

Problema Formării Conceptelor și Prototipurilor în Manualul Electronic la Chimie

Elena Railean¹, Felix G. Hamza –Lup²

**(1) Universitatea de Stat din Moldova
Str. Mateevici, 30, MD 2009, MOLDOVA**

E-mail: raileanu@usm.md

**(2) Armstrong Atlantic State University
Savannah, GA 31419, USA**

E-mail: Felix.Hamza-Lup@armstrong.edu

Abstract

Formarea conceptelor și prototipurilor constituie o problemă în învățarea chimie. Această problemă, cât și posibila soluție rezultă din investigarea psihopedagogică a procesului informatizat de formare a cunoștințelor. În această lucrare este realizată o investigație teoretică suplinită prin experimentarea rolului resurselor video, animației și a tehnologiilor 3D în procesul de elaborare a cadrelor informaționale a manualului electronic la chimie.

Cuvinte –cheie: manual electronic, concepte, tehnologii de informare și comunicație, tehnologii 3D, structuri cognitive

1. Introducere

Manualul electronic constituie o resursă de învățământ de tip nou, o formă alternativă de tip deschis care oferă instruitului mai multe surse de informații, un sistem adaptiv și personalizat. În învățare, în dependență de tipologia manualelor electronice, sunt realizate diverse funcții: de informare, de cogniție, de sistematizare, de integrare, instructiv – dezvoltativă și de autoreglare.

Problema formării structurilor cognitive este de natură psihopedagogică [1-6]. Calitatea unor astfel de structuri determină probabilitatea comprehensiunii celor învățate (nivelul II după taxonomia lui Bloom) și, respectiv a depozitării eficiente a datelor în memoria de lucru cu scopul aplicării (nivelul III după taxonomia lui Bloom).

Din punct de vedere compozițional, structurile cognitive includ scheme cognitive, concepte, prototipuri, imagini și simboluri. Astfel, pentru a scrie corect o ecuație de electroliză instruitul aplică *schema cognitivă* “reacție chimică”, *conceptele* element chimic, ecuație a reacției chimice, simbol chimic, *prototipul* ecuația reacției de electroliză de un anumit tip, *imaginile* de celulă electrolitică și proces electrolitic și *simbolurile* elementelor chimice cunoscute.

Schemele cognitive au cel mai înalt grad de organizare și pot fi considerate generatoare pentru scenariile cognitive. Fiind rezultante din totalitatea: concepte, prototipuri, imagini și simboluri se evidențiază problema identificării interdependențelor dintre structurile cognitive *a priori* și cele “proiectate” în cadrele informaționale în raport cu caracterul abstractizat și complex al conceptelor. În

“schemele cognitive conceptul reprezintă un instrument de interpretare sau de judecată; un răspuns comun la o clasă de fenomene ai cărei membri manifestă câteva trăsături comune; procesul ce reprezintă asemănările unor obiecte, situații, evenimente, ...produse ale raționamentelor; un fapt particular ridicat la rangul de fapt general; o imagine simplificată, scheletică, redusă la trăsăturile esențiale ale obiectului desemnat”[1, p.241], prototipul constituie “un exemplu de gândire implicită, amplasându-se în mersul cunoașterii între percepție și gândire”[*ibidem*, p.248]. Imaginile și simbolurile au rolul de a completa prin conținut grafic schema cognitivă.

