

Evaluarea valorii motivaționale a unui sistem de realitate îmbogățită destinat învățării biologiei

Dragoș Daniel Iordache

ICI București
Bd. Mareșal Averescu nr.8-10, București
iordache@ici.ro

Costin Pribeanu,

ICI București
Bd. Mareșal Averescu nr.8-10, București
pribeanu@ici.ro

REZUMAT

Dezvoltarea tehnologiilor de realitate îmbogățită (Augmented Reality - AR) creează noi oportunități și provocări pentru proiectanții de sisteme e-learning. Un scop important al acestor noi platforme este amplificarea motivației de a învăța a elevilor. Această lucrare prezintă o evaluare a valorii motivaționale a unui scenariu AR de învățare a biologiei. După testarea cu utilizatori, au fost colectate date cantitative și calitative care măsoară valoarea educațională și cea motivațională a scenariului de învățare. În timp ce validitatea rezultatelor este susținută de comparația dintre cele două tipuri de măsuri, măsurile calitative oferă și o descriere detaliată a experienței de învățare a utilizatorului.

Cuvinte cheie

Soft educațional, realitate îmbogățită, experiența utilizatorului, testarea cu utilizator, evaluarea formativă a utilizabilității.

Clasificare ACM

H.5.1 [Information Interfaces and Presentation]:
Multimedia

Information Systems - Artificial, augmented, and virtual realities.

INTRODUCERE

Dezvoltarea rapidă în ultimul deceniu a tehnologiilor de AR creează noi provocări pentru proiectanți în multe domenii cu aplicabilitate precum medicină, educație, divertisment și industrie. Este un fapt recunoscut că sarcina de a proiecta pentru utilizabilitate în domeniul AR nu este ușoară, atât datorită lipsei unor metode specifice de proiectare centrată pe utilizator, cât și a datelor de utilizabilitate [1], [2], [7], [17].

Aceste aplicații creează un nou tip de experiență a utilizatorului (user experience - UX), bazată pe integrarea în același spațiu de interacțiune a realului și a virtualului. Experiența utilizatorului este de asemenea influențată de oportunitățile create prin aplicarea într-un domeniu dat. În ultimii ani există un interes crescut pentru folosirea noilor tehnologii în e-learning datorită potențialului acestora de a crește motivația elevilor de a învăța.

Aducerea diferitor obiecte din viața reală într-un mediu computerizat crește complexitatea interacțiunii om-calculator și determină necesitatea dezvoltării unor tehnici potrivite de interacțiune. Pentru a preîntâmpina problemele de utilizabilitate, componentele interactive ale sistemului AR trebuie testate cu utilizatori în faza incipientă a procesului de dezvoltare.

În două lucrări anterioare au fost descrise rezultatele evaluării formative a două scenarii de învățare bazate pe AR, pentru biologie și chimie, care au fost dezvoltate în cadrul proiectului european de cercetare ARiSE (Augmented Reality in School Environments) [10], [18]. Într-o altă lucrare a fost analizată valoarea educațională și motivațională a scenariului de chimie [19].

Scopul acestei lucrări este să prezinte și să analizeze rezultatele obținute în evaluarea formativă a scenariului de biologie din perspectiva valorii motivaționale. În acest sens, ne vom concentra atenția asupra itemilor legați de atitudinea față de sistem, precum și pe aspectele pozitive menționate de elevi, aspecte ce descriu experiența lor de învățare vizavi de platforma aflată în discuție.

Restul lucrării este organizat după cum urmează. În următoarea secțiune vom descrie pe scurt unele lucrări din domeniu care se concentrează pe experiența utilizatorului și pe abordările constructiviste ale învățării. În secțiunea 3 vom descrie cadrul de lucru metodologic în care s-a făcut evaluarea. Apoi vom prezenta și compara rezultatele cantitative și calitative ale evaluării care sunt legate de valoarea motivațională a scenariului de învățare. Lucrarea se încheie cu o secțiune de concluzii și direcții de continuare.

