

# UTILIZAREA TEHNOLOGIEI DE REALITATE VIRTUALĂ ÎN PROTETICA DENTARĂ

## *The virtual reality technology use in prosthodontics*

Conf. Dr. Simona Andreea Sandu<sup>1</sup>, Conf. Dr. Călin Dan Neamțu<sup>2</sup>, Prof. Dr. Sorin Dan Grigorescu<sup>3</sup>,  
Conf. Dr. Cosmin Karl Bănică<sup>3</sup>, Asist. Univ. Dr. Iuliana Babiuc<sup>1</sup>, Asist. Drd. Adriana Bisoc<sup>1</sup>,  
Asist. Drd. Andrei Constantinovici<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila“, București

<sup>2</sup>Universitatea Tehnică Cluj-Napoca

<sup>3</sup>Universitatea Politehnica București

### REZUMAT

Tehnologiile realității virtuale pot fi încorporate în sistemul de e-learning, conform studiilor de specialitate. În momentul de față sistemele de educație se află într-o perioadă de tranziție de la cel tradițional către cel digital și virtual. Cu ajutorul tehnologiei 3D se pot realiza diverse experimente și simulări în domeniul medicinei pentru învățarea diferitelor proceduri. Dintre beneficiile utilizării tehnologiilor 3D în educație enumerăm: soluții de învățare 3D virtuală ce implică utilizatorii în procesul de învățare, îi ajută să înțeleagă mai repede diverse concepte, să rețină cunoștințele; acces la tehnologie; experiența de învățare completă. În multe universități majoritatea sistemelor bazate pe tehnologii ale realității virtuale sunt în stadiu experimental, problematica referitoare la protetica dentară fiind foarte puțin sau aproape deloc abordată.

**Cuvinte cheie:** protetică, e-learning, realitate virtuală

### ABSTRACT

The virtual reality technologies can be included into the e-learning system, according to specialized studies. At present education system is in a period of transition from traditional to digital and virtual. Out of the benefits of using the 3D technologies in education, we name: 3D virtual learning solutions involving students in the learning process, helping them to understand faster various concepts, to remember knowledge; access to technology; complete the learning experience. In a lot of universities the majority of systems based on VR technologies are in their experimental stage, the issue of dental prosthetics being less or not at all approached.

**Keywords:** prosthetics, e-learning, virtual reality

### INTRODUCERE

Sistemul de e-learning, care reprezintă o alternativă la educație, oferă accesul eficient la informații, metode noi de instruire, învățare și evaluare a cunoștințelor. Modul de învățare este prin experiment. Sistemul de e-learning a avut succes în procesul de educație în condițiile analizei obiective și ale implementării factorilor specifici importanți, precum și dezvoltării și utilizării conceptelor media-didactice, redată prin învățarea electronică. Sistemul de e-learning introduce tehnologii informatice

moderne, facilitează acumularea noțiunilor și încurajează competitivitatea utilizatorilor. Sistemul de e-learning facilitează un proces de învățare activă, cu accent pe independența utilizatorului.

Tehnologiile realității virtuale pot fi încorporate în sistemul de e-learning, conform studiilor de specialitate. (1) Laboratorul de simulare virtuală, bazat pe tehnologiile realității virtuale, permite activități pe grupuri mici de cursanți, contribuind la o eficiență monitorizare a participanților. Aplicațiile pot fi folosite împreună cu întreaga grupă de cursanți

Autor corespondent:

Simona Andreea Sandu, Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila“, Str. Dionisie Lupu nr. 37, București

E-mail: dr\_simonasandu@yahoo.com

într-un mediu virtual (sincron) sau pot fi utilizate individual, ca mod de învățare asincron.

Mediul de simulare 3D oferă avantajul flexibilității, varietății și validării experimentale a lucrării.

Folosirea simulatoarelor dentare a adus un plus în educația dentară. Sistemele de simulare, cum ar fi dispozitivele haptice, sau realitatea virtuală (Virtual reality-based technology) sunt programe interactive care simulează situațiile clinice reale în care studenții exersează manopere profesionale. În acest context, studenții obțin informații, prestează examinări, interpretează imagini clinice și de laborator și elaborează diagnosticul final și deciziile terapeutice. Avantajul major al folosirii simulării virtuale constă în posibilitatea cursanților de a dobândi cunoștințe eficiente în timp scurt. Efectul major al platformelor de e-learning este potențat atunci când acestea sunt însoțite de tehnologia virtuală. (2) Dispozitivele haptice, în medicină, sunt utilizate cu precădere în formarea și trainingul viitorilor medici.

În mod curent, pregătirea studenților și practicienilor începători se face prin cursuri universitare și stagii practice, aceștia având posibilitatea de a lucra direct pe pacienți, după o pregătire prealabilă pe modele de studiu. De multe ori studenții nu au posibilitatea de a-și forma manualitatea și de a exersa manoperele clinice decât direct pe pacienți. Aceste proceduri produc uneori disconfort pacienților, iar durata tratamentului este destul de mare. Din acest motiv, în ultimii ani, atât pe plan internațional, cât și național, au fost limitate tratamentele protetice invazive realizate de studenți pe pacienți, acestea fiind tot mai mult înlocuite cu diverse soluții de instruire alternative.