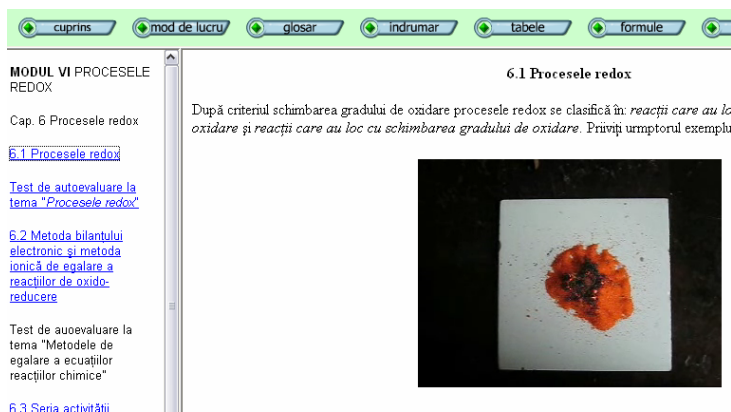
În învățarea chimiei este important de a forma conceptele: element chimic, ecuație chimică, simbol chimic în raport cu prototipurile elementelor, ecuațiilor și simbolurilor chimice și cu imaginile respective. Astfel, schemele cognitive vor include concepte, prototipuri, simboluri și imagini ca generatoare de structuri cognitive complexe.

2. Manualul electronic “Chimia”

Chimia este o disciplină care, învățată prin metode tradiționale, prezintă dificultăți în formarea structurilor cognitive și, în special, în comprehensiunea conceptelor și a prototipurilor. Posibil prin aceasta se explică existența unui număr mare de manuale electronice la chimie portate pe Web.

Polat (2004, p.390-398) observă că eficacitatea unor astfel de resurse este mică datorită utilizării nomenclaturii învechite, scrierii incorecte a definițiilor, exagerării volumului cadrelor informaționale, etc. Cu toate că în unele cazuri cadrele sunt completate cu modele tridimensionale interactive, ilustrate prin grafice statice, înregistrări video, multiplicări animate, fragmente din filme care nu în toate cazurile este justificată, dirijarea independentă a procesului de învățare în mare majoritate practic lipsește, sistemul de exerciții și sarcini fiind direcționat spre crearea “situației de succes”. Dificultatea psihopedagogică a unor astfel de medii constă în procesul de formare a conceptelor și prototipurilor.

O posibilă soluție este algoritimizarea (figura 1).



The screenshot shows a web-based interface for an electronic manual. At the top, there is a navigation bar with buttons for 'cuprins', 'mod de lucru', 'glosar', 'indrumar', 'tabele', and 'formule'. The main content area is titled '6.1 Procesele redox'. Below the title, there is a paragraph of text explaining the classification of redox reactions based on the change in oxidation state. To the right of the text, there is a video frame showing a chemical reaction, likely the oxidation of iron, with a bright orange-red substance forming on a dark surface. On the left side of the interface, there is a sidebar with a table of contents for 'MODUL VI PROCESELE REDOX', including 'Cap. 6 Procesele redox', '6.1 Procesele redox', '6.2 Metoda bilantului electronic și metoda ionică de egalare a reacțiilor de oxido-reducere', and '6.3 Seria activității'.

Figura 1. Utilizarea resurselor video în reprezentarea conceptului “processe redox”

3. Rolul sarcinilor semnificative în formarea schemelor cognitive

Probabilitatea formării schemelor cognitive depinde de motivația internă [9]. Motivația poate fi amplificată prin acordarea posibilității de a atașa independent resursele înregistrate sau filmate în procesul soluționării sarcinilor semnificative. Cu acest scop informația grafică va fi redactată independent în Adobe PhotoShop sau Paint Shop Pro, informația audio – în Sound Forge, informația video – în Ulead Video Studio sau ABC VideoRoll. Resursele personalizate ar putea fi atașate la sistemul de management educațional, spre exemplu Moodle, obținându-se, astfel, o diversitate de imagini personalizate a imaginilor incluse în cadrele informaționale prin formatele GIF, JPEG, XPM, XBM, BMP și TIFF. O astfel de metodologie este bazată pe ipoteza eficacității învățării virtuale prin “implicarea activă a instruitului în soluționarea sarcinilor semnificative”[10]. Explicația este focalizarea atenției asupra informației semnificative, datorită că “un material semnificativ se memorează mult mai bine decât un altul puțin sau puțin semnificativ”[1, p.377], „evenimentele cu caracter personal se rețin mai mult timp decât cele neutre, impersonale”[*ibidem*, p.389].