EXPERIENȚA UTILIZATORULUI ÎN E-LEARNING

După cum se arată în [13], [14], UX este un subiect de cercetare în expansiune din domeniul HCI. În cadrul modelului său, Marc Hassenzahl [8] face diferența între două tipuri de attribute care conferă caracterul unui produs: pragmatice (cele legate de utilitate și utilizabilitate) și hedoniste (cele asociate cu starea de bine și cu plăcerea). Atractiv, incitant și interesant sunt attribute hedonice tipice.

Gilbert Cockton realizează o abordare pragmatică a evaluării experienței utilizatorului și susține ideea că UX își are bazele într-o formă de valoare intenționată a fi atinsă. Un context anume de utilizare scoate în evidență valori specifice ale domeniului aplicației. De aceea, măsurătorile trebuie interpretate în concordanță cu valoarea dobândită care se dorește a fi evaluată [3].

În mod tradițional, există două abordări principale în ceea ce privește procesul de instrucție: abordarea centrată pe curriculum și constructivismul. Cea de-a doua oferă o bază validă și de încredere pentru o teorie în diferite medii e-learning unde provocarea pentru proiectanți este implementarea unei învățări active, colaborative și autentice[12].

Constructivismul social privește fiecare persoană care învață drept un individ unic cu nevoi și background-uri unice, și îl încurajează să ajungă la propria versiune despre adevăr, fiind influențat de background, cultură sau viziunea asupra lumii. În acest sens, procesul de învățare are loc atunci când elevul este capabil să construiască modele conceptuale care coincid atât cu ceea ce el înțelege deja, cât și cu noul conținut. Pentru a asigura adaptarea cu succes a cunoștințelor vechi la o nouă experiență de învățare, trebuie să se ofere o direcție flexibilă de învățare [20], precum și posibilitatea de a oferi celor care studiază controlul asupra procesului de transfer al cunoștințelor [16].

O idee cheie legată de natura persoanei care învață privește nivelul și sursa motivației învățării. Motivația este un factor important în educație și se consideră că un nivel optim al motivației reprezintă o condiție obligatorie către succes. Invers proporțional, există o probabilitate mare ca învățarea să nu aibă succes atunci când motivarea lipsește [9]. Un mod de a crește motivația celor care studiază este integrarea jocurilor educative care fac procesul de învățare mai plăcut și mai ușor de abordat [7], [15].

Încă din 1981, Malone a identificat un set de euristici pentru a crea interfețe cu utilizatorul plăcute: provocarea, fantezia și curiozitatea [15]. Aceste trăsături au fost considerate de către Holzinger et al. [9] caracteristici esențiale ale unui soft educațional bun. Pe baza unei abordări a proiectării centrate pe cel care studiază, ei au extras o listă comprehensivă de condiții ale proiectării de sisteme motivante de e-learning. Principalele caracteristici ale experienței utilizatorului vizavi de un astfel de sistem sunt: atracția, distracția, provocarea, fantezia, curiozitatea, interacțiunea, canale multiple de comunicare și ușurința în utilizare.

METODOLOGIA EVALUĂRII

Echipament și sarcini

ARTP (Augmented Reality Teaching Platform) este un mediu de AR care prezintă o configurație de vizualizare tip desktop: utilizatorii privesc un ecran transparent de vizualizare (see-through screen) unde sunt suprapuse imagini generate de calculator peste imaginea percepută a obiectelor reale care sunt plasate pe masă [21]. Platforma a fost înregistrată de Fraunhofer IAIS sub marca Spinnstube®.

Testarea cu utilizatori a fost realizată pe ARTP de la ICI București care este echipată cu 4 module organizate în jurul unei mese, după cum se vede în Fig.1.



Fig. 1. Elevi testând scenariul pentru biologie

Obiectul real este un mulaj al sistemului digestiv uman. În poziționarea utilizată (4 module într-o cameră), un mulaj este împărțit de către doi elevi care stau față în față. Elevii au avut de îndeplinit 4 sarcini: un program demo și 3 exerciții.

