis succesul academic înregistrat de grupul de control, autorul a pus la dispoziția grupului de control (de fapt, a profesorului) aceleași teste de evaluare sumativă și testul final.

În urma unei analize calitative a rezultatelor obținute la prima etapă a experimentului de formare (anul de studiu 2014-2015) s-a intervenit cu unele ajustări asupra modelului pedagogic elaborat.

Deoarece, procesarea răspunsurilor la testul interactiv, integrat în timpul orei de curs, trebuia să fie efectuată de profesor imediat, iar acest lucru era un pic complicat (sala de curs, lipsa calculatoarelor, timp) s-a decis de a aplica un sistem digital de testare interactivă (Turning Point) care reduce aceste deficiențe. Sistemul prelucrează rezultatele imediat și permite de a le afișa pe tabla interactivă sub formă de diagrame, tabele etc.

Astfel, a fost demarată cea de-a doua etapă a experimentului de formare realizată în anul de studiu 2015-2016 cu scopul de a aplica acest sistem digital de testare interactivă, dar și pentru a demonstra repetat eficacitatea modelului elaborat și a metodologiei propuse. Constituirea eșantioanelor experimentale și de control (zi și frecvență redusă) a fost descrisă în p.3.1.1.

Pentru aplicarea sistemului de testare interactivă Turning Point autorul a efectuat următoarele acțiuni: a fost creată (în acest sistem) lista tuturor participanților la testare punând în corespondență fiecărui participant o consolă; au fost create teste interactive în aplicația Turning Point [anexa 4]; au fost instruiți, anterior, studenții referitor la utilizarea consolelor.

Paralel cu cursul *Tehnici de programare*, autorul a aplicat modelul pedagogic elaborat (integral sau doar unele elemente) și în procesul didactic la disciplinele Fundamentele programării, Structuri de date și algoritmi, Metode numerice, Criptarea informației (anul 2014-2015, la masterat). Rezultatele obținute și nivelul de pregătire al studenților fiind cu mult mai bun comparativ cu anii precedenți.

Ținând cont de faptul că, profilul de bază al UST este formarea inițială a cadrelor didactice, autorul, cu scopul de a promova integrarea TIC în procesul educațional, a coordonat mai multe teze de licență cu implementarea TIC în educație. De exemplu, una din tezele de licență dirijate de autor este dedicată modelării jocurilor logice prin implementarea tablei interactive. Teza conține probleme și jocuri logice create și modelate cu ajutorul soft-ului SMART Notebook pentru tabla interactivă SMART. Acest soft a fost aplicat și la elaborarea altor teze (licență, master) pentru crearea de activități interactive.

Rezultatele cercetării au fost diseminate prin lecții deschise ținute de autor în fața colegilor de la catedră și de la facultatea FMTI, UST. De asemenea, la cererea profesorilor de la facultatea Biologie și Chimie, UST, autorul a ținut cursuri de formare continuă privind implementarea tablei interactive în procesul didactic. Astfel de cursuri au fost realizate și cu profesorii școlari de matematică în cadrul cărora au fost aplicate și alte tehnologii informaționale.

3.2. Analiza statistică a rezultatelor experimentale

În rezultatul implementării modelului pedagogic creat și a metodologiei propuse au fost colectate mai multe seturi de date și anume: rezultatele (notele) studenților la trei teste de evaluare sumativă și notele de la testul final (evaluarea finală). În tabelul 3.8. sunt prezentate mediile înregistrate de studenți la cele trei teste sumative și la testul final, iar în figura 3.7. se conține analiza comparativă a acestor rezultate.

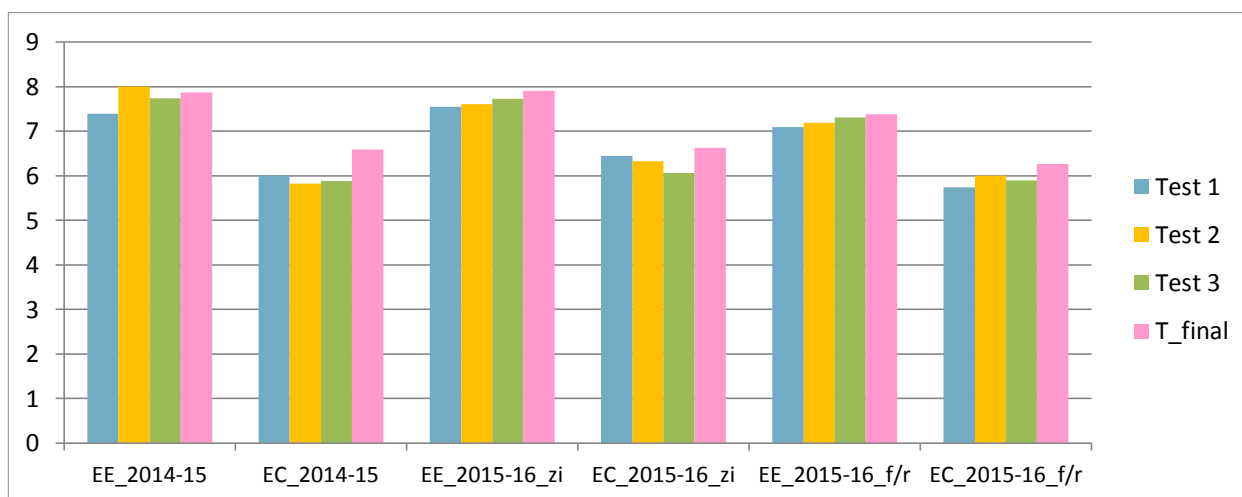


Fig.3.7. Analiza comparativă a mediilor acumulate: eșantion experimental vis-à-vis eșantion de control

Tabelul 3.8. Mediile înregistrate de studenți la cele trei teste sumative și testul final

	EE 2014-2015	EC 2014-2015	EE 2015-2016 (zi)	EC 2015-2016 (zi)	EE 2015-2016 (f/r)	EC 2015-2016 (f/r)
Test 1	7,39	6	7,54	6,44	7,09	5,74
Test 2	8	5,82	7,61	6,32	7,19	6
Test 3	7,74	5,88	7,72	6,06	7,31	5,89
T_final	7,87	6,59	7,91	6,62	7,38	6,26

Colecția de date obținută a fost supusă unor operații de clasificare, ordonare, analiză, interpretare în vederea evidențierii unor legități sau dependențe. [195, p.136].

Autorul a aplicat ambele tipuri de analiză statistică: cantitativă și calitativă asupra testelor de evaluare sumativă și testului final pentru fiecare eșantion

(experimental, de control). Astfel, analiza statistică a fost realizată prin calcularea indicelui de asimetrie Fisher [199, p.15-24], testele de contrast polinomiale [200, p.165], testul parametric *t*-Student, testul neparametric (*U*) Mann-Whitney, indicatori a mărimii efectului.

Pentru a afișa distribuția variabilelor cantitative (notele la cele trei teste sumative și testul final) a fost aplicat soft-ul SPSS. Una din modalitățile de obținere a histogramei în SPSS este:

1. se setează datele din:

[DataSet1]C:\Desktop\Teza_A_Globa\Statistica\experimentul_ped\esantion_exp_2014_2015.sav;

2. se parcurge calea indicată în figura 3.8;

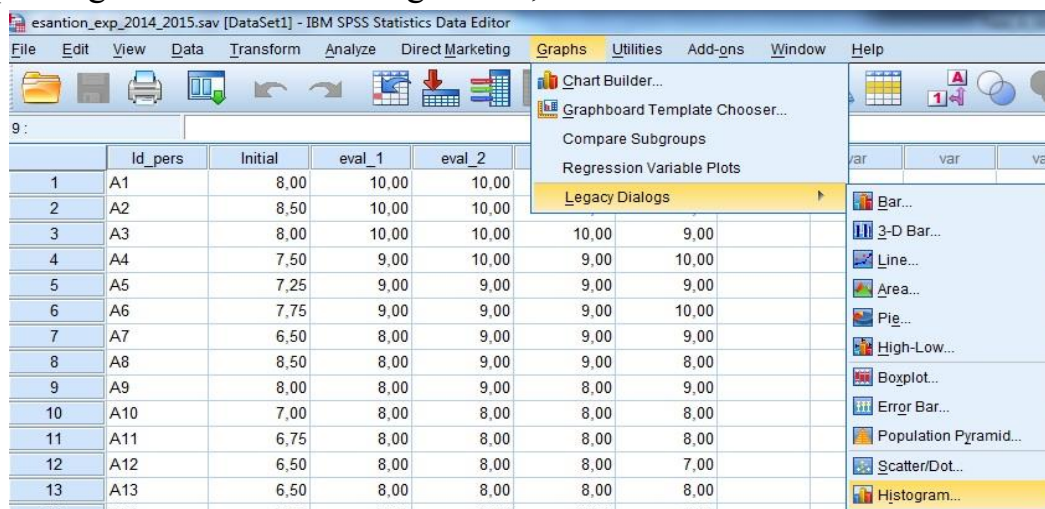


Fig.3.8. Calea în SPSS pentru construirea histogramei de distribuție a variabilei cantitative

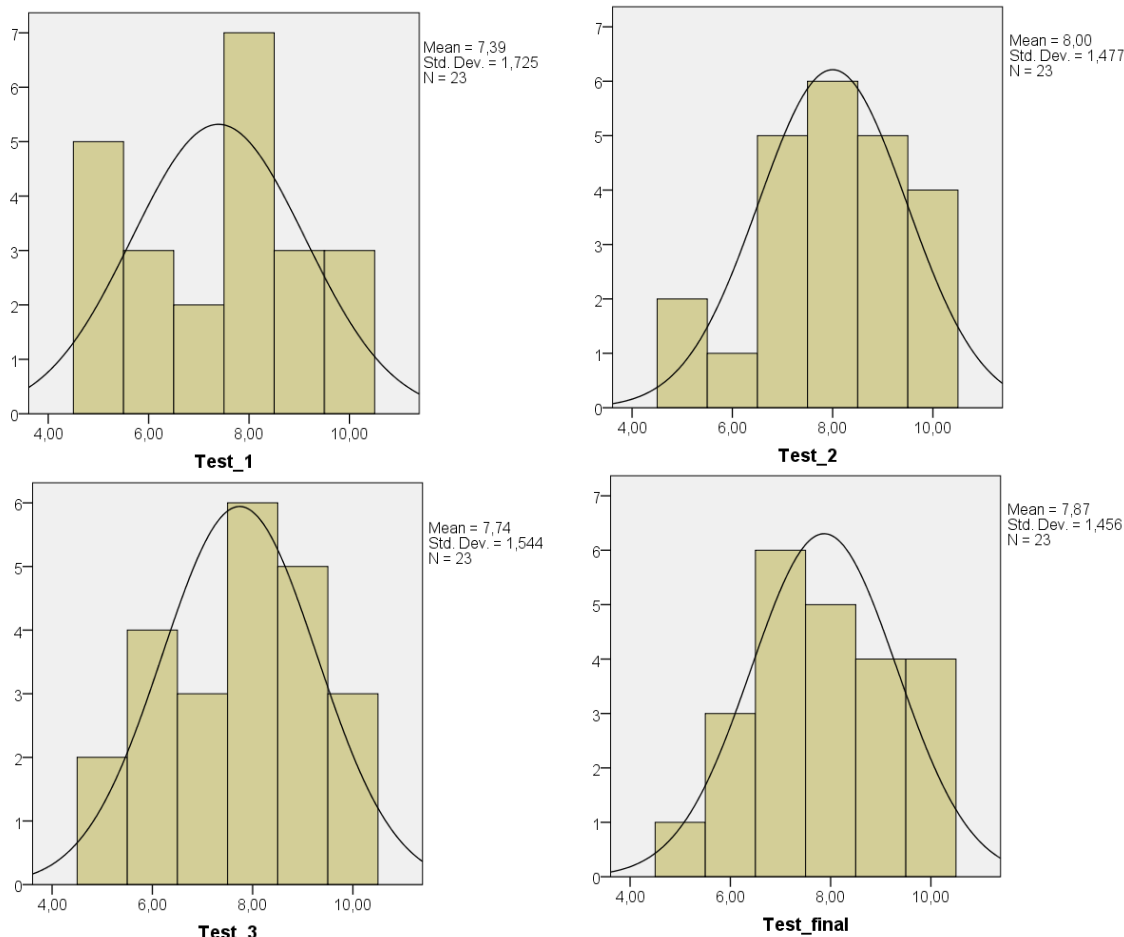
3. se specifică variabila pentru care se va face reprezentarea grafică a distribuției; în cazul nostru – Test_1 (eval_1); se bifează opțiunea *Display normal curve* pentru a fi afișată și curba normală ideală pentru comparație;
4. în fișierul de output EE_2014_2015.spv se stochează histogramele construite;
5. se afișează, de asemenea, media și abaterea (deviația) standard calculate pentru variabila cantitativă (Test_1, Test_2, Test_3, Test_final) și numărul de subiecți luat în calcul (figura 3.9).

Pentru a determina indicele de asimetrie *A* a lui Fisher a fost aplicată formula de calcul:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n d_i^3}{n \cdot S^3} \quad (3.6.)$$

unde $d_i = x_i - m$ - abaterea valorii x_i de la media m , S - abaterea standard, n - numărul de subiecți.

În cazul asimetriei cu înclinație spre dreapta ($A > 0$) în distribuție se întâlnesc valori mai mici, iar într-o distribuție asimetrică la stânga ($A < 0$), predomină scorurile mari. Pentru distribuția normală simetrică (ideală, teoretică) $A = 0$ sau media, mediana și modul au valori egale sau apropiate [199, p.15-24].



Mean – media (m); Std.Dev – abaterea standard (s); N – numărul de studenți din eșantion (n); pe axa \overrightarrow{OX} sunt plasate notele înregistrate de studenți la test, iar pe axa \overrightarrow{OY} - numărul de studenți.

Fig.3.9. Reprezentarea grafică a distribuției variabilelor cantitative: testele sumative (1,2,3) și testul final, pentru eșantionul experimental, anul de studii 2014-2015

Pentru eșantionul experimental din anul 2014-2015 s-a calculat coeficientul de asimetrie Fisher pentru testele sumative și testul final (tabelul 3.9). Deoarece, indicatorul lui Fisher pentru fiecare test este negativ, conchidem că, toate cele patru variabile (notele la cele trei teste sumative și testul final) au o distribuție asimetrică la stânga ($A < 0$), adică predomină scorurile mari.

Tabelul 3.9. Indicatorul de asimetrie Fisher, eșantionul experimental, anul 2014-2015

n=23	Test_1	Test_2	Test_3	Test_final
-------------	---------------	---------------	---------------	-------------------

Media (<i>m</i>)	7,39	8,00	7,74	7,87
Abaterea standard (<i>s</i>)	1,725	1,477	1,544	1,456
Indicatorul lui Fisher (<i>A</i>)	-0,0883	-0,40481	-0,21918	-0,03818

De exemplu, pentru testul final (Test_final, Fig. 3.9) avem că 13 studenți, adică circa 57%, au înregistrat note mai ridicate decât media generală 7,74.

Tabelul 3.10. Indicatorul de asimetrie Fisher, eșantionul de control, anul 2014-2015

n=17	Test_1	Test_2	Test_3	Test_final
Media (<i>m</i>)	6,00	5,82	5,88	6,59
Abaterea standard (<i>s</i>)	1,658	1,51	1,536	1,583
Indicatorul lui Fisher (<i>A</i>)	1,007	0,9	1,16	0,74

Rezultatele afișate în tabelul 3.10 denotă o distribuție asimetrică spre dreapta, adică s-au înregistrat mai multe note mici.