4. Rolul imaginilor în procesul de formare a schemelor cognitive

Știința cognitivă acordă o semnificație deosebită imaginilor. Zlate (2004) constată, că în procesul de encodare a datelor externe, creierul transformă informația în imagini sau în unități cu sens. Precizăm că acest fapt este adevărat pentru cazul când creierul conține prototipul imaginii respective și că anume aceste copii pot fi dublate, rotite etc.

Imaginea unui fenomen sau a unui obiect real este mai bine întipărită în memorie comparativ cu descrierea lingvistică a aceluiași fenomen sau obiect. Această realitate este adevărată și pentru conținuturile informaționale ale manualelor tradiționale, completate cu informație grafică, de cele mai multe ori în formatul alb - negru. Soluția problemei formării conceptelor prin intermediul manualului electronic constă în posibilitatea tehnologică de a stabili interdependențe între semnificația informației pentru instruit, implicarea activă a instruitului în manipularea cu obiectul real prin redimensionarea și reamplasarea formei obiectului. Astfel, în manualul electronic la chimie conceptul de minereu este prezentat sub formă de imagini grafice filmate în Laboratorul Catedrei de Științe ale Solului, Geologie și Geografie (figura 2).

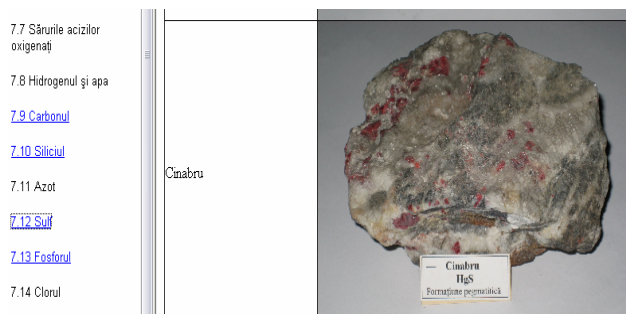


Figura 2. Reprezentarea conceptului „minereu de sulf” prin imagini reale și dinamice

5. Rolul animației în procesul de formare a conceptelor

Tehnologiile multimedia, în special animația creează momente psihologice care contribuie la perceperea și memorarea materialului. Pentru producerea animației a fost utilizată tehnologia Flash MX. Din punct de vedere psihopedagogic efectul cognitiv al animației constă în reducerea încărcăturii cognitive a memoriei de lucru. Burman (2008) cu referință la Norman (1997) constată că “reprezentarea perceptuală și spațială este mult mai naturală și din aceste considerente este preferată mai mult decât reprezentarea non-perceptuală, non –spațială, dar numai atunci când interdependența dintre ce este reprezentat și ce este real constituie analogia dintre percepția mediului real și spațial”. Din aceste considerente în elaborarea animației imaginile grafice pot fi desenate, dar, de câte ori este posibil, - fotografiate(figura 3).

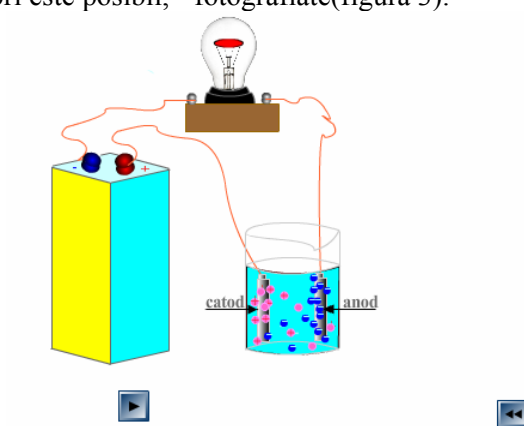


Figura 3. Animația “Deplasarea ionilor în câmpul electric”

În elaborarea animației este important de a deosebi între *cunoștințele care implică animație* (când mișcarea este crucială pentru comprehensiunea celor învățate) și *cunoștințe cu accent pe animații* (când mișcarea nu constituie o parte a contextului de a fi învățat, dar este utilizată cu scopul de a atrage atenția la unele aspecte a conținutului)[11]. Primul caz este reprezentat în figura 3, iar al doilea în figura 4.