Participanți

Datele cantitative și calitative au fost colectate la Școala de vară ARiSE, 24-28 octombrie 2007, București. În total 20 de elevi (10 băieți și 10 fete) au testat ARTP. 12 erau din clasa a 8a (13-14 ani), 4 din clasa a 9a (14-15 ani) și 4 din clasa a 10a (15-16 ani). Niciunul dintre ei nu era familiarizat cu tehnologia AR.

Instrumentul de evaluare

Standardul ISO/IEC 9126 definește utilizabilitatea drept capacitatea unui sistem software de a fi înțeles, învățat, folosit și plăcut de utilizator atunci când este utilizat în condițiile specificate [11]. În acest proiect am adoptat un model de acceptanță a tehnologiei [5], pe baza căruia am dezvoltat un chestionar de evaluare cu 28 de itemi cu răspunsuri închise (măsuri cantitative) și 2 întrebări cu răspunsuri deschise, care cer utilizatorilor să descrie cele mai pozitive și negative 3 aspecte (măsuri calitative). Chestionarul este prezentat în Tabelul 1.

Tabelul 1. Chestionarul de evaluare a utilizabilității.

Nr.	Item
1	Ajustarea ecranului "see-through" este ușoară
2	Ajustarea ochelarilor stereo este ușoară
3	Ajustarea căștilor este ușoară
4	Postul de lucru este confortabil
5	Observarea obiectului real prin ecran este clară
6	Înțelegerea modului de operare cu aplicația de realitate îmbogățită este ușoară
7	Suprapunerea dintre proiecție și obiectul real este clară
8	Învățarea modului de lucru cu aplicația de realitate îmbogățită este ușoară
9	Reamintirea modului de lucru cu aplicația de realitate îmbogățită este ușoară
10	Înțelegerea explicațiilor vocale este ușoară
11	Citirea informației pe ecran este ușoară
12	Selectarea unui item din meniu este ușoară
13	Corectarea erorilor este ușoară
14	Colaborarea cu colegii este ușoară
15	Utilizarea aplicației mă ajută să înțeleg mai rapid lecția
16	Utilizând aplicația voi obține rezultate mai bune la teste
17	După utilizarea aplicației voi ști mai multe despre acest subiect
18	Sistemul face învățarea mai interesantă
19	Lucrul în grup cu colegii este stimulant
20	Interacțiunea cu obiectele reale ale aplicației este ușoară
21	Efectuarea exercițiilor este captivantă
22	Aș dori să dispun de acest sistem în școală
23	Intenționez să utilizez acest sistem pentru învățare
24	Voi recomanda altor colegi să utilizeze acest sistem
25	În general, apreciez că sistemul este ușor de utilizat
26	În general, consider că sistemul este util pentru învățare
27	În general, îmi place să învăț cu acest sistem
28	În general, apreciez că sistemul este incitant

Primii 24 itemi sunt asociați cu ergonomia platformei de AR, utilizabilitatea aplicației, utilitatea percepută, atitudinea față de sistem și intenția de utilizare. Ultimii 4 sunt generali și se referă la ușurința în utilizare, utilitatea pentru învățare, caracterul plăcut și incitant.

Procedură

Înainte de testare, tuturor elevilor li s-a făcut o scurtă introducere în tehnologia AR și în proiectul ARiSE.

Fiecare grup de elevi a testat ARTP într-o sesiune de 75 de minute. După testare, elevilor li s-a cerut să răspundă la chestionarul de utilizabilitate acordând răspunsuri pentru itemi pe o scară Likert cu 5 trepte (1-dezacord total, 2-dezacord, 3-neutru, 4-acord și 5-acord total). Chestionarul de utilizabilitate a fost aplicat în limba maternă a elevilor.