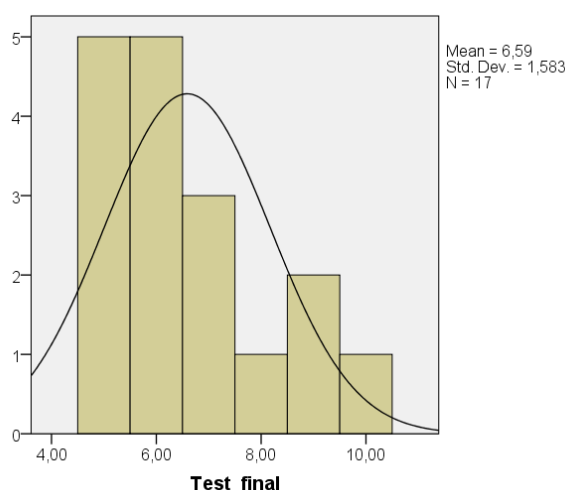


Fig.3.10. Reprezentarea grafică a distribuției notelor pentru testul final în eșantionul de control, anul de studii 2014-2015

Analizând rezultatele din figura 3.10 se constată că, 10 studenți din eșantionul de control (59%) au înregistrat la testul final note sub media generală 6,59 (mai mică decât media eșantionului experimental 7,74) și doar 7 studenți au note mai mari decât media calculată. În același timp numai 4 studenți (circa 24%) din eșantionul de control au obținut note peste media 7,74.

Indicatorul lui Fisher a fost calculat și pentru eșantioanele experimental și de control, secția cu frecvență la zi și secția cu frecvență redusă, anul de studii 2015-2016. Rezultatele sunt reflectate în tabelul 3.11.

Tabelul 3.11. Indicatorul de asimetrie Fisher, anul de studii 2015-2016, secția zi

	Test_1		Test_2		Test_3		Test_final	
	EE	EC	EE	EC	EE	EC	EE	EC
Indicatorul de asimetrie Fisher	-0,05	0,613	-0,214	0,718	-0,428	0,894	-0,472	0,384

Analizând rezultatele concentrate în tabelul 3.11, se poate afirma că, pentru eșantionul experimental $A < 0$, predomină notele mai mari decât media generală înregistrată de studenți pentru fiecare test, iar pentru eșantionul de control $A > 0$, respectiv a fost înregistrat un număr mai mare de note mai mici decât media generală calculată pentru fiecare test.

Efectuând o analiză a valorilor indicatorului lui Fisher pentru eșantioanele experimental și de control, anul de studii 2015-2016, secția cu frecvență redusă [Anexele 10,11,14] se pot evidenția următoarele concluzii:

- pentru ambele eșantioane $A > 0$ ceea ce denotă o distribuție asimetrică spre dreapta;
- studenții din eșantionul experimental au înregistrat note de 7, 8, 9 și 10 la testele 1, 2, 3 și testul final în proporție de 75%, 75%, 72% și 75% respectiv;
- studenții care fac parte din eșantionul de control au înregistrat note de 7, 8, 9 și 10 la testele 1, 2, 3 și testul final în proporție de 22%, 33%, 26% și 41% respectiv.

În continuare, pentru confirmarea ipotezei de cercetare H_1 , au fost aplicate asupra grupurilor participante în experiment testele statistice t -Student, (U) Mann-Whitney aplicând soft-ul SPSS. Rezultatele se vor analiza conform etapelor de desfășurare a experimentului pedagogic: anul 2014-2015 și, respectiv, anul 2015-2016.

Inițial, au fost calculați indicatorii statistici de bază pentru fiecare eșantion implicat în experiment (anii de studii 2014-2015, 2015-2016) utilizând notele obținute de studenți la testul final. Rezultatele sunt reflectate în tabelul 3.12.

Tabelul 3.12. Indicatorii statistici de bază calculați pentru fiecare eșantion implicat în experiment

Anul	Eșantion	Numărul de subiecți	Media	Abaterea standard
2014-2015	EE	23	7,8696	1,45553
	EC	17	6,5882	1,58346
2015-2016, zi	EE	46	7,9130	1,71044
	EC	34	6,6176	1,23128
2015-2016, f/r	EE	32	7,3750	1,26364
	EC	27	6,2593	1,05948

Procedura de aplicare a testelor t -Student și (U) Mann-Whitney a fost descrisă în paragraful 3.1.

Conform datelor din tabelul 3.13, rezultatul testului Levene este nesemnificativ: $F(38)=0,113$ și $p=0,739>0,05$, adică se satisface condiția de omogenitate a varianțelor. S-a obținut $t=2,652$ și $p=0,012<0,05$. Din anexa 4 [197, p.358] s-a citit $t_{cr}=2,024$. Așa cum, $t > t_{cr}$, $2,652 > 2,024$, rezultă că, există diferențe semnificative între mediile eșantioanelor experimental și cel de control, adică se menține ipoteza H_1 și se respinge ipoteza nulă H_0 . Se constată că, se îndeplinește relația $\alpha_1 < \Delta_m < \alpha_2$, $0,30315 < 1,2813 < 2,25951$, unde $\alpha_1, \alpha_2, \Delta_m$ sunt limitele intervalului de încredere cu o probabilitate de 95% și diferența dintre mediile eșantioanelor examinate. Așa cum, $0 \notin (0,30315; 2,25951)$, se demonstrează că, diferența dintre mediile eșantionului experimental și media eșantionului de control este semnificativă.

Tabelul 3.13. Rezultatele testul t -Student pentru eșantioane independente, 2014-2015

	Testul Levene de egalitate a varianțelor		Testul t – Student de omogenitate a mediilor						
	F	Sig.	t	Grade de libertate df	Pragul de semnificație p	Diferența dintre medii Δ_m	Eroarea standard a diferenței	IID (95%)	
								Jos (α_1)	Sus (α_2)
Se asumă varianțe egale	,113	,739	2,652	38	,012	1,2813	,4832	,30315	2,2595
Nu se asumă varianțe egale			2,618	38	,013	1,2813	,48949	,28533	2,2773

*IID - intervalul de încredere pentru diferență

Au fost analizate și rezultatele testului (U) Mann-Whitney pe aceleași eșantioane. Soft-ul SPSS a stocat în fișierul de ieșire T_fin_2014_2015.spv datele incluse în tabelele 3.14 și 3.15.

Tabelul 3.14. Suma rangurilor, anul 2014-2015

	Eșantion	n	Media rangurilor	Suma rangurilor
T_final	experimental	23	24,50	563,50
	control	17	15,09	256,50

Tabelul 3.14 conține numărul de studenți încadrați în cercetare, suma rangurilor $\sum R_{EE} = 563,50$ și $\sum R_{EC} = 265,50$, media rangurilor. Așa cum, are loc

realția $\sum R_{EE} > \sum R_{EC}$, se deduce că, studenții din grupul experimental au înregistrat note mai mari decât studenții din grupul de control.

Tabelul 3.15. Testul U Mann-Whitney, anul 2014-2015

	T_final
Mann-Whitney U	103,500
Z	-2,557
Pragul de semnificație	0,011

Analizând rezultatele din tabelul 3.15: $U=103,5$; $z=2,557 > 1,96$, $p=0,011 < 0,05$ se observă că, acest test confirmă existența diferențelor semnificative între eșantionul experimental și eșantionul de control. Așa dar, rezultatul testului (U) Mann-Whitney aplicat pe eșantioanele din anul de studii 2014-2015 respinge ipoteza H_0 și menține ipoteza H_1 .

Aceleași teste, t -Student și (U) Mann-Whitney, au fost aplicate și asupra eșantioanelor din anul de studii 2015-2016, secția zi.

Tabelul 3.16. Rezultatele testul t -Student pentru eșantioane independente, 2015-2016, secția zi

	Testul Levene de egalitate a varianțelor		Testul t – Student de omogenitate a mediilor						
	F	Sig.	t	Grade de libertate df	Pragul de semnificație p	Diferența dintre medii Δ_m	Eroarea standard a diferenței	IID (95%)	
								Jos (α_1)	Sus (α_2)
Se asumă varianțe egale	3,180	0,078	-3,753	78	,000	-1,295	,34517	-1,983	-,6082
Nu se asumă varianțe egale			-3,938	78	,000	-1,295	,32892	-1,950	-,6406

*IID - intervalul de încredere pentru diferență

Din tabelul 3.16 se observă că, rezultatele testului Levene sunt nesemnificative: $F(38)=3,18$ și $p=0,078 > 0,05$ ceea ce demonstrează omogenitatea varianțelor. Pentru t și p s-au obținut valorile: $t=3,753$ și $p=0,00 < 0,05$. Pentru gradele de libertate $df=78$, se citește $t_{cr} = 2,000$ din anexa 4 [197, p.358]. Deoarece: $t > t_{cr}$, $3,753 > 2,00$, acest fapt confirmă existența unor diferențe semnificative între mediile eșantioanelor experimental și cel de control. La fel, ca și în situația precedentă (anul 2014-2015) se satisface relația $\alpha_1 < \Delta_m < \alpha_2$. Nici în cazul dat $0 \notin (-1,983; -0,60821)$, ceea ce confirmă o diferență semnificativă între mediile eșantionului experimental și eșantionului de control.

Testul (U) Mann-Whitney aplicat pe aceleași eșantioane furnizează rezultatele din tabelele 3.17 și 3.18.

Tabelul 3.17. Suma rangurilor, anul 2015-2016, secția zi

	Eșantion	n	Media rangurilor	Suma rangurilor
T_final	experimental	46	48,13	2214,50
	control	34	30,18	1026,00

Tabelul 3.18. Testul (U) Mann-Whitney, anul 2015-2016, secția zi

	T_final
Mann-Whitney U	431,000
Z	-3,468
Pragul de semnificație	0,001

Testul (U) Mann-Whitney aplicat pe aceste eșantioane dovedește adevărul realității $\sum R_{EE} > \sum R_{EC}$ și faptul că, notele obținute de studenții din grupul experimental sunt mai mari decât notele luate de studenții din grupul de control. Pentru datele din tabelul 3.18: $U=431,00$; $z=3,468$; $p=0,001$ au loc relațiile: $z > 1.96$, $p < 0,05$ ceea ce atestă diferențe semnificative între media eșantionului experimental și media eșantionului de control.

Rezultatele testului, t -Student pentru anul de studii 2015-2016, secția cu frecvență redusă sunt prezentate în tabelul 3.19.

Omogenitatea varianțelor este demonstrată de testul Levene care este nesemnificativ: $F(57)=0,4$ iar $p=0,53 > 0,05$. S-a obținut, $t=3,634$ și $p=0,001 < 0,05$ iar $t_{cr} = 2,009$ pentru $df=57$. Așa cum, $t > t_{cr}$, $3.634 > 2,009$ se stabilește, și în acest caz, existența diferențelor semnificative între mediile eșantioanelor experimental și cel de control. Are loc relația: $\alpha_1 < \Delta_m < \alpha_2$ iar $0 \notin (0,50093; 1,7306)$, atunci se adeverește repetat că diferența dintre medii este semnificativă.

Tabelul 3.19. Rezultatele testul t -Student pentru eșantioane independente, 2015-2016, secția f/r

Testul Levene de egalitate a varianțelor		Testul t – Student de omogenitate a mediilor						
F	Sig.	t	Grade de libertate df	Pragul de semnificație p	Diferența dintre medii Δ_m	Eroarea standard a diferenței	IID (95%)	
							Jos (α_1)	Sus (α_2)

Se asumă varianțe egale	,400	,530	3,634	57	,001	1,116	,3070	,5009	1,7306
Nu se asumă varianțe egale			3,689	57	,001	1,116	,3025	,5101	1,7214

*IID - intervalul de încredere pentru diferență

Testul (*U*) Mann-Whitney verificat pe eșantioanele din anul de studii 2015-2016, secția cu frecvență redusă a furnizat rezultatele prezentate în tabelele 3.20 și 3.21.

Tabelul 3.20. Suma rangurilor, anul 2015-2016, secția f/r

	Eșantion	<i>n</i>	Media rangurilor	Suma rangurilor
T_final	experimental	32	36,42	1165,50
	control	27	22,39	604,50

Tabelul 3.21. Testul (*U*) Mann-Whitney, anul 2015-2016, secția f/r

	T_final
Mann-Whitney U	226,500
Z	-3,219
Pragul de semnificație	0,001

Analizând rezultatele obținute, se poate menționa că, și de data aceasta, suma rangurilor și media rangurilor calculate pentru eșantionul experimental sunt mai mari decât cele calculate pentru eșantionul de control. La fel, din tabelul 3.21 pentru $U=226,00$; $z=3,219$; $p=0,001$ au loc relațiile: $z>1.96$, $p<0,05$. Acest fapt confirmă existența diferențelor semnificative între mediile eșantioanelor experimental și cel de control.

Mărimea efectului. Respingerea ipotezei nule pentru diferența dintre două medii și concluzionarea existenței unei diferențe statistice semnificative ne spune că diferența dintre mediile comparate este mai mare decât ar putea fi o diferență întâmplătoare pe distribuția normală, corespunzătoare probabilității $p=0,05$. Dar, acest lucru nu înseamnă și faptul că, diferența dintre cele două medii este mare. În timp ce semnificația statistică ne indică în ce măsură rezultatul eșantionului depășește nivelul probabilității p , mărimea efectului poate fi definită drept o mărime statistică ce cuantifică gradul în care rezultatele eșantionului se îndepărtează de așteptările definite prin ipoteza nulă. Cu alte cuvinte, prin mărimea efectului, de exemplu, ne putem face o imagine despre cât de mare este diferența dintre medii sau cât de intensă este corelația dintre variabile. Mărimea efectului este un indicator statistic care cuantifică mărimea diferenței dintre medii sau

intensitatea asocierii dintre variabile. Putem înțelege conceptul de mărime a efectului prin gradul de suprapunere dintre distribuția de nul (ipoteza H_0) și distribuția cercetării (ipoteza H_1) urmărind figura 3.11 [202].

Calcularea și raportarea mărimii efectului a devenit în prezent o cerință obligatorie impusă de APA (Asociația Psihologilor Americani) și Society for Industrial and Organizational Psychology (Asociația de Psihologie Industrială și Organizațională) [201, p.116]. Cercetătorul Wilkinson L.M. [203] subliniază că, întotdeauna trebuie prezentați indicatori ai mărimii efectului.

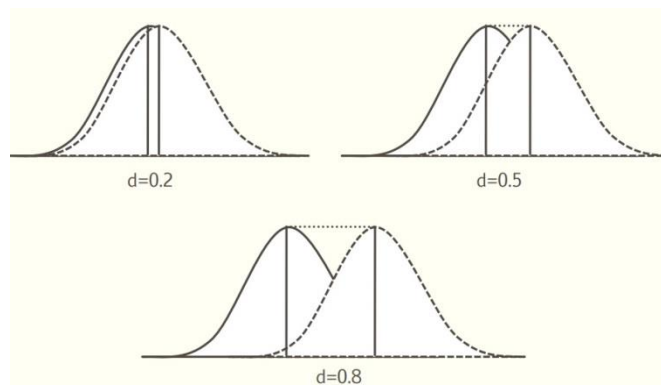


Fig.3.11. Suprapunerea distribuțiilor H_0 și H_1 în funcție de mărimea efectului

Există un număr mare de indicatori ai mărimii efectului, ce pot fi clasificați în două categorii: a) indicatori care se bazează pe diferența standardizată dintre medii, de exemplu indicatorul d a lui Jacob Cohen, indicatorul delta (δ) al lui Glass etc.; b) indicatori care se bazează pe gradul de asociere dintre variabile, de exemplu, r , r^2 , η^2 [200, p.82-83]. Pentru calcularea mărimii efectului de cele mai dese ori se calculează indicatorul d a lui Cohen sau indicatorul r [197, p.238-249].