În topitură clorura de sodiu disociază în ioni mobili de Na^+ și Cl^- . La trecerea curentului electric ionii pozitivi de sodiu sunt atrași de c proces de adiție a unui electron ($\text{Na}^+ + e^- = \text{Na}$). Ionii negativi de clor migrează spre anod, cedează câte un electron și se transformă î

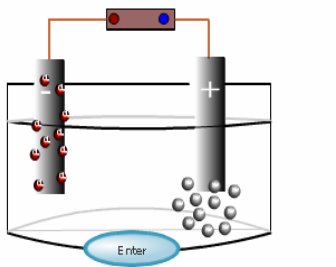
	<p>Atomii liberi de clor sunt instabili și se unesc câte doi. În rezultat are loc un proces de degajare a clorului molecular.</p> $2\text{Cl}^- - 2e^- \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$
---	--

Figura 4. Animația “Electroliza topiturilor” inclusă în contextul instructiv

6. Specificul elaborării reprezentărilor 3D interactive: tehnologii

Tehnologiile 3D Web reprezintă un factor important în formarea abilității spațiale. Imaginile 3D și, în special animațiile 3D, permit stimularea instruiților în comprehensiunea celor reprezentate conceptual. Unul dintre primele standarde pentru schimbul informației în format 3D pe Internet este VRML (Virtual Reality Modeling Language). Un nou standard care aplică concepte din VRML, însă este mult mai superior din punct de vedere tehnologic, este Extensible 3D sau X3D [13]. Fișierele X3D conțin linii de cod ce descriu un mediu virtual 3D. Pentru a vizualiza conținutul X3D grafic online, în browser-ul current se instalează un plug-in special. Majoritatea dezvoltatorilor de plug-in-uri X3D oferă aceste componente software gratis sau pentru o taxa rezonabilă se pot obține licențe software. Un exemplu de X3D plug-in, extrem de robust, este BitManagement Contact X3D player [14].

De obicei, plug-inul X3D este echipat cu un set de funcții de bază pentru a facilita navigația utilizatorului în mediul virtual 3D. Deși folositoare, aceste funcții doar ajută la navigarea în mediul virtual, dar nu permit modificarea componentelor acestui mediu. Standardul X3D este cel care permite modificarea dinamică și interacțiunea cu obiectele 3D din scenă. Sunt mai multe alternative pentru implementarea simulatoarelor X3D. În următoarele paragrafe discutăm avantajele și dezavantajele unui mediu de simulare complet implementat în X3D și o alternativă, unde funcționalitatea este implementată cu HTML și funcții JavaScript. Exemple de aplicații folosind aceste metode sunt descrise în [12].

6.1 Interfețe grafice utilizator create în X3D

În interfețele grafice utilizator create în X3D întreaga funcționalitate este inclusă în X3D fiind imposibil de a controla din exterior conținutul. Pentru a efectua schimbări radicale în aplicație, trebuie modificat fișierul care conține modelul 3D. După înlocuirea fișierului X3D cu noua versiune, scena X3D trebuie reactualizată din browser. Acest stil de organizare corespunde în mare măsură cu interacțiunea de tip client - server pe WEB. Utilizatorul completează un formular HTML cu date, și apasă butonul "Trimite" pentru a cere un răspuns din partea serverului.

Modelele tridimensionale proiectate în X3D introduc noi avantaje pentru interacțiunea utilizatorului cu interfața grafică. De exemplu, controlul volumetric, implementat cu ușurință în X3D, facilitează simularea comportamentului obiectelor în 3D. O multitudine de alte componente pot fi manipulate de către utilizator prin simple operații: click, dragging, rotire, sau acționând asupra obiectelor prin intermediul unui sistem de senzori special creați. Posibilitatea de a insera scripturi în X3D accentuează interactivitatea interfeței grafice, permițând programatorilor să implementeze meniuri interactive care îndeplinesc cerințe specifice unor anumite task-uri. Potențialul de a crea interfețe utilizator în 3D și de a organiza informația în a treia dimensiune este enorm.