REZULTATE

Analiza cantitativă

Întrucât eșantionul a fost redus (20 elevi), pot exista probleme legate de generalizarea rezultatelor cât și cu privire la alegerea indicatorilor statistici utilizați pentru analiza datelor. Prin urmare, triangularea dintre datele cantitative și cele calitative are un rol important în acest caz.

Analiza cantitativă a datelor arată ca patru itemi au fost cotați sub 3.50. Acești itemi sunt legați de acuratețea percepției vizuale (itemii 1 și 7), de colaborarea cu colegii (itemul 14) și de ușurința în utilizarea sistemului (itemul 25). 13 itemi au fost cotați cu valori medii cuprinse între 3.50 și 4.00. Acești itemi vizează diferite aspecte, inclusiv ultimele două întrebări generale. Restul de 11 itemi au fost cotați cu medii de peste 4.00.

Per ansamblu, itemii legați de utilitatea percepută, de atitudine și de intenția de utilizare au fost mai bine cotați decât itemii legați de utilizabilitatea ARTP. Valorile medii pentru itemii 15-28 sunt prezentate în Fig. 2.

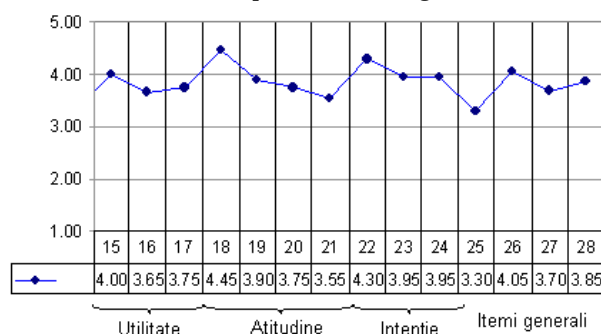


Fig. 2 Răspunsuri la chestionarul de utilizabilitate (itemi 15-28)

Pentru a analiza mai în detaliu valoarea educațională și motivațională a ARTP, vom compara răspunsurile la itemii 15-21 și 26-28 cu aspectele pozitive menționate de elevi ca răspunsuri la cele două întrebări deschise.

Analiza calitativă

Răspunsurile la întrebările deschise au fost analizate cu scopul extragerii cuvintelor cheie (atribute). Apoi atributele au fost grupate în categorii. Unii elevi au menționat numai unul sau două aspecte, în timp ce alții au menționat mai multe într-o singură afirmație. A rezultat astfel un total de 82 aspecte pozitive care sunt centralizate în Tabelul 2.

Sprijinul educațional include aspecte precum: înțelegere mai bună („Sistemul te ajută să înțelegi anumite procese”), ușurință în înțelegere („Se înțelege ușor alcătuirea sistemului digestiv și traseul nutrienților”) și ușurință în învățare („Învăț mai ușor locul fiecărui organ”).

Elevii au apreciat vizualizarea 3D oferită, cele 20 de aspecte menționate indicând potențialul pe care tehnologia AR îl poate avea ca mediu de facilitare a învățării.

Tabelul 2. Categorii de aspecte pozitive

Categorie	Frecvență	%
Sprijin educațional	40	49%
AR și vizualizare 3D	20	24%
Incitant și motivant	19	23%
Ușor de utilizat	3	4%
Total	82	100%

În total, 19 aspecte pozitive (23%) sunt legate direct de valoarea motivațională a ARTP. O clasificare detaliată a acestor atribute este prezentată în Tabelul 3. Acestea sunt atribute hedonice cu privire la modul de percepere a ARTP de către elevi și sunt strâns legate de itemii din chestionarul de utilizabilitate menționați în coloana din stânga tabelului.

Tabelul 3. Categorii de aspecte pozitive asociate cu motivația

Item	Aspect	N	Total	%
18	Învățare interesantă	2	9	47.36
	Sarcini interesante	2		
	Imagini 3D interesante	1		
	Interesant	1		
	Învățare captivantă	1		
	Motivează învățarea	2		
19	Colaborare cu colegii	1	1	5.26
27	Învățare atractivă	2	6	31.57
	Învățare distractivă	4		
28	Noutate	2	3	15.78
	Incitant	1		
Total		19	19	100

Cele mai multe dintre aspecte (9) sunt legate de itemul 18 („Sistemul face învățarea mai interesantă”) care a fost apreciat cu un scor ridicat (4.45) în chestionarul de utilizabilitate.