În prezenta lucrare, pentru analiza statistică a datelor experimentale obținute, autorul a aplicat atât teste parametrice (testul t -Student) cât și teste neparametrice (testul (U) Mann-Whitney). Formulele de calcul pentru indicatorii d și r sunt:

1. pentru testul t -Student; eșantioane independente; grupe inegale de subiecți:

$$d_* = \frac{|m_1 - m_2|}{\sqrt{\frac{(s_1^2 + s_2^2)}{2}}} \quad (3.7)$$

$$d = \frac{t(n_1 + n_2)}{\sqrt{df} \cdot \sqrt{n_1 n_2}} \quad (3.8)$$

$$r = \frac{t(n_1 + n_2)}{\sqrt{t^2(n_1 + n_2)^2 + 4df \cdot n_1 n_2}} \quad (3.9)$$

$$r_* = \frac{d \sqrt{n_1 n_2}}{\sqrt{d \cdot (n_1 n_2) + (n_1 + n_2)^2}} \quad (3.10)$$

2. pentru teste neparametrice z ((U) Mann-Whitney, χ^2):

$$r = \sqrt{\frac{z^2}{n}} \quad (3.11)$$

unde n_1, n_2 - numărul de subiecți din fiecare eșantion; $n = n_1 + n_2$; m_1, m_2 - mediile eșantioanelor; s_1, s_2 - abaterea standard; df – gradele de libertate. Formulele 3.7 și 3.10 nu folosesc rezultatele testului t , însă rezultatele obținute cu aplicarea lor trebuie să fie egale cu cele obținute cu formulele 3.8, 3.9 respectiv.

Formulele 3.7 – 3.11 s-au aplicat pentru a determina mărimea efectului pentru toate eșantioanele incluse în experiment. Astfel, realizând o sinteză a rezultatelor obținute mai sus construim tabelul 3.22.

Tabelul 3.22. Mărimea efectului calculată pentru eșantioanele independente implicate în experimentul pedagogic (anii de studii 2014-2015, 2015-2016)

Eșantion	2014-2015		2015-2016, secția zi		2015-2016, secția f/r	
	EE	EC	EE	EC	EE	EC
Numărul de studenți (n)	23	17	46	34	32	27
Abaterea standard (s)	1,456	1,583	1,7104	1,2313	1,2636	1,0595
Grade de libertate (df)	38		78		57	
Diferența dintre medii ($\Delta_m = m_1 - m_2 $)	1,281		1,295		1,116	
Testul t-Student						
Indicatorul testului t -Student (t)	2,652		3,753		3,634	
Mărimea efectului calculată după indicatorul d (Cohen)	$d=0,87$ $d_* = 0,843$		$d=0,86$ $d_* = 0,869$		$d=0,966$ $d_* = 0,957$	
Mărimea efectului calculată după indicatorul r	$r=0,399$ $r_* = 0,391$		$r=0,395$ $r_* = 0,386$		$r=0,435$ $r_* = 0,432$	
Testul (U) Mann-Whitney						
Indicatorul testului (U) Mann-Whitney (z)	2,557		3,468		3,219	
Mărimea efectului calculată după indicatorul r	0,4043		0,387734		0,419078	

Astfel, analizând rezultatele testului t -Student prin prisma mărimii efectului se poate emite următoarea concluzie: efectul produs asupra performanțelor studenților din eșantionul experimental, prin implementarea noilor tehnologii informaționale în procesul didactic a disciplinei universitare *Tehnici de programare*, este:

1. puternic ($d \geq 0,80$), conform indicatorului d a lui Cohen, caracterizat de diferența standardizată dintre medii;
2. de la moderat spre puternic ($0,30 \leq r \leq 0,50$), conform indicatorului r , care se bazează pe gradul de asociere dintre variabile.

Indicatorul mărimii efectului calculat ținând cont de rezultatele obținute la aplicarea testului (U) Mann-Whitney asupra eșantioanelor antrenate în experimentul pedagogic ne permite să constatăm faptul că, și în acest caz, noua metodologie propusă de noi a avut un efect de la moderat spre puternic ($0,30 \leq r \leq 0,50$) asupra performanțelor academice înregistrate de studenții din grupele experimentale la disciplina *Tehnici de programare*.

Testele de contrast sau comparațiile sunt folosite pentru a determina relațiile între mediile mai multor grupuri sau mediile aceluiași grup în diferite situații. Prin intermediul contrastelor putem determina tendința unui sau altui grup cercetat. Pentru analiza datelor obținute în experimentul desfășurat de autor s-au aplicat testele de contrast polinomiale [200, p.168-169]. Testele de contrast polinomiale reprezintă creșteri (sau descreșteri) liniare, curbilini, cubice etc. de-a lungul unui set ierarhizat de medii.

Ideea care stă la baza analizei de tendință este de a portivi o funcție polinomială la cele n medii. Există patru tipuri de direcții a datelor: liniară (poate apare în design-uri experimentale cu două sau mai multe grupe); curbiliniară (poate apare experimente cu trei sau mai multe grupe); exponențială sau cubică (poate apare în experimente cu patru sau mai multe grupe); cuartică (poate apare în design-uri experimentale cu cinci sau mai multe grupe).

Cea mai simplă astfel de funcție este cea liniară și presupune o evoluție constantă a mediilor. Tendința liniară poate fi sub forma unei creșteri liniare sau descreșteri liniare.

Următoarea funcție este funcția curbiliniară, care are o „îndoitură” în mijloc, care poate fi de forma „ \cup ” – tendință de descreștere curbiliniară sau „ \cap ” – tendință de creștere curbiliniară.

Funcția cubică este o funcție mai complexă, care are două îndoituri, două schimbări de tendință: a) creștere-descreștere-creștere - tendința de creștere cubică; b) descreștere-creștere-descreștere – tendința de descreștere cubică.

Funcția cuartică are minim trei îndoituri: a) creștere-descreștere-creștere-descreștere – tendința de creștere cuartică, însoțită de descreșteri discontinue; b) descreștere-creștere-descreștere-creștere – tendința de descreștere cuartică, însoțită de creșteri discontinue.

Pentru a efectua o analiză direcțională s-au înregistrat în tabelul 3.23 mediile obținute de studenți în cadrul experimentului pedagogic la cele trei testări sumative și media de la testul final, anul academic 2014-2015, secția cu frecvență la zi.

Tabelul 3.23. Mediile înregistrare de grupurile experimental și de control, anul 2014-2015

	Test 1	Test 2	Test 3	T_final
m (EE)	7,39	8,00	7,74	7,87
m (EC)	6,00	5,82	5,88	6,59

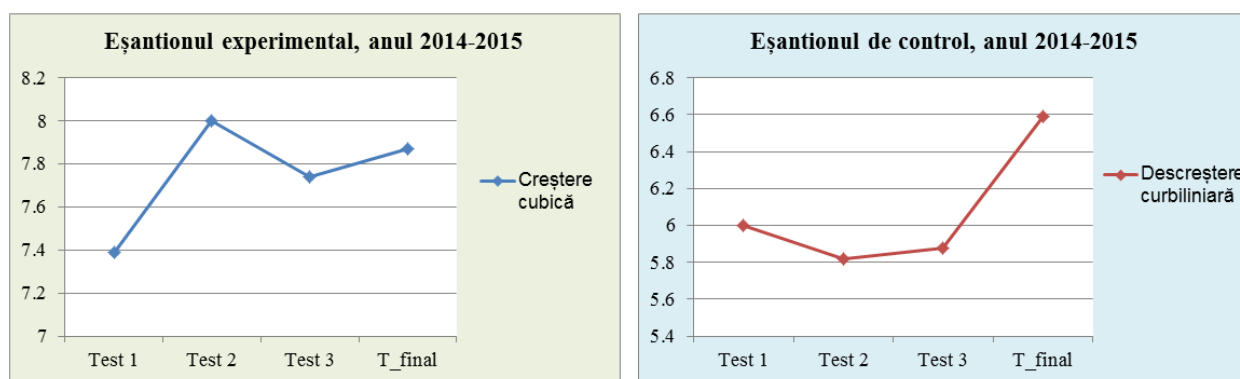


Fig.3.12. Analiza direcțională, anul 2014-2015

Efectuând o analiză a graficelor din figura 3.12, se poate observa că pentru studenții din eșantionul experimental s-a înregistrat o tendință de creștere cubică, adică au fost înregistrate performanțe academice în cadrul studierii cursului universitar *Tehnici de programare*. Tendința eșantionului de control este o descreștere curbilinară, ceea ce denotă faptul că, în acest caz nu a fost înregistrat succes academic.

În mod similar, pentru confirmare, s-a procedat și cu grupurile participante în experiment în anul 2015- 2016, secția cu frecvență la zi și secția cu frecvență redusă. Rezultatele sunt afișate în tabelele 3.24 și 3.25 iar graficele tendințelor – în figurile 3.13, 3.14.

Tabelul 3.24. Mediile înregistrare de grupurile experimental și de control, anul 2015-2016, secția cu frecvență la zi

	Test 1	Test 2	Test 3	T_final
m (EE)	7,54	7,61	7,72	7,91
m (EC)	6,44	6,32	6,06	6,62

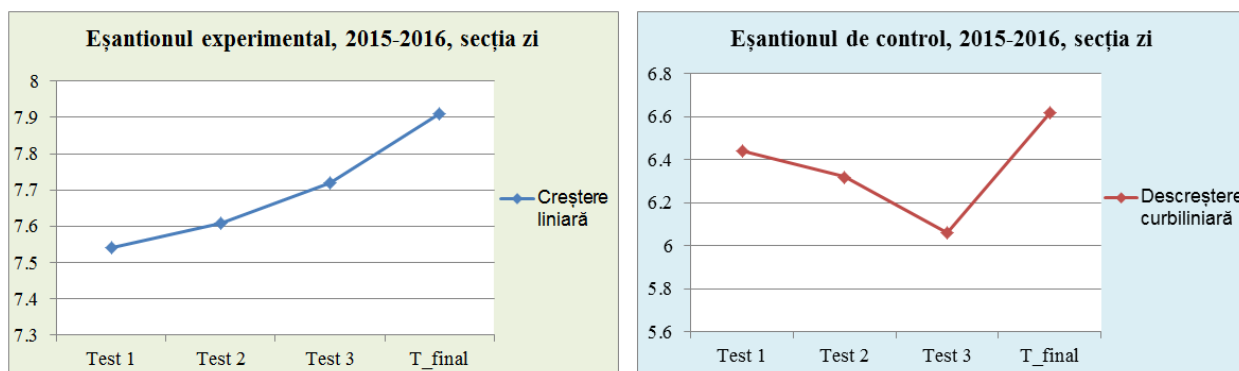


Fig.3.13. Analiza direcțională, anul 2015-2016, secția cu frecvență la zi

Din figura 3.13 ușor putem deduce că, pentru eșantionul experimental s-a înregistrat o creștere liniară a succesului academic, iar pentru eșantionul de control are loc o descreștere curbiliniară, adică nu au fost observate performanțe academice.

Tabelul 3.25. Mediile înregistrare de grupurile experimental și de control, anul 2015-2016, secția cu frecvență redusă

	Test 1	Test 2	Test 3	T_final
m (EC)	5,74	6,00	5,89	6,26
m (EE)	7,09	7,19	7,31	7,38

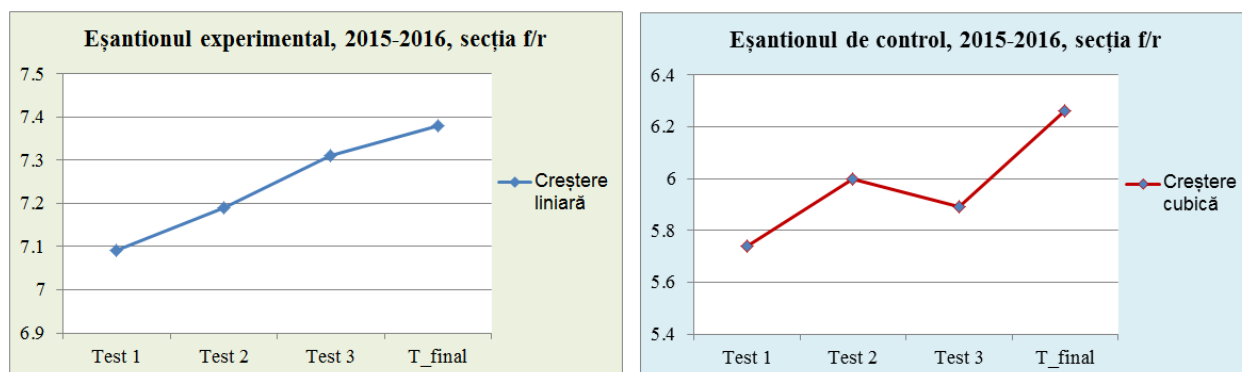


Fig.3.14. Analiza direcțională, anul 2015-2016, secția cu frecvență redusă

Graficile din figura 3.14 ne demonstrează că, pentru eșantionul experimental s-a înregistrat o creștere liniară a performanțelor academice, iar mediile eșantionului de control deși sunt situate între limitele 5.74 și 6.26, mult mai mici decât 7.09 și 7.37 respectiv, denotă, totuși, o tendință de creștere cubică.

Astfel, în urma prelucrării datelor statistice, s-a demonstrat că, utilizarea noilor tehnologii informaționale, în special a resurselor interactive, în procesul de predare - învățare – evaluare a disciplinei universitare *Tehnici de programare* a avut un efect benefic în grupa experimentală iar studenții au înregistrat rezultate mai bune în comparație cu grupele de control.

Prin aceasta s-a confirmat complet ipoteza cercetării.

3.3. Concluzii la capitolul 3

Organizarea și desfășurarea experimentului pedagogic a permis de a evidenția următoarele concluzii:

1. Experimentul de constatare a demonstrat relevanța aplicării NTI în procesul de studiere a cursului universitar *Tehnici de programare* direcționând astfel spre elaborarea unui model pedagogic și a unei metodologii de implementare eficiente axate pe integrarea noilor tehnologii informaționale în procesul didactic în scopul formării inițiale a viitorilor specialiști de informatică, domeniile generale de studii științe ale educației și științe exacte, care se vor integra cu succes pe piața muncii atât naționale cât și internaționale.
2. În experimentul de formare, realizat pe parcursul a doi ani de studii 2014-2015 și 2015-2016, s-a demonstrat eficiența utilizării NTI în studierea disciplinei *Tehnici de programare*. În mod special, s-a pus accentul pe tabla interactivă, sistemele digitale de testare interactivă grație avantajelor și performanțelor instrumentelor respective în raport cu alte mijloace electronice.
3. Realizarea experimentului pedagogic:
 - a contribuit la validarea eficienței modelului pedagogic de predare-învățare-evaluare a disciplinei universitare *Tehnici de programare* prin implementarea NTI în procesul didactic și a metodologiei elaborate care presupune, în mod special, utilizarea tablei interactive, combinată cu alte instrumente tradiționale de predare;
 - a permis identificarea unei dependențe directe dintre metodele didactice interactive cu integrarea în procesul didactic a NTI și creșterea gradului de pregătire al studenților la disciplina *Tehnici de programare*;
 - a permis sesizarea schimbărilor semnificative în grupa experimentală privind creșterea motivației, gradului de colaborare, succesului academic al studenților în procesul de studiere a tehnicilor de programare prin înregistrarea unui număr mai ridicat de note de 7,8,9,10 la testele summativă (1,2,3) și testul final în proporție de circa 74% pentru grupele experimentale și 35% pentru grupele de control (secția cu frecvență la zi) și de circa 74% (EE) la 31% (EC) pentru studenții de la secția cu frecvență redusă.
 - a fost atins scopul în soluționarea deplină a problemei cercetării privind determinarea fundamentelor teoretice și metodologice ale eficientizării procesului de studiere a disciplinei universitare *Tehnici de programare*, fapt ce a condus la fundamentarea teoretică și elaborarea unui model pedagogic de predare-învățare-evaluare a cursului universitar *Tehnici de*

programare prin intermediul NTI orientat spre procesul de formare inițială a competențelor profesionale ale viitoarelor cadre didactice și specialiști din domeniile Informaticii și Tehnologiilor Informaționale.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Cercetarea teoretică și experimentală efectuată a vizat constituirea bazei teoretico-metodologice a procesului de studiere a disciplinei universitare *Tehnici de programare* și elaborarea metodologiei privind aplicarea noilor tehnologii informaționale în studierea disciplinei respective.