6.2 Interfețe grafice utilizator create cu HTML și JavaScript

O metodă diferită de a îmbunătăți interactivitatea interfeței utilizator este implicarea unor unelte exterioare care să comunice eficient cu scena grafică realizată în 3D. Exemple de astfel de utilități sunt HTML și JavaScript. În interfețele grafice bazate pe HTML și JavaScript, majoritatea interacțiunilor cu utilizatorul se realizează cu ajutorul funcțiilor JavaScript, în timp ce HTML servește ca mediu de operare pentru aceste script-uri. În JavaScript este totuși destul de dificilă codificarea componentelor GUI neconvenționale, care reprezintă dinamica obiectelor virtuale din scena 3D. Problemele apar, în special, datorită browser-ului care nu suportă funcțiile ce depășesc facilitățile oferite de widgeturile HTML uzuale. Din acest motiv, implementarea unei interfețe utilizator puternice și flexibile necesită includerea pe lângă obiectele HTML tradiționale a unor noi funcționalități atașate prin intermediul codului JavaScript.

Însă, cu toate că interfața utilizator este programată prin funcții JavaScript, scena grafică 3D păstrează încă funcționalitățile implementate în scripturile din X3D. Browser-ul și mediul X3D comunică prin intermediul apelurilor reciproce de funcții. Browser-ul web consideră scena virtuală un obiect al documentului HTML ce conține un număr de funcții publice. Diferiți dezvoltatori de plug-in-uri pentru X3D oferă seturi proprii de astfel de funcții. Răspunsul din partea X3D este creat prin injecție dinamică de cod JavaScript. Conținutul vizual și interfața HTML/JavaScript sunt ambele sincronizate automat, astfel încât actualizarea manuală nu este necesară. Încercarea de a realiza sincronizarea manuală poate genera un consum considerabil din capacitatea procesorului, deoarece acest proces implică apeluri permanente între medii.

7. Interpretarea cognitivă a comprehensiunii conceptului de electroliză

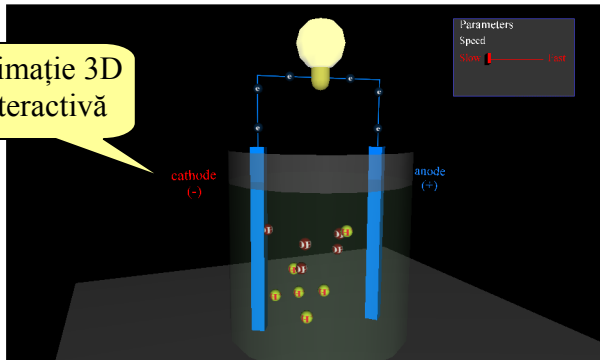
Procesul de electroliză constituie un concept dificil de a fi înțeles în chimie. Dificultatea psihopedagogică a formării schemei cognitive care îl include rezultă din imposibilitatea de a stabili concordanțe reale dintre conceptele *a priori* și cele prezentate în interacțiunea informație textuală – utilizator. O posibilă soluție este utilizarea tehnologiilor multimedia și, în special, a animației. Problema constă în necesitatea de a aplica scenariile sau operațiuni cognitive, fapt care necesită un efort cognitiv considerabil din partea instruitului. După cum constată Olubunmi și Adesope (2007) “din punct de vedere teoretic inteligența umană este flexibilă și adaptivă, dar extrem de limitată fără utilizarea ajutorului extern”. Din aceste considerente utilizarea artefacturilor virtuale contribuie la obținerea reprezentărilor. Reprezentările tridimensionale sunt importante datorită faptului că permit funcționarea memoriei în absența efortului cognitiv din parte instruitului. Astfel, „când aplicăm un artefact cu scopul de a realiza o sarcină ca necesitate de a face apel la reprezentare, se realizează medierea dintre utilizator și mediul în execuție (între acțiuni și schimbările rezultate în mediu) și percepție (între schimbările în mediu și interpretarea stării lucrurilor)”[15].