Elevilor nu le-a plăcut faptul că au trebuit să împartă obiectul real (mulajul) cu colegul din față. Acest aspect se reflectă atât în scorul redus obținut (3.90) la itemul 19 cât și în acordarea unui singur atribut pozitiv colaborării cu colegii. Învățarea cu ajutorul ARTP (itemul 27) a fost considerată de elevi ca fiind atractivă („Sistemul face învățarea mai atractivă”) și distractivă („Este mult mai distractiv decât într-o lecție standard”).

Analiza pe vârstă și sex

În Tabelul 4. este realizată o gupare în funcție de sex și vârstă a aspectelor pozitive legate de atributele hedonice menționate de elevi cu privire la ARTP.

Tabelul 4. Categorii de aspecte pozitive pe vârstă și sex

Categorie	13-14 ani		15-16 ani	
	Fete	Băieți	Fete	Băieți
Interesant	1	2	2	1
Captivant	0	1	0	0
Motivant	0	0	0	2
Atractiv	0	1	1	0
Distractiv	0	1	1	2
Incitant	1	0	0	0
Nou	1	1	0	0
Total	3	6	4	5

Cei 8 elevi din clasele a 9-a și a 10-a au menționat 9 aspecte pozitive legate de funcțiile hedonice ale ARTP, la fel ca și cei 12 elevi de clasa a 8-a. Elevii de clasa a 8-a au apreciat într-o măsură mai mare noutatea platformei de realitate îmbogățită decât cei din clasele a 9-a și a 10-a. Aceștia din urmă, au apreciat mai mult caracterul distractiv al învățării cu ajutorul ARTP decât elevii de clasa a 8-a.

Băieții au considerat într-o măsură mai mare decât fetele că ca ARTP face învățarea mai motivantă și mai distractivă. Cu privire la caracterul interesant al învățării cu ARTP, atât băieții, cât și fetele au menționat un număr egal de aspecte (3).

CONCLUZII ȘI DIRECȚII DE CONTINUARE

Rezultatele evaluării arată că scenariul de biologie crește motivația elevilor de a învăța: sistemul este atractiv, stimulant și incitant. Elevilor le-a plăcut vizualizarea 3D, precum și ghidarea lor în procesul de învățare prin intermediul explicațiilor vocale.

Rezultatele evaluării arată că și evaluarea formativă poate oferi măsuri utile privind experiența utilizatorului. Cu toate acestea, există anumite limitări inerente, deoarece a fost dificilă relaționarea anumitor aspecte cu un anumit item cu răspuns închis. Pentru a se putea obține mai multe rezultate utile, ar putea fi necesari mai mulți itemi. De asemenea, datele calitative ar putea deveni mai exacte prin intervievarea elevilor după ce completează chestionarul.

În această lucrare au fost analizate datele cantitative și calitative din perspectiva valorii motivaționale. Elevii au menționat și 69 de aspecte negative, care corespund mediilor mai scăzute ale itemilor 1-14 și 25. O viitoare direcție de cercetare este investigarea măsurii în care UX este afectată negativ de unele probleme specifice de utilizabilitate.