În urma analizei sistemelor didactice de studiere a disciplinei *Tehnici de programare*, în universitățile din diferite țări cât și în sistemul universitar și preuniversitar de la noi din țară, și a evoluției procesului de integrare a TIC în procesul educațional, a fost evidențiată următoarea idee centrală: implementarea TIC are un impact substanțial și randament avansat, spre deosebire de tehnologiile educaționale clasice de învățământ, nu doar din perspectivă cognitivă sau a evaluării, dar, și în spațiul cultivării sentimentelor și motivației pentru învățatură și pentru studierea permanentă a NTI asigurând realizarea principiului continuității în învățare adaptat prin prisma implementării TIC în procesul didactic.

Din analiza rezultatelor obținute se pot sintetiza următoarele concluzii:

1. În scopul sporirii calității procesului didactic la disciplina universitară *Tehnici de programare* a fost elaborat modelul pedagogic și metodologia de implementare a modelului, centrate pe integrarea NTI 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: polivalență, flexibilitate, multifuncționalitate, continuitate și originalitate.
2. Metodologia de implementare a modelului pedagogic elaborat include:
 - strategii didactice inovative, metacognitive, interactive etc. și metode didactice moderne centrate pe student și orientate spre dezvoltarea gândirii critice, care au contribuit la sporirea capacității de înțelegere și creșterea nivelului de instruire al studenților, creând premise pentru sporirea gradului de motivare pentru învățare, eficientizând asimilarea în mod independent a materialului;
 - mijloace didactice digitale de ultima generație: tabla interactivă, sistemele digitale de testare interactivă interconectate eficient cu alte mijloace TIC (LMS-uri, LCMS-uri, simulatoare, instrumente web etc.) care au condus la creșterea eficienței strategiilor didactice interactive și, în final, la obținerea unor rezultate academice mai bune în grupele experimentale;
 - forme de organizare activ-participative a procesului educațional: prelegerea intensificată, lucrul în echipe, studiul individual gradat, forum, chat etc., care contribuie substanțial la sporirea activismului instructiv-

cognitiv al studenților și la dezvoltarea competenței - cheie a învăța să înveți (Learning to learn);

- evaluări formative, sumative, co-evaluări, autoevaluări și evaluări formative-interactive, realizate prin intermediul sistemelor digitale de testare interactivă, care permit de a interveni, imediat, cu ajustări asupra demersului didactic, în dependență de rezultate, contribuind substanțial la lichidarea lacunelor din spațiul cognitiv al studenților și la definirea propriei traiectorii de învățare.
3. În baza modelului elaborat, a fost extins arsenalul de complexe instructiv-metodice la disciplina *Tehnici de programare* prin elaborarea de materiale didactice noi (ghidul metodic, cursul electronic, lecții digitale, lucrări de laborator, teste de evaluare interactive-formative, sumative și finale, seturi de sarcini individuale), fapt ce a permis ca conținutul să fie desfășurat, profund și informativ.
 4. S-a argumentat, că demersul didactic a disciplinelor informatice din învățământul universitar poate fi realizat în baza modelului pedagogic elaborat fiind ajustat particularităților unităților de curs respective.
 5. Experimentul pedagogic, realizat în două etape (2014-2015, 2015-2016), a permis sintetizarea următoarelor concluzii în baza analizei statistice efectuate:
 - s-a demonstrat eficiența modelului pedagogic elaborat axat pe valorificarea NTI în procesul de studiu a cursului universitar *Tehnici de programare* și a metodologiei de implementare prin înregistrarea de rezultate mult mai bune în grupele experimentale comparativ cu grupele de control;
 - s-a demonstrat că, implementarea modelului pedagogic centrat pe integrarea NTI în procesul didactic la disciplina *Tehnici de programare* a contribuit la înregistrarea unei tendințe de creștere liniară ori cubică a performanțelor academice pentru studenții din grupele experimentale în comparație cu grupele de control;
 - s-a identificat dependența directă dintre metodele didactice interactive cu integrarea în procesul didactic a NTI și creșterea gradului de pregătire al studenților la disciplina *Tehnici de programare*;
 6. Obiectivele cercetării au fost realizate, contribuind astfel la soluționarea deplină a problemei cercetării care rezidă în determinarea fundamentelor teoretice și metodologice ale eficientizării procesului de studiere a disciplinei universitare *Tehnici de programare* prin intermediul NTI în cadrul formării inițiale a viitoarelor cadre didactice și specialiști din domeniile Informaticii și

Tehnologiilor Informaționale orientat spre dezvoltarea competențelor profesionale.

Rezolvarea problemei de cercetare și realizarea obiectivelor propuse sunt confirmate de rezultatele obținute publicate în lucrările [60,103,119,129,173,179,180,190,192,204] și oferă oportunitatea de a majora calitatea procesului instructiv la disciplinele informatice, inclusiv la cursul universitar *Tehnici de programare*, prin integrarea calitativă a noilor tehnologii informaționale și de comunicație în acest proces.

Luând în considerație cele menționate mai sus, venim cu următoarele recomandări practice:

- pentru profesori:

- Ținând cont de prevederile Codului Educației [59], a Strategiei „Educația 2020” [123] și a altor acte normative [6,50,107,124] ce scot în evidență direcțiile și necesitatea integrării TIC în educație propunem implementarea modelului și a metodologiei elaborate în vederea sporirii calității instruirii în predarea disciplinelor universitare;
- În scopul îmbunătățirii activității cadrelor didactice din învățământul universitar și preuniversitar, prin implementarea calitativă a noilor tehnologii informaționale și de comunicație în procesul educațional, este necesară: documentarea și utilizarea complexelor instructiv-metodice elaborate în conformitate cu cerințele și standardele modelului pedagogic propus.
- Eficientizarea activității cadrelor didactice din învățământul universitar și preuniversitar primar în raport cu integrarea eficientă a instrumentelor TIC în activitatea educațională prin formarea continuă în acest domeniu, prin studierea materialelor publicate la acest compartiment și a experienței pedagogice a altor cadre didactice inovatoare.

- pentru autorii de manuale și materiale didactice:

- Aplicarea rezultatelor obținute la elaborarea noilor manuale și materiale didactice destinate metodelor și tehnicilor de programare.

- pentru studenți și masteranzi:

- Rezultatele obținute pot fi integrate în procesul de formare inițială a cadrelor didactice prin studierea modelului pedagogic și a metodologiei de implementare elaborate în scopul ulterioarei aplicări în activitatea didactică pe care o vor desfășura, la realizarea tezelor de licență și masterat, în cercetările ulterioare.

BIBLIOGRAFIE

1. Corlat S., Karlsson G., Braicov A. ș.a. Metodologia utilizării Tehnologiilor Informaționale și de Comunicație în învățământul superior. Chișinău: UST, 2011. 204 p.
2. Boar B.H. The Art of Strategic Planning for Information Technologies. 2nd edition. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001. 343 p. ISBN 0-471-37655-8. <http://old.shahed.ac.ir/references/1.ArtofITStrategicPlanning.pdf> (vizitat 15.05.2014)
3. Бобров А. В. Новые информационные технологии: некоторые гуманитарные аспекты. În: Правовые вопросы связи, Nr. 2, 2008. с.16-18.
4. Азимов Э. Г., Щукин А. Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). Москва: Издательство ИКАР, 2009. 448 с. ISBN 978-5-7974-0207-7.
5. Олешков М.Ю., Уваров В.М.. Современный образовательный процесс: основные понятия и термины. Москва: Компания Спутник+, 2006. 191 с.
6. European Commission - Directorate General for Education and Culture. European Report on the Quality of School Education. Sixteen Quality Indicators. Report based on the work of the Working Committee on Quality Indicators, may 2000. <http://aei.pitt.edu/42406/1/A6503.pdf> (vizitat 12.11.2013)
7. Formarea universitară în medii digitale: cercetări teoretico-experimentale. Omagiu doctorului habilitat în pedagogie, profesorului universitar Ilie Lupu. Universitatea „Alec Russo” din Bălți. Bălți: Presa universitară bălțeană, 2015. 278 p.
8. Wills S., Alexander S. Managing the introduction of technology in teaching and learning. In D. Nation & T. D. Evans (Eds.), Changing University Teaching: Reflections on Creating Educational Technologies. UK, London: Kogan Page Limited, 2000. p.56-72.
9. Bates A., Sangrà A. Managing Technology in Higher Education: Strategies for Transforming Teaching and Learning. San Francisco: Jossey-Bass/John Wiley & Co, 2011. 288 p. ISBN: 978-0-470-58472-9.
10. Karlsson G. Distance Courses in Mechanics and in Distance Instructor Training. European Journal of Engineering Education. Vol.29, 2004, pp.41-51.
11. Granberg C. ICT and learning in teacher education The social construction of pedagogical ICT discourse and design. Doctoral Dissertations, comprehensive summary. Sweden: Umeå University, 2011. 52 p. <http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:414445/FULLTEXT03.pdf> (vizitat 11.04.2014)

12. Mukama E. Information and Communication Technology in teacher education. Doctoral Dissertations. Linköping University, 2009. 75 p.
<http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:133674/FULLTEXT01.pdf> (vizitat 03.12.2013)
13. Huet I., Rutkauskiene D., Gudoniene D. (Eds.) Pedagogic traditions, skills and competences in higher education. Comparative analysis. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2011. 64 p.
14. Bonk C., Graham C. Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs. San Francisco: CA Pfeiffer, 2006. 624 p.
15. Schreier U. ş.a. Information System Support for Quality Management Applying European Standards and Guidelines for Higher Education. The 6th International Conference on Computer Supported Education. Vol.1, April 1-3, 2014, Barcelona, Spain, 2014. p. 309 – 316.
16. Arnold O. ş.a. Exploring and understanding the abstract by direct manipulation of the concrete. The 4th International Conference on Computer Supported Education. Proceedings. Vol.2, Porto, Portugal, 16 - 18 April, 2012. p.100-107.
17. Dias M.C. ş.a. An Embedded Asterisk Platform Instructional Design to Teach Voice over IP in Information Technology Undergraduate Courses - Using Raspberry PI and Asterisk to Build an Embedded Portable Didactic Tool. În: Proceedings of the 7th International Conference on Computer Supported Education. Vol.1., May 23-25, 2015. Portugal, Lisbon, 2015. p.461-466. ISBN: 978-989-758-107-6.
18. Pombo L. ş.a. The Use of Communication Technologies in Higher Education in Portugal: Best Practices and Future Trends. În: ICT in Education. Multiple and Inclusive Perspectives, Springer International Publishing, Switzerland, 2016. p.1-20. ISBN: 978-3-319-22899-0.
19. Wastiau P.(et al.). The Use of ICT in Education: a survey of schools in Europe. În: European Journal of Education. Special Issue: ICT and Education: taking stock of progress and looking at the future. Blackwell Publishing Ltd. Vol.48, Issue 1, March 2013. p.11–27.
20. Fong J., Kwan R., Wang F. Hybrid Learning and Education. În: First International Conference, ICHL 2008. Hong Kong, China, August 13-15, 2008. p.40-53.
21. Karagiannidis C., Politis P., Karasavvidis I. (Eds.). Research on e-Learning and ICT in Education – Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives. US: Springer Science and Business Media, New York, 2014. p.52-54.
22. Vlada M. New Technologies in Education and Research. Models and Methodologies, Technologies and Software Solutions. LAMBERT Academic Publishing, 2010. 260 p. ISBN 978-3-8433-6391-4.

23. 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. ISSN 1844-8933.
24. Marcu V., Marinescu M. Implementarea tehnologiilor în educație sau educația tehnologică. http://www.leducate.ro/resurse/software_educational/tehnologii_in_educatie.pdf (vizitat 02.03.2016)
25. Holotescu M.-C. Emerging technologies in education. Conceiving and building a microblogging platform for formal and informal learning. Teză de doctor. Timișoara: Editura Politehnica, 2015. 232 p.
26. Noveanu G.-N., Vlădoiu D. Folosirea TIC în procesul de predare - învățare. București: Educația 2000+, 2009. 62 p. http://proiecte.pmu.ro/c/document_library/get_file?p_1_id=14661&folderId=18026&name=DLFE-1001.pdf (vizitat 14.02.2015)
27. Timiș I. Utilizarea mijloacelor educaționale moderne și impactul lor asupra elevilor și profesorilor. În: iTeach: Experiențe didactice. Nr. 14, octombrie 2012. p.1. ISSN 2247 – 966X.
28. Istrate O. Oportunitatea unui program de integrare a noilor tehnologii în educație. În: iTeach: Experiențe didactice. Nr. 14/ octombrie 2012. București: TEHNE- Centrul pentru Inovare în Educație, 2012. p.1-2. ISSN 2247 – 966X. <http://iteach.ro/experientedidactice/wp-content/experiente-didactice/10-2012.pdf> (vizitat 15.02.2015)
29. Цветков, В. Я. Когнитивные аспекты построения виртуальных образовательных моделей. În: Интеграция образования. № 3 (76), 2014. p. 71–76.
30. Васютинская С.Ю. Развитие информационного управления. În: Образовательные ресурсы и технологии. №2 (10), 2015. p. 113-119.
31. Павлов А.И. Информационные ресурсы в образовании. În: Международный журнал экспериментального образования. №5, 2014. p. 74-78.
32. Андреев А.А., Ожерельева Т.А. Управление сетевыми учебными ресурсами. În: Славянский форум. №2(2), 2012. p. 80-83.
33. Белоозеров В. Н., Башмаков А. И., Старых В. А. Информационные ресурсы для сферы образования: каталогизация, классификация, онтология. În: Информационные системы и технологии (ИСИТ), №6 (80), 2013. p. 88-102.
34. Пономарёв А.К. и др. Информатизация сферы науки и образования России: стратегия развития. În: Информатизация образования и науки. №2(14), 2012. p.3-26.