În acest studiu prin reprezentările 3D a fost proiectat și creat un artefact. Figura 5 și 6 reprezintă o pagină Web care conține o aplicație 3D. Fereastra include un conținut interactiv X3D navigat prin utilizarea mouse-ului.

Experiment 1. Într-un vas cu apă distilată se introduc doi electrozi, electrozii se unesc la poli unei surse de curent continuu: În circuit se intercalează un bec electric. Becul nu se aprinde.
 Experiment 2. Electroliza clorurii de sodiu
 Experiment 3. Electroliza apei

Stop Reset

Animație 3D interactivă



Găritină negativă de la catod creează o presiune electrică ce împinge electronii în apă. Anodul este încărcat pozitiv și de aceea are tendința de a accepta electroni. Pentru că apa nu este un foarte bun conductor, moleculele de apă de lângă catod se divid în ioni de hidrogen încărcat cu sarcină pozitivă, și ioni de hidroxid încărcat cu sarcină pozitivă.

$$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$$

H+ este acum liber să culeagă electroni (e-)de la catod (care încarcă să doneze electroni), și să devină un atom de hidrogen neutru din punct de vedere electric.

$$\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{H}$$

Acest atom de hidrogen întârzie un alt atom de hidrogen și formează o moleculă gazoasă de hidrogen. Această moleculă fiind gazoasă se îndreaptă spre suprafață.

$$\text{H} + \text{H} \rightarrow \text{H}_2$$

Între timp, anodul pozitiv a determinat ionul de hidroxid încărcat negativ să se deplaseze către anod. Anodul elimină electronul în plus pe care hidroxidul l-a furat de la atomul de hidrogen la divizarea moleculei de apă. Ionul de hidroxid se recombina cu alte trei molecule de hidroxid pentru a forma o moleculă de oxigen și două molecule de apă. Molecula de oxigen este foarte stabilă, și se îndreaptă spre suprafață.

$$4 \text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$$

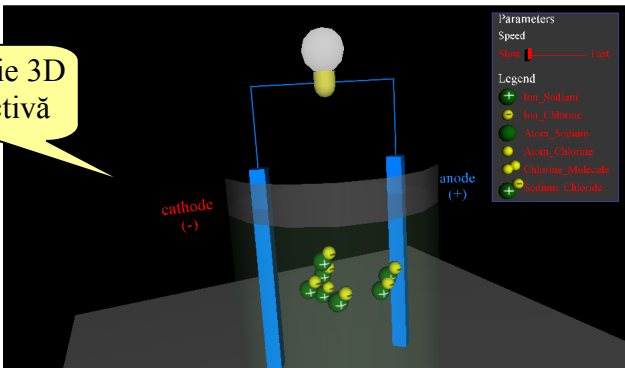
Figura 5. Artifacts 3D interactiv “Electroliza apei”

În mod similar este programat artifactul “Electroliza clorurii de sodiu”

Experiment 1. Într-un vas cu apă distilată se introduc doi electrozi, electrozii se unesc la poli unei surse de curent continuu: În circuit se intercalează un bec electric. Becul nu se aprinde.
 Experiment 2. Electroliza clorurii de sodiu
 Experiment 3. Electroliza apei

Start Reset

Animație 3D interactivă



Într-un vas cu soluție de NaCl se introduc doi electrozi, electrozii se unesc la poli unei surse de curent continuu. În circuit se intercalează un bec electric. Becul se aprinde.