REFERINȚE

1. Bach, C., Scapin, D. (2004) Obstacles and perspectives for evaluating mixed reality systems usability. *Proc. of Mixer Workshop - IUI-CADUI 2004*, 72-79
2. Bowman, D., Gabbard, J., and Hix, D. (2002) A Survey of Usability Evaluation in Virtual Environments: Classification and Comparison of Methods. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 11, no. 4, 404-424
3. Cockton, G. (2006) Valuing User Experience. *Proc. of UX Workshop NordiCHI 2006*, ACM Press. 100-105.
4. Costabile, M. F., De Angeli, A., Lanzilotti, R., Ardito, C., Buono, P., Pederson, T. (2008) "Explore! Possibilities and Challenges of Mobile Learning". *Proc. of CHI 2008*. ACM Press. 145-154.
5. Davis, F.D., Bagozzi, R.P., Warshaw, P.R. (1989) User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models". *Management Science*, Vol. 35, No. 8, 982-1003
6. Ebner, M., Holzinger, A., (2007) Successful Implementation of User-Centered Game Based Learning in Higher education: An Example from Civil Engineering. *Computer & Education*, Vol. 49, Issue 3, 873-890.
7. Gabbard, J., Hix, D., Swan, E., Livingston, M., Herer, T., Julier, S., Baillot, Y. & Brown, D. (2004) A Cost-Effective Usability Evaluation Progression for Novel Interactive Systems. *Proc. of Hawaii Intl. Conference on Systems Sciences, Track 9*, p. 90276c. IEEE
8. Hassenzahl, M. (2005) The Thing and I: Understanding the Relationship Between User and Product. *Funology: from usability to enjoyment*, Springer. 31-42.
9. Holzinger, A., Pichler, A., Maurer, H. (2006) Multi Media eLearning Software TRIANGLE Case-Study: Experimental Results and Lessons Learned. *Journal of Universal Science and Technology of Learning*, vol. 0, no. 0, pp. 61-92.
10. Iordache, D.D., Pribeanu, C., Balog, A. (2008) "Evaluarea formativă a utilizabilității unui scenariu de învățare a chimiei implementat pe o platformă educațională de realitate îmbogățită". *Revista Română de Informatică și Automatică. Nr.2, 2008*. pp 5-14.
11. ISO 9126-4:2001 Software Engineering - Software product quality. Part 1: Quality model.
12. Karagiorgi, Y., & Symeou, L. (2005) "Translating Constructivism into Instructional Design: Potential and Limitations. *Educational Technology & Society*, 8 (1). pp. 17-27
13. Law, E., Hvannberg, E.T., Hassenzahl, M. (2006) User Experience – Towards a unified view. *Proc. of UX Workshop NordiCHI 2006*, pp.1-3, ACM Press, Oslo
14. Law, E., Bevan, N., Gristou, G., Springett, M., Larusdottir, M (2008) *Meaningful measures: valid useful user experience measurement - VUUM Workshop 2008*, Reykjavik.
15. Malone T. W., (1982) Heuristics for Designing Enjoyable User Interfaces: Lessons from Computer Games. *Proc. CHI 1982*, Gaithersburg. 63 – 68.
16. Mantovani, F., (2001) "VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training," *Towards CyberPsychology: Mind, Cognitions and Society in the Internet Age*, Amsterdam: IOS Press.
17. Nielsen, S., Johansson, B. (2007) "Fun and Usable: Augmented Reality Instruction in a Hospital Setting". *Proc. of OzCHI 2007*. pp. 123-130, ACM Press.
18. Pribeanu, C., Iordache, D.D., Balog, A. (2008) "Evaluarea utilizabilității unui scenariu de învățare a biologiei implementat pe o platformă de realitate îmbogățită". *Revista Română de Interacțiune Om-Calculator*. Vol.1 (2008) Nr.1. pp 39-56.
19. Pribeanu, C., Iordache, D.D. (2008) "Evaluating the motivational value of an augmented reality system for learning chemistry". Holzinger, A. (Ed.) *Proceedings of USAB 2008. LNCS 5298* Springer. pp. 31-42
20. Stry, C., Tootter, A. (2006) "On Learner Control in e-Learning". *Proc. of ECCE 06 – Trust and Control in complex Socio-technical Systems*. pp. 41-48, ACM Press
21. Wind, J., Riege, K., Bogen M. (2007) Spinnstube®: A Seated Augmented Reality Display System, *Proc. Virtual Environments, IPT-EGVE – EG/ACM Symposium*, pp. 17-23.