35. Старых В. А. и др. Портал „Свободное программное обеспечение в образовании”. Восьмая конференция „Свободное программное обеспечение в высшей школе”, Переславль, январь 2013. Москва: Альт Линукс, 2013. p.14-15.
36. Шебаниц В. Г. Организационно - педагогические условия использования информационных технологий в образовательном пространстве. În: Педагогическое мастерство. Материалы Международной Научной Конференции. Москва, апрель 2012. Москва: Буки-Веди, 2012. p.357-359.
37. Бутко Е.Я. Информационные технологии в дистанционном образовании. În: Современное дополнительное профессиональное педагогическое образование. № 4, 2015. p. 47-55.
38. Ершов А.П., Монахов В.М. и др. Основы информатики и вычислительной техники. Часть 1. Пробное учебное пособие для средних учебных заведений. Москва: Просвещение, 1985. 96 p.
39. Ершов А.П., Монахов В.М. и др. Основы информатики и вычислительной техники. Пробное учебное пособие для средних учебных заведений. Часть вторая. Москва: Просвещение, 1986. 143 с.
40. Гершунский Б.С. Компьютеризация в сфере обучения: проблемы и перспективы. Москва: Педагогика, 1987. 264 p.
41. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. Москва: Высшая школа, 1995. 336 с.
42. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний: психологические основы. 2-е изд., доп. и испр. Москва: Издательство МГУ, 1984. 344 с.
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, nr. 6(64), 2010. p. 2-5.
44. Cabac V. Cabac E. Experiența de evaluare a cursurilor electronice. În: Învățământul superior din Republica Moldova la 85 de ani. Materialele conferinței științifice naționale cu participare internațională. V.III. Probleme actuale ale didacticii științelor. Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 24-25 septembrie, 2015. p.111-116.
45. **Chiriac L., Globa A., Bobeică N. Procedee metodice privind pregătirea și desfășurarea olimpiadelor de informatică. Mathematics & Information Technologies: Research and Education (MITRE 2011) dedicated to the 65th anniversary of the Moldova State University. Chișinău, august 22-25, 2011. p.168-169.**

46. Lupu I., Negara C. Profesionalizarea formării inițiale a profesorilor de informatică prin strategii interactive. Bălți: Presa universitară bălțeană, 2011. 157 p.
47. 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 doctor în pedagogie. Chișinău: UST, 2013. 170 p.
48. Pavel M. Formarea inițială a viitorilor învățători prin utilizarea tehnologiilor informaționale și comunicațiilor. Teză de doctor în științe pedagogice. Chișinău: UST, 2015. 191 p.
49. Deinego N. Testarea adaptivă ca factor de optimizare a procesului de instruire în învățământul universitar. Teză de doctor în pedagogie. Teoria și metodologia instruirii (informatica). Bălți, 2009. 173 p.
50. Banca Mondială & International Bank for Reconstruction and Development. Regional Seminar for UNESCO Resource Distribution and Training Centres (RDTC); “Teacher Training To Promote Safe, Effective and Responsible Use of ICT (SERU-ICT)”, South China Normal University, Guangzhou, PR China, 11-13 November 2015. <http://www.unescobkk.org/> (vizitat 21.02.2016)
51. British Educational Communications and Technology Agency: Harnessing Technology Review 2008: The role of technology and its impact on education. London: BECTA, 2008. 38 p. http://mirandanet.ac.uk/wp-content/uploads/2016/04/ht_review08_summary.pdf (vizitat 18.02.2016)
52. British Educational Communications and Technology Agency: Harnessing Technology Review 2009: The role of technology in education and skills. BECTA, 2009. 51 p. Online: http://dera.ioe.ac.uk/10477/2/A9RB0A0_Redacted.pdf (vizitat 16.02.2016).
53. Ministerul Tehnologiei Informației și Comunicațiilor din Republica Moldova: <http://www.mtic.gov.md/ro/transparency/hotarire-nr-857-din-31102013-cu-privire-la-strategia-nationala-de-dezvoltare-societatii> (vizitat 19.02.2016).
54. Agenția Națională pentru Ocuparea Forței de Muncă din Republica Moldova: <http://www.anofm.md/> (vizitat 20.02.2016).
55. Brut M. Instrumente pentru e-learning. Ghidul informatic al profesorului modern. Iași: Polirom, 2006. 248 p. ISBN 973-46-0251-9.
56. Zimmerman B. J. Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. În: Boekaerts M., Pintrich P. R., Zeidner M. (Eds.). Handbook of self-regulation. San Diego, CA: Academic Press, 2000. p. 451-502.

57. Malone Th.W., Lepper M. R. Making Learning Fun: A Taxonomy of Intrinsic Motivations for Learning. În: Snow R., Farr M. J. (Ed). Aptitude, Learning, and Instruction. Volume 3: Conative and Affective Process Analyses. Hillsdale, NJ :Erlbaum, 1987. p. 223-253.
58. Anohina A. Analysis of the terminology used in the field of virtual learning. În: Educational Technology & Society, 8 (3), 2005. p.91-102.
http://www.ifets.info/journals/8_3/9.pdf (vizitat 16.10.2015).
59. Codul Educației al Republicii Moldova: <http://lex.justice.md/md/355156/> (vizitat 18.11.2015).
60. **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. ISSN:1810-6455.**
61. Lombardo M. M., Eichinger R.W. The Career Architect Development Planner (1st ed.). Minneapolis: Lominger, 1996.
62. Universitatea Harvard:
<http://www.extension.harvard.edu/academics/courses/subject/computer-science/e-csci>
(vizitat 09.07.2015)
63. Universitatea Princeton: <http://www.cs.princeton.edu/courses/> (vizitat 13.07.2015)
64. MIT: <http://ocw.mit.edu/courses/find-by-department/> (vizitat 14.07.2015)
65. www.extension.harvard.edu/resources-policies/student-conduct/academic-integrity (vizitat 03.08.2015)
66. http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-046j-design-and-analysis-of-algorithms-spring-2012/assignments/MIT6_046JS12_ps1.pdf
67. IRTM: <http://www1.rmit.edu.au/courses> (vizitat 14.07.2015).
68. Universitatea Tehnică Regală din Stockholm:
<http://www.kth.se/en/studies/bachelor/information-communication-technology> (vizitat 14.07.2015)
69. Subject Ranking 2014-15: Engineering & Technology.
<https://www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/2015/subject-ranking/engineering-and-IT/#/> (vizitat 14.07.2015)
70. La Chancellerie des Universités de Paris: <http://www.sorbonne.fr/>
71. UPMC: <http://www.sorbonne.fr/etablissement/les-universites/universite-pierre-et-marie-curie-sciences-et-medecine-upmc-paris-6/> (vizitat 10.07.2015)
72. Universitatea Descartes din Paris:

<http://www.math-info.univ-paris5.fr/index.php/fr/Formations/Licence-d-Informatique/Informatique> (vizitat 12.07.2015)

73. Universitatea Dauphine Paris: <http://formations.dauphine.fr> (vizitat 15.07.2015)
74. Universitatea din Nantes:
http://www.sciences-techniques.univ-nantes.fr/17421263/0/fiche_pagelibre/&RH=1183048374095 (vizitat 15.07.2015)
75. Universitatea din București: <http://www.fmi.unibuc.ro> (vizitat 15.07.2015)
76. Universitatea "Alexandru Ioan Cuza" din Iași: <http://www.uaic.ro/> (vizitat 16.07.2015)
77. Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași: <http://www.ace.tuiasi.ro/> (vizitat 12.07.2015)
78. Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca: <http://stiinte.utcluj.ro/planuri-de-invatamant.html> (vizitat 16.07.2015)
79. Universitatea Politehnică din Timișoara: <http://www.upt.ro/> (vizitat 11.07.2015)
80. Universitatea M.V. Lomonosov din Moscova: <http://www.msu.ru/> (vizitat 16.07.2015)
81. Universitatea de Stat din Sankt-Petersburg: <http://spbu.ru/> (vizitat 16.07.2015)
82. Cozma V. Istoria Universității de Stat din Moldova 1946-1996. Chișinău: F.E.P. „Tipografia Centrală”, 1996. 560 p.
83. Comanescu S., Comanescu M. (red. Valuță I.) Elemente de analiză calitativă a algoritmilor. Chișinău: Știința, 1988. 54 p.
84. Бекренев А. И др. (red. Gaindric C.) Твой друг Бейсик. Кишинёв: ШТИИНЦА, 1989. 146 с.
85. Kuşnirenko A.Gh., Lebedev G.V., Svorenii R.A. Bazele informaticii și ale tehnicii computaționale. Chișinău: Lumina, 1991. 224 p.
86. Bostan Gh., Guțu S., Ciubotaru V. Mic dicționar de informatică rus-moldovenesc. Chișinău: Lumina, 1990. 154 p.
87. Secrieru N. Programarea microprocesoarelor în limbaj de asamblare. Manual pentru instituțiile de învățământ superior. Chișinău: Universitas, 1994. 340 p.
88. Todos P. ș.a. Programare pe calculatoare personale. Chișinău: Tehnica, 1997. 308 p.
89. Beșliu V. ș.a. Programarea în Windows. Îndrumar metodic pentru lucrări de laborator. Chișinău: U.T.M., 2006. 68 p.
90. Gremalschi A., Bejan V., Țarigradschi S. Structuri dinamice de date. Material didactic. Chișinău: U.T.M., 1998. 65 p.
91. Luchianov L. Turbo Pascal 7.0: a course on Structured Data. Chișinău: U.T.M., 2001. 144 p.
92. Арион В.Д., Журавлев В.Г. Применение динамического программирования к задачам электроэнергетики. Chișinău: Știința, 1981. 135 p.

93. Gremalschi A., Mocanu Iu., Spinei I. Informatica. Limbajul Pascal. Manual pentru clasele IX-XI. Chișinău: Știința, 1999. 256 p.
94. Lica D., Marinciuc M., Todoroi D. Programarea la calculatoare electronice. Limbajul FORTRAN. Carte pentru elevi. Chișinău: Lumina, 1985. 120 p.
95. Gremalschi A., Cornea I., Secieru N. Limbajul algoritmic BASIC. Chișinău: Lumina, 1992. 268 p.
96. Marcov Iu. Inițiere în BASIC. Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 1999.
97. UST: <http://ust.md/> (vizitat 12.06.2015)
98. USARB: <http://www.usarb.md> (vizitat 20.06.2015)
99. USCH: <http://usch.md/> (vizitat 21.06.2015)
100. USM: <http://usm.md> (vizitat 27.07.2015)
101. UTM: <http://www.utm.md> (vizitat 15.07.2015)
102. UPSC: <http://planstudii.upsc.md/?p=1048> (vizitat 20.07.2015)
103. **Chiriac L., Globa A. Studiarea informaticii în învățământul preuniversitar prin prisma metodelor și tehnicilor moderne de programare. În: Studia Universitatis. Seria Științe ale educației, Nr. 5(95), 2016. Chișinău: Universitatea de Stat din Moldova, 2016. p.231-241. ISSN:1857-2103.**
104. Bostan Gh.A. 100 de probleme la informatică. Pentru învățători. Chișinău: Lumina, 1989. 196 p.
105. Gremalschi A. Informatică. Manual pentru clasa a 11-a. Ministerul Educației al Republicii Moldova. Chișinău: Î.E.P. Știința, 2014. 192 p.
106. Informatica și Alfabetizarea digitală. Apel pentru o abordare integrată. ECDL Foundation, 2015. http://www.ecdl.org.ro/uploads/stiri/resources/files/Document_de_pozitie_ECDL_Foundation_-_Informatica_si_Alfabetizarea_digitala.pdf (vizitat 25.11.2015)
107. European Schoolnet. Computing our Future. Computer programming and coding – priorities. School curricula and initiatives across Europe, 2014. http://fcl.eun.org/documents/10180/14689/Computing+our+future_final.pdf/746e36b1-e1a6-4bf1-8105-ea27c0d2bbe0 (vizitat 25.11.2015)
108. Comunicarea finală a Comisiei Europene. Opening up Education: Innovative teaching and learning for all through new technologies and Open Educational Resources. Brussels, 25 Septembrie 2013. <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2013/EN/1-2013-654-EN-F1-1.Pdf> (vizitat 02.12.2015)
109. Campania European e-Skills for Jobs: <http://eskills-week.ec.europa.eu/> (vizitat 03.12.2015)
110. European Code Week: <http://codeweek.eu/> (vizitat 30.11.2015)

111. Kroes N., Vassiliou A. Scrisoare deschisă către ministerele educației din UE. Bruxelles, 25 Iulie 2014.
112. Site web All you need is code: <http://www.allyouneediscode.eu/> (vizitat 03.12.2015)
113. <http://code.org/> (vizitat 05.12.2015)
114. <http://samuraicoding.info/> (vizitat 06.12.2015)
115. <http://www.arabcode.org/> (vizitat 06.12.2015)
116. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. т.1. Основные алгоритмы. Москва: Мир, 1976. 735 с.
117. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. т.2. Получисленные алгоритмы. Москва: Мир, 1977. 724 с.
118. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. т.3. Сортировка и поиск. Москва: Мир, 1978. 844 с.
119. **Globa A. Necesitatea reexaminării tehnologiilor didactice în predarea conceptelor și tehnicilor de programare. Mathematics & Information Technologies: Research and Education (MITRE-2016) dedicated to the 70th anniversary of the Moldova State University. Chișinău, iunie 23-26, 2016. p.102.**
120. Dumbrăveanu R., Pâslaru V., Cabac V. Competențe ale pedagogilor. Interpretări. Chișinău: Continental Grup, 2014. 192 p.
121. Шаталов В.Ф. Трудных детей не бывает. Москва: Москва-Санкт-Петербург, 2001. 88р.
122. Guțu V. Curriculum educational: Cercetare. Dezvoltare. Optimizare. Universitatea de Stat din Moldova. Chișinău: CEP USM, 2014. 230 p.
123. Strategia „Educația 2020”. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr.944 din 14.11.2014. Monitorul Oficial, nr. 345-351 din 21.11.2014, art.nr.1014.
124. Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning (2006/962/EC). Official Journal of the European Union, 30 decembrie 2006.
http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2006.394.01.0010.01.ENG&toc=OJ:L:2006:394:TOC (vizitat 12.09.2014)
125. Cojocariu V.-M. Teoria și metodologia instruirii. Ediția a 3-a. București: Editura Didactică și Pedagogică, 2008. 166 p.
126. Focșa-Semionov S., Învățarea autoreglată, Teorie și aplicații educaționale, Chișinău, Epigraf, 2010. 360 p.
127. Masalagiu C., Asiminoaei I. Didactica predării informaticii. Iași: Polirom, 2004. 232 p.

128. Bamford A. The Wow Factor. Global Research Compendium on the Impact of the Arts in Education. München Munich: Waxmann, 2006. 180 p.
129. **GlobaA. Unele aspecte psiho-pedagogice utilizate în procesul de predare-învățare-evaluare a cursului universitar "Tehnici de programare". The 23rd Conference on Applied and Industrial Mathematics, Suceava, România, September 17-20, 2015. p. 80-81.**
130. Öz H. Teachers' and students' perceptions of interactive whiteboards in the English as a foreign language classroom. În: Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET, Vol.13, nr.3, 2014. p.156-177. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1034243.pdf> (vizitat 10.03.2016)
131. Isman A. et.al. Saudi Secondary School Teachers Attitudes' towards Using Interactive Whiteboard in Classrooms. În: Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET, Vol.11, nr.3, 2012. p.286-296. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ989220.pdf> (vizitat 10.03.2016)
132. Gashan A.K., Alshumaimeri Y.A. Teachers' Attitudes toward Using Interactive Whiteboards in English Language Classrooms. În: International Education Studies; Vol.8, nr. 12, 2015. p. 176-184. <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ies/article/view/45104> (vizitat 11.03.2016)
133. Essig D. A case study of interactive whiteboard professional development for elementary mathematics teachers. Doctoral dissertation. Minnesota, Minneapolis: Walden University, 2011. 229 p.
134. Turel Y.K., Johnson, T.E. Teachers' Belief and Use of Interactive Whiteboards for Teaching and Learning. În: Educational Teaching & Society, 2012. p.381-382.
135. Sweeney T. Understanding the use of interactive whiteboards in primary science. În: Australian Journal of Educational Technology, 29(2), 2013. p.217-232.
136. Jang S.J., Tsai M.F. Reasons for using or not using interactive whiteboards: Perspectives of Taiwanese elementary mathematics and science teachers. În: Australian Journal of Educational Technology, 28(8), 2012. p.1451-1465.
137. Калитин С. В. Интерактивная доска. Практика эффективного применения в школах, колледжах и вузах. Москва: Солон-Пресс, 2013. 192 с.
138. Горюнова М. А. Интерактивные доски и их использование в учебном процессе. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. 336 с.
139. Телегина И. В. Интерактивная доска на уроке физики: реализация дидактического потенциала: учебно-методическое пособие. Самара: ПГСГА, 2010. 169 с.