Explicație. Soluția de NaCl conține ioni pozitivi de Na+ și ioni negativi de Cl-:

$$\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$$

Atâta timp cât soluția nu este supusă acțiunii câmpului electric ioni au mișcări dezorientate. Electrozii unși la o sursă de curent creează forțe de atracție asupra ionilor de semn contrar. Mișcarea dezorientată a ionilor se transformă în mișcare orientată. Ioni negativi de clor, numiți anioni, se îndreaptă spre polul pozitiv, unde cedează un electron și se transformă în atomi de clor. Atomi de clor se unesc câte doi formând molecula de clor (Cl2), care fiind un gaz se degajă.

$$2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$$

Între timp, ioni pozitivi de sodiu, numiți anioni, se îndreaptă spre catod unde acceptă câte un electron și se transformă în atomul de sodiu, care se depune la catod deoarece este o substanță solidă.

$$2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na} + \text{Cl}_2$$

Figura 6. Artifacts “Electroliza soluției de clorură de sodiu”

8. Concluzii

Elaborarea reprezentărilor prin imagini grafice interactive reale, animații și artifacturi 3D reprezintă soluțiile problemei psihopedagogice de formare a schemelor cognitive ca interdependențe dintre concepte și prototipuri. O astfel de conceptualizare permite argumentarea, o dată în plus, rolului tehnologiilor de informare, comunicație și multimedia în procesul de formare a personalității adaptabile la mediul informațional ascendent afectat de globalizare.

9. Mulțumiri

Dorim să aducem sincere mulțumiri grupurilor de cercetare NEWS (Network Enabled WorkSpaces) de la Universitatea Armstrong Atlantic, Georgia, SUA, în special studenților Simona Clapan și Ivan Sopin, pentru ajutorul acordat în implementarea simulatoarelor X3D și studenților de la facultatea de Matematică și Informatică a Universității de Stat din Moldova, în special Pușcaș Anna pentru crearea și testarea imaginilor animate și Zadoinov Dmitrie pentru fotografierea și prelucrarea imaginilor fotografice digitale.

Referințe bibliografice

1. Zlate M., *Psihologia mecanismelor cognitive*, Editura Polirom, Iași, 2004
2. Sălăvăstru D., *Psihologia educației*, Editura Polirom, Iași, 2004
3. Bhattacharya, K. & Han, S. (2001). Piaget and cognitive development. M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*, <http://www.coe.uga.edu/epltt/piaget.htm>
4. Gaonac'h D., *Memorie și funcționare cognitivă. Memoria de lucru.*, Editura Polirom, Iași, 2002
5. Malin Torin, *Procese cognitive*, Editura Tehnică, București, 1999
6. Miclea Mircea, *Psihologie cognitivă. Modele teoretico-experimentale*, Editura Polirom, Iași, 2003
7. Bespalco B.P. Parametri și criteriile de diagnosticare a scopurilor (în Rusă), *Образовательные технологии*, N1, 2007, стр. 19-34
8. Polat E.C., Buharkina M.Iu., Moiseeva M.V., *Theorie și practică în instruirea la distanță* (în Rusă), M: Academy, 2004
9. Talizina N.F., *Pedagogicescaia psihologia*. (în Rusă)- M: Академия, 2003
10. Wuency K.L., Shanzaz Aziz, Erol Ozan et al., *Pedagogical Characteristics of Online and Face to Face Claseses*, *International Journal of International Learning*, 2008, 7(3), 523-532.
11. Burman, L. & Dahlbäck, N. (2008). Knowledge Carrying and Knowledge Emphasizing Animations - A Useful Distinction when Developing Educational Software. In *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2008* (pp. 1228-1233). Chesapeake, VA: AACE
12. Hamza-Lup, F.G. and I. Sopin (2008) "Haptics and Extensible 3D in Web-Based Environments for e-Learning and Simulation", 4th International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST), May 4-7, Funchal, Madeira, Portugal.
13. X3D, 2008, <http://www.web3d.org/x3d/>
14. BitManagement, 2008, <http://www.bitmanagement.com/>
15. Olubunmi, S. & Adesope, O. (2007). Using Cognitive Artifacts for Learning. In C. Montgomerie & J. Seale (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2007* (pp. 2960-2965). Chesapeake, VA: AACE.