140. Янченко М. С., Ермолаева В. В. Использование интерактивных досок În: Молодой ученый. Nr.5, 2014. p.26-29. <http://www.moluch.ru/archive/64/10229/> (vizitat 13.03.2016)
141. Kershner R. et al. Can the interactive whiteboard support young children's collaborative communication and thinking in classroom science activities? În: International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 5(4), 2010. p.359-383. <http://dx.doi.org/10.1007/s11412-010-9096-2> (vizitat 13.03.2016)
142. Baran B. Experiences from the process of designing lessons with interactive whiteboard: ASSURE as a road map. În: Contemporary Educational Technology, 1(4), 2010. p.367-380.
143. Celik S. Competency levels of teachers in using interactive whiteboards. În: Contemporary Educational Technology, 3(2), 2012. p.115-129.
144. Syh-Jong J. Integrating the interactive whiteboard and peer coaching to develop the TPACK of secondary science teachers. În: Computers & Education Volume, 55(4), 2010. p.1744-1751.
145. Иванова И.И. Методические рекомендации по использованию интерактивной доски в учебном процессе. Вологда: Вологодский институт развития образования (ВИРО), 2012. 32 с.
146. Al-Qirim N. Determinants of Interactive White Board Success in Teaching in Higher Education Institutions. În: Computers & Education, 56(3), 2011. p.827-838.
147. Demirli C., Türel Y.K. Interactive Whiteboards in Higher Education: Instructors' First Impressions. În: Egitim Arastirmalari-Eurasian Journal of Educational Research, 49, 2012. p.199-214.
148. Mathews-Aydinli J., Elaziz F. Turkish Students' and Teachers' Attitudes toward the Use of Interactive Whiteboards in EFL Classrooms. În: Computer Assisted Language Learning, 23(3), 2010. p.235-252.
149. CRUNT 2014. Bunele practici de instruire E-Learning/Online. Culegere de articole. 24-27 septembrie 2014. Chişinău: Bons Offices, 2014. 297 p. <http://www.utm.md/anunturi/crunt.pdf> (vizitat 18.03.2016)
150. Măţă L., Lazăr Iu., Lazăr G. A literature review of studies based on investigating attitudes towards interactive boards. În: Journal of Innovation in Psychology, Education and Didactics, Vol. 19, Nr. 1, 2015. p. 91-100.
151. Vlada M. Tehnologiile societăţii informaţionale. Conferinţa Naţională de Învăţământ Virtual (CNIV) „Software şi Management Educaţional: 2010-către o societate a cunoaşterii-2030” dedicată împlinirii a 100 de ani de la naşterea lui Grigore C. Moisil. Ediţia a III-a, 2005. România, Universitatea din Bucureşti, 28-30 octombrie 2005. p.19-32.

152. Bîrzea C. Arta și știința educației. București: Editura Didactică și Pedagogică, 1995. 218 p.
153. Дахин А. Н. Моделирование в педагогике: попытка осмысления. 2007.
<http://www.bestreferat.ru/referat-78582.html> (vizat 19.02.2015)
154. Солодова Е.А., Антонов Ю.П. Математическое моделирование педагогических систем. МКО. часть 1, 2005. p. 113-119.
155. Computer Science Curricula 2013. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. December 20, 2013. Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society.
<https://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf> (vizat 19.01.2016)
156. Guțu VI. Proiectarea didactică în învățământul superior. Chișinău: CEP USM, 2007. 250 p.
157. Botnari V., Lașcu L. Valori epistemologice în conturarea conceptului: competență de self-management a activității de învățare la studenți. Materialele conferinței științifico-metodice „Perspectivele învățământului preuniversitar și universitar în contextul societății bazate pe cunoaștere”. Vol.I, 7-8 noiembrie, Chișinău: UST, 2014. p.82-93.
158. Silistraru N, Golubișchi S. Pedagogia învățământului superior: Ghid metodologic. Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2013. 206 p.
159. Chiș V. Pedagogia contemporană, pedagogia pentru competențe. Cluj – Napoca: Editura Casa Cărții de Știință, 2005. 270 p.
160. Cucuș C. Pedagogie. Ediția a II-a revăzută și adăugată. Iași: Polirom, 2006. 462 p.
161. Minder M. Didactica funcțională: obiective, strategii, evaluare. Chișinău: Cartier, 2003. 360 p.
162. Declarația de la Bologna. 1999.
http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/MDC/BOLOGNA_DECLARATION1.pdf (vizitat 05.04.2014)
163. Cabac V. Noțiunea de competență în cursul universitar „Didactica informaticii” (I). În: Artă și educație artistică, nr.2(5), Bălți, 2007. p. 125-135.
164. A TUNING Guide to Formulating Degree Programme Profiles, including Programme Competences and Programme Learning Outcomes. Bilbao, Groningen and The Hague: University Deusto, 2010. 96 p.
165. Dumbrăveanu R. ș.a. Proiectare curriculară în învățământul superior. Curs pentru cadrele didactice universitare. Chișinău: Continental Grup SRL, 2011. 216 p.
166. Cristea S. Dicționar de termeni pedagogici. București: Editura didactică și pedagogică, 1998. 479 p. <https://www.scribd.com/doc/21410959/Sorin-Cristea-Dictionar-de-Termeni-Pedagogici> (vizitat 23.10.2014)

167. Cerghit I. Sisteme de instruire alternative și complementare: structure, stiluri și strategii. Ediția a II-a revăzută și adăugată. Iași: Editura Polirom, 2008. 395 p.
168. Nicu A. Strategii de formare a gândirii critice. București: Editura Didactică și Pedagogică, 2007. 334 p.
169. Oprea C.-L. Strategii didactice interactive. București: Editura Didactică și Pedagogică, 2009. 316 p.
170. Gruber B. A Case Study of an Interactive Whiteboard District-Wide Technology Initiative Into Middle School Classrooms. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy at George Mason University. Virginia, Fairfax: George Mason University, 2011. 301 p.
171. Thomas M., Schmid E. C. (Eds.). Interactive whiteboards for education: Theory, research and practice. New York: IGI Global, 2010. 340p.
172. Палкин Е.В. и др. Активизация учебного процесса в вузе на основе применения интерактивной доски SMART BOARD. În: Современные наукоемкие технологии. Nr.12-4, 2015. p.714-718. <http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=35358> (vizitat 15.05.2015)
173. **Globa A. Abordări didactice privind aplicarea tablelor interactive în procesul de predare-învățare-evaluare a cursurilor universitare de informatică. Probleme actuale ale didacticii științelor reale. Conferința științifico-didactică națională cu participare internațională consacrată aniversării a 80-a de la nașterea profesorului universitar Andrei Hariton. Chișinău, 4-6 octombrie, 2013. p.117-119.**
174. The learning pyramid. Bethel, Maine, USA: The National Training Laboratories. www.ntl.org. (vizitat 06.12.2014)
175. Собчик Л. Н. Метод цветowych выборов - модификация восьмицветового теста Люшера: практическое руководство. Санкт-Петербург: Речь, 2007. 128 с. ISBN 5-9268-0448-5.
176. Documenting the future: A K-12 education handbook, Center for digital education, 2006. 48 p. http://www.xerox.com/downloads/usa/en/s/seg_Documenting_the_Future.pdf (vizitat 14.05.2014)
177. Mihalca L. Proiectarea și evaluarea tehnologiilor instrucționale computerizate. O perspectivă cognitivă. Rezumatul tezei de doctor în psihologie. Cluj-Napoca, 2011. 97 p.
178. Stoica D. et al. The interactive whiteboard and the instructional design in teaching physics. Third World Conference on Educational Sciences (WCES 2011), Istanbul, February 4-8,

2011. Published by Elsevier Ltd. in Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 15, 2011. p. 3316-3321.
179. **Globa A. Utilizarea tablei interactive în procesul de predare-învățare a tehnicii Divide et Impera din cadrul cursului universitar „Tehnici de programare”. În: Univers Pedagogic Nr. 2 (46), 2015. p. 45-55.**
180. **Globa A., Pavel D., SMART Notebook 11. Ghid de inițiere. UST, Chișinău, 2014, 102 p. ISBN 978-9975-76-121-5.**
181. **Globa A. Metode de optimizare a algoritmilor utilizând șirurile de numere ilustre. The 20 Conference on Applied and Industrial Mathematics dedicated to academician Mitrofan M. Ciobanu. Chișinău, august 22-25, 2012. p.151-161.**
182. **Globa A. Abordări didactice complexe privind predarea – învățarea tehnicii Divide et Impera prin intermediul tablei interactive. În: Acta et Commentationes. Științe ale Educației. Revistă științifică Nr.2(7) (2015). Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2015. p.14-23. ISSN 1857-0623.**
183. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. Москва: Мир, 1989, 360 с.
184. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии: учебное пособие. Москва: Народное образование, 1998. 256 с.
185. TURNING technologies: <https://www.turningtechnologies.com/higher-education/best-practices> (vizitat 18.05.2014)
186. Șevciuc M. (coord.) Didactica universitară: studii și experiențe. Chișinău: Editura CEP, USM, 2011. 294 p.
187. Johnson D., Johnson R., Smith K. Cooperative Learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4. Washington, D.C.: The George Washington University, School of Education and Human Development, 1991. 168 p. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED343465.pdf>. (vizitat 23.04.2015)
188. Bocoș M.-D. Instruirea interactivă: repere axiologice și metodologice. Iași: Polirom, 2013. 470 p.
189. Manolescu M. Teoria și metodologia evaluării. București: Editura Universitară, 2010. 330 p.
190. **Globa A. Abordări metodice privind implementarea unor tehnici de programare prin prisma complexității algoritmilor. În: Acta et Commentationes. Științe ale Educației. Revistă științifică Nr.1(4) (2014). Chișinău: Universitatea de Stat din Tiraspol, 2014. p.41-49. ISSN 1857-0623.**

191. **Globa A. Aspecte metodice privind elaborarea algoritmilor de operare cu numere mari. The 20 Conference on Applied and Industrial Mathematics dedicated to academician Mitrofan M. Ciobanu, Chișinău, august 22-25, 2012. p.161-172.**
192. **Globa A., Braicov A. Tehnici de aplicare a congruenței modulo în programare. Simpozion Internațional: „Carte-Școală-Viață” – o abordare creativă și interdisciplinară. România, Suceava: Editura George Tofan, Gura Humorului, 9-10 iunie, 2016. p.35-40. ISBN 978-606-625-192-1.**
193. Mazur E. Peer Instruction: A User's Manual. New Jersey: Prentice Hall Upper Saddle River, 1997. 253 p.
194. Aniței M. Psihologie experimentală. Iași: Editura Polirom, 2007. 400 p.
195. Dumitriu C. Introducere în cercetarea psihopedagogică. București: Editura didactică și pedagogică, R.A., 2004. 230 p.
196. Popov L. Unele aspecte didactice în utilizarea tablei interactive la predarea disciplinelor informatice. În: Didactica Pro. Revistă de teorie și practică educațională a Centrului Educațional PRO DIDACTICA. Competența de comunicare în limbi străine. Nr. 4 (86), 2014. p. 41-45.
197. Opariuc-Dan C. Statistica aplicată în științele socio-umane. Analiza asocierilor și a diferențelor statistice. Cluj-Napoca: Editura ASCR, 2011. 373 p.
198. Valorile z corespunzătoare unei curbe normale,
<http://statisticasociala.tripod.com/tabele.htm> (vizitat 09.01.2016).
199. Сидоренко Е. Методы математической обработки в психологии. М: Речь, 2010. 350с.
200. Labăr A.V. SPSS pentru științele educației. Iași: Editura Polirom, 2008. 347 p.
201. Publication manual of the American Psychological Association (ed. a VI). Washington DC: American Psychological Association, 2003. 272 p.
202. Popa M. Statistici multivariate aplicate în psihologie. Iași: Editura Polirom, 2010. 360p.
203. Wilkinson L.M. and the Task Force on Statistical Inference APA Board of Scientific Affairs. Statistical Methods in Psychology Journal: Guidelines and Explanations. American Psychologist, vol.54, nr.8, 1999. p.594-604.
204. **Chiriac L.,Globa A. Integrarea evaluării interactive în procesul de studiere a cursului universitar Tehnici de programare. The 24rd Conference on Applied and Industrial Mathematics. România, Craiova, 15-18 septembrie, 2016. p.93-94.**

Anexa 1. Chestionarul inițial

Chestionar

privind evaluarea opiniilor studenților vis-à-vis de implementarea tablei interactive în procesul de predare-învățare-evaluare a cursului universitar „Tehnici de programare”

1. Considerați că tabla interactivă vă ajută să înțelegeți mai ușor și mai bine materia de studiu? Încercuiți opțiunea aleasă.
 - a) Da;
 - b) Nu;
 - c) Nu știu/Nu pot răspunde.
2. Considerați că utilizarea tablei interactive îl ajută pe profesor să interacționeze mai bine cu studentul? Încercuiți opțiunea aleasă.
 - a) Da;
 - b) Nu;
 - c) Nu știu/Nu pot răspunde.
3. Credeți că ar fi bine de utilizat tabla interactivă în procesul de predare-învățare și la alte cursuri? Încercuiți opțiunea aleasă.
 - a) Da;
 - b) Nu;
 - c) Nu știu/Nu pot răspunde.
4. Care din temele, menționate mai jos, predate și învățate prin intermediul implementării tablei interactive ați reușit să le studiați fără dificultăți? Selectați 5 variante.

	1. Recursia directă
	2. Recursia indirectă
	3. Tehnica Backtracking recursiv
	4. Tehnica Backtracking nerecursiv
	5. Tehnica Greedy
	6. Tehnica Divide et Impera
	7. Tehnici de sortare
	8. Programarea dinamică

5. Care din caracteristicile enumerate mai jos considerați că sunt valabile în cazul utilizării tablei interactive în procesul de predare-învățare-evaluare? Bifați 5 caracteristici.

	C1. Lecția este mai atractivă
	C2. Procesul didactic este mai dinamic
	C3. Motivația este mai mare de a asculta lecția
	C4. Vizual înțelegeți mai bine subiectele
	C5. Multitudinea de culori explică mai detaliat anumite subiecte
	C6. Este o tehnologie nouă implementată actual
	C7. Este un produs ecologic curat
	C8. Cantitatea de materie acumulată în timpul orei este mai mare decât cea acumulată în cadrul predării tradiționale (tabla, cârpa și creta)

6. Ce altceva ați dori să menționați în mod obligatoriu în raport cu implementarea tablei interactive în procesul de predare-învățare-evaluare a cursului universitar „Tehnici de programare”?

Vă mulțumesc pentru colaborare

Anexa 2. Standard curricular la disciplina Tehnici de programare

Denumirea universității: Universitatea de Stat din Tiraspol

Denumirea programului de studii: Matematică și Informatică

Ciclul: 1

Denumirea cursului: Tehnici de programare

Codul cursului în programul de studii: S07.O.259

Domeniul științific la care se referă cursul: Tehnologii ale Informației

Facultatea/catedra responsabilă de curs: Catedra Informatică și Tehnologii Informaționale

Număr de credite ECTS: 4

Anul și semestrul în care se predă cursul: anul 4, semestrul 1

Titular/Responsabil de curs: lector superior, Angela Globa

Cadre didactice implicate: Liubomir Chiriac, Sergiu Corlat, Andrei Braicov

Descriere succintă a corelării/integrării cursului cu/în programul de studii

Cursul vizează următoarele aspecte: familiarizarea cu conceptul de complexitate a algoritmilor, utilizarea abilității de descriere a unui algoritm aplicând schemele logice și pseudocodul; algoritmi elaborați vor fi implementați apoi în diverse limbaje de programare (Pascal, C, C++, Delphi); cunoașterea principalilor algoritmi de sortare și căutare; prezentarea principalelor tehnici de programare utilizate, ca modalități generale de elaborare a algoritmilor. Având în vedere ca unele utilizează recursivitatea, se vor studia și principiile de bază ale recursivității.

Competențe dezvoltate în cadrul cursului:

- **Competențe cognitive:** de căutare, de aplicare și analiză a informației din diferite surse cu privire la tehnicile de programare; algoritmi de sortare și căutare; complexitatea algoritmilor;
- **Competențe de învățare:** de autoevaluare a performanțelor profesionale și de formulare de obiective cognitive și de alegere a modalităților/căilor de atingere a lor, printr-un proiect individual sau colectiv de perfecționare profesională;
- **Competențe de aplicare:** de a aplica structurile de date, tehnicile de programare studiate la elaborarea de programe în diverse limbaje de programare; de interpretare și explicare a fundamentelor teoretice ale tehnicilor de programare, ale tehnicilor de sortare și căutare; de a aplica tehnicile de sortare și căutare în realizarea produselor digitale utilizabile;
- **Competențe de analiză:** analiza tehnicilor de programare studiate; a algoritmilor de sortare și căutare în scopul aprecierii performanțelor lor; de a efectua analiza algoritmilor;

- **Competențe de comunicare:** în limba maternă într-o manieră clară și precisă, oral și în scris, inclusiv utilizând tehnologiile informației și de comunicații, în diverse contexte socio-culturale și profesionale; competențe de comunicare în limba engleză (citirea textelor de specialitate).

Finalități de studii realizate la finele cursului:

- Să proiecteze algoritmi cu implementarea tehnicilor de programare studiate. Tehnicile de programare sunt pilonii de bază în programare, deaceia deprinderea utilizării lor este esențială;
- Să aplice gândirea algoritmică la elaborarea unui algoritm pentru a anumită problemă propusă; să descrie algoritmi folosind scheme logice sau pseudocod;
- Să explice și să interpreteze fundamentele teoretice ale tehnicilor de programare, ale tehnicilor de sortare și de căutare obținute în cadrul cursului și a celor colectate sub îndrumare;
- Să analizeze tehnicile de sortare și căutare în scopul implementării celei mai raționale tehnici pentru o problemă și să scrie algoritmi în care intervin sortări și căutări;
- Să elaboreze programe în diverse limbaje de programare prin implementarea algoritmilor de sortare și căutare studiați;
- Să elaboreze programe în diverse limbaje de programare sau pseudocod prin implementarea tehnicilor de programare studiate;
- Să analizeze tehnicile de programare în scopul implementării celei mai raționale tehnici pentru o problemă și să scrie algoritmi cu aplicarea tehnicii de programare alese;
- Să evalueze algoritmi după criteriul complexității lor și să aleagă cel mai bun algoritm corespunzător acestui criteriu.

Prerechizite:

Cunoștințe de bază din matematică: funcție, monotonia funcției, asimptotele unei funcții, clase de funcții; elemente de combinatorică; șiruri, limita unui șir, suma șirului; vectori; matrici; progresie aritmetică, geometrică; medii etc. Cunoștințe elementare despre bazele matematice și fizice ale unui calculator. Studenții trebuie să cunoască stucturile de date și cel puțin unul din limbajele de programare: Pascal, C, C++, Delphi, Java etc.

Teme de bază: Analiza complexității algoritmilor: complexitate spațiu, complexitate timp, notații asimptotice, clase de complexitate. Tehnici de programare: noțiune de recursivitate, tehnica backtracking, tehnica Divide et Impera, tehnica Greedy, tehnica programării dinamice. Algoritmi de sortare: sortarea prin selecție; sortarea prin inserție; sortarea prin interschimbare;

sortarea prin metoda bulelor, sortarea Quik Sort. Algoritmi de căutare: problema căutării, căutarea secvențială, căutarea binară, inserarea în tabel.

Strategii de predare-învățare: strategii centrate pe student sau centrate pe grup; strategii cognitive și metacognitive (de învățare a învățării); strategii inovative; strategii inductive, deductive, divergente, dialectice, ipotetice, analogice, integrative, mixte; strategii euristice; strategiile interactive; strategii externe și interne (de autoreglare; self - management)

Strategii de evaluare: evaluare inițială, evaluare formativă, evaluare interactivă, evaluare sumativă. Evaluare realizată prin diverse metode: oral și în scris, prezentări, rapoarte, prezentarea rezultatelor de la lucrări de laborator/de control, participarea la discuții, portofolii, proiecte individuale sau de grup etc. Evaluarea formativă se bazează pe rezultatele de la testările interactive, pe rezolvări de exerciții, susținerea lucrărilor de laborator, participarea la discuții în timpul orelor, prezentări orale a unor teme.

Nota finală se constituie din următoarele componente: 40% - testul de examen, 40% - media notelor la testele de evaluare sumativă, 20% - portofoliul compus din lucrări de laborator adnotate, sarcini individuale, prezentări etc.

Bibliografie

Obligatorie:

1. Knuth D. Arta programării calculatoarelor. V. 1,2,3. București: Editura Teora, 1999.
2. Bologa C. Algoritmi și structuri de date. București: Editura Risoprint, 2006.
3. Popovici P. Structuri de date liniare și arborescente. Timișoara: Editura Eubeea, 2002, reeditare.
4. Giumale C., Negreanu L., Călinoiu S., Proiectarea și analiza algoritmilor. Algoritmi de Sortare. Bucuresti: Editura ALL, 1996.

Opțională:

1. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. Москва: Мир, 1989, 360 с.
2. Cormen Th., Leiserson Ch., Rivest R. Întroducere în Algoritmi, Editura Agora, 2000.
3. Gremalschi A., Bejan V., Țarigradschi S. Structuri dinamice de date. Material didactic. Chișinău: U.T.M.,1998. 65 p.
4. Gremalschi A. Informatică. Manual pentru clasa a 11-a. Ministerul Educației al Republicii Moldova. Chișinău: Î.E.P. Știința, 2014. 192 p.
5. Negrescu L. Limbajele C și C++ pentru începători. V. 1 și 2. Cluj-Napoca: Editura Microinformatica, 1994 (reeditate 2001).
6. Albeanu G. Programarea în Pascal și Turbo Pascal. București: Ed.Tehnică, 1994.
7. Турбо Паскаль 7.0. Издание 3-е, стереотипное. Киев: „ВНУ”, 1996.

Anexa 3. Model de test pentru evaluarea interactivă

Test

Tehnica Divide et Impera

(Căutare binară, metoda de sortare Quick Sort)

1. Varianta iterativă de implementare a tehnicii Divide et Impera este mai ușor de implementat?
 - a. True
 - b. False
2. Care sunt subproblemele pentru algoritmul *Căutare binară*?
 - a. $\text{divimp}(a_p, \dots, a_m)$, $\text{divimp}(a_{m+1}, \dots, a_q)$
 - b. $\text{divimp}(a_1, \dots, a_{m-1})$, (a_m) , și $\text{divimp}(a_{m+1}, \dots, a_n)$
 - c. $\text{divimp}(a_p, \dots, a_{m-1})$, (a_m) , și $\text{divimp}(a_{m+1}, \dots, a_q)$
3. Pentru algoritmul *Căutare binară* există faza de asamblare a soluțiilor?
 - a. NU
 - b. DA
4. Când subprogramul *Cautare* ($p, q: \text{integer}$) va întoarce valoarea true?
 - a. $x < a[\text{mij}]$
 - b. $x = a[\text{mij}]$
 - c. $x > a[\text{mij}]$
5. Dacă se îndeplinește condiția $x < a[\text{mij}]$, atunci subprogramului *Cautare* i se atribuie valoarea:
 - a. true
 - b. *Cautare*($p, \text{mij}-1$)
 - c. *Cautare* ($\text{mij}+1, q$)
6. Avem următoarea situație furnizată de realizarea algoritmului Quick Sort:
 $-3, 0, 4, 7, 9, 1, 2, 5$ $p=3$, $q=7$, $\text{pivot}=2$. Ce se va întâmpla la următoarea etapă?
 - a. $-3, 0, 4, 7, 9, 1, 2, 5$ $p=4$, $q=7$
 - b. $-3, 0, 2, 7, 9, 1, 4, 5$ $p=3$, $q=6$
 - c. $-3, 0, 2, 7, 9, 1, 4, 5$ $p=4$, $q=6$
7. Pentru problema *Căutare binară* cu datele de intrare $a = \{-4, -2, 0, 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 14\}$ și $x=8$, $p=1$, $q=11$ s-a calculat $\text{mij}=6$, $a[\text{mij}]=5$. Care va fi valoarea parametrilor actuali p și q pentru funcția recursivă *Cautare* ($p, q: \text{integer}$) ?
 - a. $p=7$, $q=11$
 - b. $p=1$, $q=8$
 - c. $p=5$, $q=11$

Anexa 4. Test de evaluare sumativă

Tehnici de programare

Test № 1

1. De la tastatură se introduc consecutiv un șir de numere întregi (introducerea șirului se termină cu 0). Să se calculeze cele mai mici două numere pare $a1$ și $a2$ din acest șir. Completați algoritmul cu secvențele lipsă și parcurgeți pas cu pas algoritmul pentru șirul de numere: **2, -6, -12, -4, -13, -8, 1, -6, 7, 12.**

```

înteg a1,a2,n,c
a1←10000; a2←10000; n←10000;
cât timp n<>0
  început
  dacă _____ atunci
    dacă _____ atunci a1←n;
    dacă _____ atunci
      c←a1; a1←a2; a2←c;
  citește n
sfârșit
scrie a1
scrie a2

```

n	$a1$	$a2$	n este număr par	n este mai mic ca $a1$	$a2$ este mai mare ca $a1$
10000	10000	10000	true	false	false
2	10000	2	true	true	true
-6					
-12					
-4					
-13					
-8					
1					
-6					
7					
12					
0, stop					

2. *Problema colorării hărților.* Sunt date n țări, numerotate de la 1 la n , precizându-se relațiile de vecinătate (0-dacă țara i nu este vecină cu țara j ; 1-dacă țara i este vecină cu țara j). Se cere să se determine o posibilitate de colorare a hărții, astfel încât să nu existe țări vecine colorate la fel.

2.1. completați matricea de adiacență pentru exemplul din figura 1;

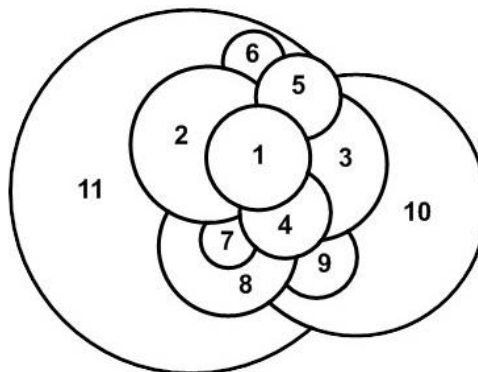


Figura 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
3	1	0	0	1	1	0	0	0	1	<u> </u>	0
4	<u> </u>	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
5	1	1	<u> </u>	<u> </u>	0	1	0	0	<u> </u>	1	1
6	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
7	0	1	0	1	<u> </u>	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	1	<u> </u>	1	0	1
9	0	0	1	1	0	0	0	1	0	<u> </u>	0
10	0	0	1	0	<u> </u>	0	0	0	1	0	0
11	0	1	0	0	1	1	0	<u> </u>	0	0	0

2.2. completați lacunele din program;

2.3. parcurgeți pas cu pas algoritmul dat și scrieți soluția problemei pentru exemplul dat.

```








întreg A[1..50,1..50]
întreg C[1..50]
întreg n,i,j,culoare
logic gasit
citește n
pentru i←1 până la n
    pentru j←1 până la i-1
        început
            citește A[i,j]
            A[j,i] ← _____; {1 lacună}
        sfârșit
C[1] ← ____; {2 lacună}
pentru i←2 până la n
    început
        culoare←1
        repetă
            gasit←false
            pentru j←1 până la i-1
                dacă _____ and culoare=C[j] atunci gasit←true {3 lacună}
                dacă not(gasit) atunci C[i] ←culoare altfel _____; {4 lacună}
            până când not(gasit)
        sfârșit
    pentru i←1 până la n
        scrie 'tara ',i,' culoarea ',C[i];

```

2.4.Conform algoritmului Greedy, descris mai sus, cu câte culori va fi colorată harta?

- a) 3 culori;
- b) 4 culori
- c) 5 culori

d) 6 culori

- Țara 1; culoarea - 
Țara 2; culoarea - 
Țara 3; culoarea - 2 (3 vecin cu 1; 3 nu este vecin cu 2)
Țara 4; culoarea - 
Țara 5; culoarea - 3 (5 vecin cu 1; 5 vecin cu 2 și 3; 5 nu este vecin cu 4)
Țara 6; culoarea - 1 (6 nu este vecin cu 1)
Țara 7; culoarea - 
Țara 8; culoarea - 
Țara 9; culoarea - 1 (9 nu este vecin cu 1 și 7)
Țara 10; culoarea - 
Țara 11; culoarea - 

3. Se consideră un triunghi de numere naturale format din n linii. Prima linie conține un număr, a doua linie - două numere, ... , ultima linie - n numere naturale. Cu ajutorul acestui triunghi se pot forma sume de numere naturale în felul următor:

- se pornește cu numărul din linia 1;
- succesorul unui număr se află pe linia următoare plasat sub el (aceeași coloană) sau pe diagonală la dreapta (coloana crește cu 1).

Se dă triunghiul de numere:

14

3 5

6 8 9

8 2 4 1.

Care este cea mai mare suma care se poate forma astfel și care sunt numerele care o alcătuiesc?

3.1. Care principiu de optimalitate se aplică pentru rezolvarea acestei probleme?

metoda _____

$$\text{a) } C[i, j] = \begin{cases} T[j, i]; i = n; j = \overline{1, n} \\ \max\{T[i+1, j] + C[i+1, j]; T[i+1, j] + C[i+1, j+1]\}; i = \overline{1, n-1}; j = \overline{1, n-1} \end{cases}$$

$$\text{b) } C[i, j] = \begin{cases} T[i, j]; i = n; j = \overline{1, n} \\ \max\{T[i+1, j+1] + C[i+1, j]; T[i+1, j+1] + C[i+1, j+1]\}; i = \overline{1, n-1}; j = \overline{1, n-1} \end{cases}$$

$$\text{c) } C[i, j] = \begin{cases} T[i, j]; i = n; j = \overline{1, n} \\ \max\{T[i, j] + C[i+1, j]; T[i, j] + C[i+1, j+1]\}; i = \overline{1, n-1}; j = \overline{1, n-1} \end{cases}$$

$$\text{d) } C[i, j] = \begin{cases} T[i, j]; j = n; i = \overline{1, n} \\ \max\{T[i, j] + C[i, j]; T[i, j] + C[i+1, j+1]\}; i = \overline{1, n-1}; j = \overline{1, n-1} \end{cases}$$

3.3. Completați pas cu pas matricea C , ce conține sumele maxime care se pot forma cu fiecare număr (matricea T conține triunghiul de numere dat).


```

Stare[0..255],Stare1[0..255] cu elemente de tip mulțime de numere întregi
Citește n
Pentru i←1 până la n
    început
    citește numar[i]
    Stare[i-1]←[]; S[i-1]←0;
    sfârșit
S[numar[1] mod n]←numar[1]
Stare[numar[1] mod n]←[1]
pentru i←2 până la n
    început
    s1←s; stare1←stare;
    dacă S1[numar[i] mod n]<Numar[j] atunci
        s[numar[i] mod n] ← numar[i]
        stare[numar[i] mod n] ← [i]
    pentru j←0 până la n-1
        început
            dacă s1[j]+numar[i]>s[(s1[j]+numar[i]) mod n] then
                s[(s1[j]+numar[i]) mod n]:=s1[j]+numar[i];
                stare[(s1[j]+numar[i]) mod n]:=stare1[s1[j] mod n]+[i] ;
            sfârșit
        sfârșit
    scrie 'Suma este egala cu ',s[0]
    scrie 'Numerele ce o formeaza sunt: '
    pentru j←0 până la 255
        început
            dacă j in stare[0] atunci tipar j,' ',numar[j]
        sfârșit

```

a) structura de date ce se utilizează pentru a memoriza sumele maxime care împărțite la n dau resturile $(0,1,\dots,n-1)$ este $S1[0..255]$ cu elemente de tip mulțime de numere întregi și structura de date ce se utilizează pentru a memoriza mulțimea numerelor care alcătuiesc o astfel de sumă este:

întreg Stare[0..255]

b) structura de date ce se utilizează pentru a memoriza sumele maxime care împărțite la n dau resturile $(0,1,\dots,n-1)$ este întreg $S[0..255], S1[0..255]$ și structura de date ce se utilizează pentru a memoriza mulțimea numerelor care alcătuiesc o astfel de sumă este $Stare[0..255], Stare1[0..255]$ cu elemente de tip mulțime de numere întregi;

c) structura de date ce se utilizează pentru a memoriza sumele maxime care împărțite la n dau resturile $(0,1,\dots,n-1)$ este întreg $Numar[0..255], S1[0..255]$ și structura de date ce se utilizează pentru a memoriza mulțimea numerelor care alcătuiesc o astfel de sumă este $Stare1[0..255]$ cu elemente de tip mulțime de numere întregi;

d) structura de date ce se utilizează pentru a memoriza sumele maxime care împărțite la n dau resturile $(0,1,\dots,n-1)$ este întreg $Numar[0..255], S[0..255]$ și structura de date ce se utilizează pentru a memoriza mulțimea numerelor care alcătuiesc o astfel de sumă este $Stare[0..255]$ cu elemente de tip mulțime de numere întregi.

4.3. Scrie-ți, pas cu pas, cum se completează mulțimea de sumă maximă divizibilă cu n .

Formăm sumele maxime posibile cu elementul **2**:

Tabelul 1

Rest	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
S				
Stare				
S1				
Stare1				

Calcul: $2 \bmod 4=2$

Formăm sumele maxime posibile cu elementul **5**:

Tabelul 2

Rest	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	3
S	0	5	2	7
Stare	[]	[5]	[2]	[2,5]
S1	0	0	2	0
Stare1	[]	[]	[2]	[]

Calcul: $5 \bmod 4=1$; $(5+2) \bmod 4=3$;

Formăm sumele maxime posibile cu elementul **6**:

Tabelul 3

Rest	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
S		13		
Stare			[6]	
S1		5		7
Stare1		[5]		[2,5]

Calcul: $\bmod 4=2$;

Formăm sumele maxime posibile cu elementul **10**:

Tabelul 4

Rest	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
S		21	18	
Stare		[10,6,5]		
S1	8			11
Stare1				[6,5]

Calcul: $\bmod 4=2$;

$S_{\max} =$ _____; numerele care formează suma maximă sunt: _____.

Barem de notare (Test 3)

Itemul 1: se alocă 15 puncte: câte 2 puncte pentru fiecare condiție scrisă corect; câte 1 punct pentru fiecare linie a tabelului completată corect (0,2 puncte pentru fiecare celulă completată corect).

Itemul 2: se alocă 25 puncte: 5 puncte completarea corectă a matricei de adiacență (câte 0,5 puncte pentru fiecare element scris corect); 1 punct dacă a completat corect lacuna 1; 1 punct dacă a completat corect lacuna 2; 2 puncte dacă a completat corect lacuna 3; 2 puncte dacă a completat corect lacuna 4; câte 1 punct pentru scrierea corectă a culorii în care va fi colorată țara i , 1 punct pentru argumentarea corectă a deciziei luate (este vorba de culoarea care a fost selectată pentru țara i); 1 punct pentru încercuiera variantei corecte din subpunctul 2.4.

Itemul 3: se alocă 30 puncte: 1 punct, dacă a răspuns corect la întrebarea din 3.1. (metoda înainte); 5 puncte, dacă a încercuit corect răspunsul la întrebarea din 3.1. (c); câte 1 punct, dacă a completat corect matricile T și C ; câte 0,5 puncte pentru fiecare celulă completată corect începând cu linia: Linia 4 a matricei C este formată din elementele: până la subpunctul 3.4.; câte 1 punct pentru scrierea corectă a răspunsurilor $S_{\max} =$ _____ și Numerele care formează suma maximă _____.

Itemul 4: se alocă 42 de puncte: 1 punct, dacă a răspuns corect la întrebarea din 4.1. (metoda înapoi); 5 puncte, dacă a încercuit corect răspunsul la întrebarea din 4.2. (b); 10 puncte pentru completarea tabelului 1 (câte 0,5 puncte pentru completarea corectă a unei celule din tabel); 1 punct pentru completarea tabelului 2 (câte 0,5 puncte pentru completarea corectă a unei celule din tabel); 7 puncte pentru completarea tabelului 3 (câte 0,5 puncte pentru completarea corectă a unei celule din tabel) și 4 puncte pentru scrierea corectă a calculelor respective (câte 1 punct pentru fiecare calcul de tipul $(5+2) \bmod 4=3$); 7 puncte pentru completarea tabelului 4 (câte 0,5 puncte pentru completarea corectă a unei celule din tabel) și 5 puncte pentru scrierea corectă a calculelor respective (câte 1 punct pentru fiecare calcul de tipul $(5+2) \bmod 4=3$); câte 1 punct pentru scrierea corectă a răspunsurilor $S_{\max} =$ _____ și numerele care formează suma maximă sunt: _____.

Nota	5	6	7	8	9	10
Punctaj	50-63	64-78	79-89	90-102	103-109	110-112

UNIVERSITATEA DE STAT DIN TIRASPOL

Testul Nr. 1

Aprob

Șeful catedrei _____

Pentru examenul la obiectul **Tehnici de programare**

Anul **3,4** grupele **3I, 4FI, 4MI**

facultatea **Fizică, Matematică și Tehnologii Informaționale**

1. (10 puncte) Încercuiți **True** sau **False** pentru următoarea afirmație:

Soluția unei probleme poate fi calculată recursiv într-un timp de calcul $T(n) = 2^n T(n-1)$, adică $T(n) = \Theta((\sqrt{2})^{n^2+n})$. (Se presupune $T(0) = 1$). Să se argumenteze răspunsul selectat. În dependență de justificările făcute de dvs. va fi acordat punctajul.

True **False** (1 punct)

Argumentați.(9 puncte)

2. (35 puncte) Problema *Săritura calului*. Pe o tablă de șah $n \times n$ în colțul din stânga-sus (poziția (1,1)) se află un cal. Un jucător trebuie să efectueze mutări, astfel încât să treacă prin toate pozițiile de pe tabla de șah o singură dată și să ajungă în ultima poziție (n,n) . Se afișeze toate mutările corecte pe care le poate face jucătorul pornind din poziția (1,1). Tabla de șah este liberă, adică nu mai conține alte piese, înafară de cal.

1. Ce tehnică de programare se aplică?

_____ (2 puncte)

2. În care din problemele standard: combinatorica (combinări permutări aranjamente), produs cartezian, submulțimile unei mulțimi poate fi încadrată această problemă?

_____ (3 puncte)

3. Care va fi numărul maxim de nivele completate în stivă pentru $n=5$? (3 puncte)

1. 5

2. 10

3. 25

4. 64

4. Cu ce valori va fi completat ultimul nivel în stivă? ($n=5$)

$k=$ _____ ; $st[k, 1]=$ _____ ; $st[k, 2]=$ _____ ; (3 puncte)

5. Scrieți două condiții de validate pentru problema *Săritura calului*. (12 puncte)

6. Dacă se cunosc mutările posibile ale unui cal (figura 1), continuați să completați structura de date care reține aceste mișcări. (8 puncte)

linie	coloană
m[1,1]:=-2;	m[1,2]:=1
m[4,1]:=2	
	m[7,2]:=-2

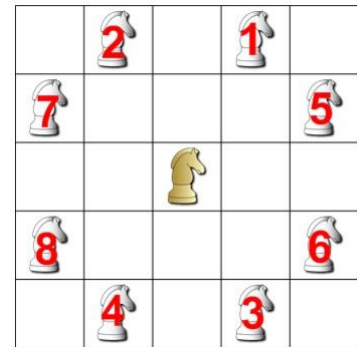


Figura 1.

7. Să se completeze, în stivele de mai jos, nivele 3 și 4 cu valori valide dacă se cunosc mutările posibile ale unui cal (figura 1), pentru $n=5$. (4 puncte)

nivelul 4				
nivelul 3				
nivelul 2	3	2	2	3
...	nivelul 1	1	1	...

3. (30 puncte) Problema *Perechi de numere*: Se dă o pereche de numere de forma (a,b) asupra căreia pot fi efectuate următoarele operații:

1. $(a,b) \rightarrow (a-b,b)$; 2. $(a,b) \rightarrow (a+b,b)$; 3. $(a,b) \rightarrow (b,a)$. Dându-se valorile (a,b) , să se afișeze numărul minim de operații care trebuie efectuate pentru a ajunge la perechea (c,d) , dacă acest lucru este posibil, sau să se afișeze „Nu se poate”, dacă acest lucru nu este posibil. Numerele a,b,c,d sunt naturale.

De exemplu, fie $(a,b)=(4,5)$ și $(c,d)=(5,1)$. Obținem:

Operația 1. $(4,5) \rightarrow (5,4)$ (s-a efectuat operația 3);

Operația 2. $(5,4) \rightarrow (1,4)$ (s-a efectuat operația 1);

Operația 3. $(1,4) \rightarrow (4,1)$ (s-a efectuat operația 3);

Operația 4. $(4,1) \rightarrow (5,1)$ (s-a efectuat operația 2).

Deci, numărul minim de operații este 4.

1. Ce tehnică de programare se aplică? (2 puncte)

2. Ce algoritm cunoscut se utilizează pentru rezolvarea acestei probleme? (2 puncte)

a. Algoritmul lui Dijkstra; 2. Algoritmul lui Lee; 2. Algoritmul Roy-Floyd.

3. Completați matricea pentru datele de intrare $(a,b)=(2,3)$ și $(c,d)=(2,1)$. Indicați numărul maxim de operații necesare. (11 puncte)

i\j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...	100
0														
1														
2														
3			1											
4														
5														
6														
7														
8				2										
9														
10														
11				3										
...														
100														

Lee [c, d] = _____

4. Completați programul cu secvențele care lipsesc. (15 puncte)

```

Program pereche;
uses crt;
const n_inf=-1;max=100;
var _____ (1 lacună)
op,i,j,a,b,c,d:integer;
transformare:boolean;

Function Neselectat(i,j:integer):boolean;
begin
  if (i in [1..max]) and (j in [1..max]) and (Lee[i,j]=n_inf)
    then Neselectat:=true else Neselectat:=false;
end;

Procedure Selectat(i,j:integer);
begin
  Lee[i,j]:=op+1; transformare:=true;
end;

```

Begin

```
clrscr;
write(' (a,b)='); readln(a,b);
write(' (c,d)='); readln(c,d);
for i:=1 to max do
  for j:=1 to max do Lee[i,j]:=n_inf;

Lee[a,b]:=0; op:=0; transformare:=true;
while transformare do
begin
  transformare:=false;
  for i:=1 to nmax do
  for j:=1 to nmax do
    if _____ then (2 lacună)
    begin
      if Neselectat(i-j,j) then Selectat(i-j,j);
      if Neselectat(i+j,j) then Selectat(i+j,j);
      _____ (3 lacună)
      if Lee[c,d]<>n_inf then
      begin
        i:=max; j:=max; transformare:=false;
      end;
    end;
  op:=op+1;
end;
if _____ then writeln('Nu se poate') (4 lacună)
  else writeln('Sunt necesare ',Lee[c,d],' operatii');
readkey;
```

End.

Variante de răspuns pentru lacuna 2: Lee[j,i]=op Lee[i,j]=op Lee[c,d]=op Lee[a,b]=op	Variante de răspuns pentru lacuna 4: Lee[c,d] =100 Lee[i,j] =n_inf Lee[c,d] =n_inf Lee[a,b] =n_inf
--	--

4. (25 puncte) Se dă matricea $A[1..m,1..n]$ de tip întreg, ($1 \leq m, n \leq 50$). Aplicând tehnica Divide et Impera scrieți un program pentru determinarea elementului maxim din fiecare linie a matricii date. Datele de intrare se citesc de la tastatură, iar datele de ieșire se afișează la ecranul monitorului.

3 decembrie 2015

Examinator _____

Barem de notare

Itemul 1. (10 puncte) Se va acorda 1 punct dacă a încercuit corect și 9 puncte pentru argumentarea corectă a răspunsului selectat.

Itemul 2. (35 puncte)

2.a. 2 puncte; **2.b.** 3 puncte, **2.c.** 2 puncte;

2.d. 3 puncte (câte 1 punct pentru fiecare valoare completată corect)

2.e. 13 puncte: 1 punct dacă a atribuit corect valoarea inițială funcției `Valid`; 6 puncte dacă a ascris corect condiția logică pentru primul `if`; 6 puncte dacă a ascris corect condiția logică pentru al doilea `if`.

2.f. 8 puncte; **2.g.** 4 puncte.

Itemul 3. (30 puncte)

3.a. 2 puncte

3.b. 2 puncte

3.c. 11 puncte: câte 1 punct pentru fiecare calcul efectuat corect (completarea unei celule a tabelului sau calcularea unui element a vectorului `Lungime`); 1 punct pentru completarea corectă a valorii `max=_____` sau `Lee [c, d]=_____`.

3.d. 15 puncte: 3 puncte pentru lacuna 1; câte 4 puncte pentru lacunile 2,3,4.

Itemul 4. (35 puncte) Se acordă 10 puncte dacă a scris corect numai funcția recursivă pentru calcularea elementului maxim (minim) dintr-un șir de numere;

35 puncte pentru scrierea corectă a algoritmului (program, pseudocod, schemă logică): 5 puncte se acordă pentru definiția corectă a structurilor de date utilizate; 5 puncte pentru citirea datelor; 5 puncte pentru afișarea datelor; 10 puncte dacă a scris corect funcția recursivă pentru calcularea elementului maxim (minim) dintr-un șir de numere; 10 puncte pentru calcularea elementului maxim (minim) din fiecare linie (coloană).

Nota	5	6	7	8	9	10
Punctaj	40-54	55-64	65-74	75-84	85-94	95-100