În contextul actual, se impune implementarea sistemelor moderne, de anvergură, de învățare și formare medicală bazate pe tehnologii ale realității virtuale folosite experimental cu rezultate foarte bune.

În universitățile din America, Europa sau Japonia, majoritatea sistemelor bazate pe tehnologii ale realității virtuale sunt în stadiu experimental, problematica referitoare la protetica dentară fiind foarte puțin sau aproape deloc abordată. Din punct de vedere al proteticii dentare nu a fost conceput un sistem complex de simulare virtuală a manoperelor clinice specifice lucrărilor protetice.

Aceste tehnologii aplicate în protetica dentară sporesc calitatea actului educațional, pentru că oferă posibilitatea unei pregătiri clinice eficiente, permit repetabilitatea, fără a produce disconfort sau traume pacienților, controlul și autoevaluarea manoperelor clinice, fără a necesita supravegherea de către cadrele didactice, în acest mod studenții dobândind manualitatea atât de necesară în această

specializare a medicinei dentare care presupune soluții individualizate pentru fiecare caz în parte.

### **Studii și cercetări legate de stadiul actual al utilizării tehnologiei de realitate virtuală în protetică**

Literatura de specialitate evidențiază rolul folosirii tehnologiei realității virtuale în procesul de educație medicală. În ultimii ani, se folosesc în universități de prestigiu diferite simulatoare medicale, sau în particular, în medicina dentară care utilizează tehnologia realității virtuale. Introducerea sistemelor inovatoare bazate pe aceste tehnologii în curricula dentară a devenit un scop pentru îmbunătățirea calității în educația medicală dentară. (3-6) În literatura de specialitate se regăsesc citările referitoare la utilizarea tehnologiei virtuale:

- Dent Sim este printre primele simulatoare folosite în medicina dentară, pentru carii dentare, care utilizează tehnologia virtuală, introdus în universități din America de Nord și Europa. (7)
- Sistemul Geneva, la Universitatea din Geneva, stimulator introdus inițial pentru anatomia dentară. (8)
- Virtual dental pacient la Universitatea din Salonic, pentru noțiuni de anatomie a cavității bucale, dar și pentru prepararea țesuturilor dentare. (9)
- Sistemul de antrenare dentar virtual la Universitatea Harvard pentru prepararea cavităților și restaurarea virtuală a dinților. (10)
- Simulatorul dentar chirurgical Iowa, la Universitatea din Iowa pentru carii dentare. (10)
- Periosim, la Universitatea din Chicago, simulator pentru intervențiile parodontale. (10)
- Haptel, la King's College London, simulator pentru prepararea cavităților, carii dentare. (11)
- Moog Simodont Dental Trainer, la Academic Centre for Dentistry Amsterdam – simulator dentar pentru prepararea cavităților și șlefuirea dinților pentru coroane și punți. (12)
- Voxel Man, la University Medical Center Eppendorf, simulator dentar pentru prepararea cavităților și preparații dentare pentru coroane. (13)

Dintre dezavantajele (14) simulatoarelor existente se enumeră: stadiul incipient sau experimental, majoritatea fiind concepute pentru prepararea cavităților, iar restaurările dentare sunt incluse foarte rar. Instrumentarul manual nu poate fi utilizat, cu excepția cavităților obturate cu amalgam; majoritatea folosesc numai freze sferice, deci nu o gamă variată de freze pentru preparații. Nu sincronizează

adecvat componentele vizuale și haptice, costurile inițiale de achiziție și instalare sunt mari și necesită un inginer de IT pentru întreținerea sistemului.

În literatura de specialitate au fost expuse studii („Influence of Dentistry Students e-learning satisfaction“) (15), în care s-a creat un mediu virtual de instruire pentru studenți. Motivația a fost că absolvenții de școli de medicină dentară, nu au beneficiat de suficientă practică clinică pe pacienți, ceea ce creează un prejudiciu pacienților. Mediul virtual de instruire a fost conceput prin încorporarea simulatorului dentar (Dent Sim) într-o platformă de e-learning. Pentru construirea acestui model pentru studiu, s-au încorporat patru factori majori pentru măsurarea satisfacției metodei de e-learning: interfața de învățare, comunitatea de învățare, conținut, personalizare și variabila intenție de folosire. Rezultatul obținut a fost optimizarea satisfacției de instruire cu acest sistem.

## Relevanța practică a utilizării tehnologiei de realitate virtuală

### Aplicații 3D

Utilizarea conținutului 3D în procesul de învățare prezintă un mare avantaj atât prin experiența

dobândită de utilizator (care este una realistă), cât și prin creșterea gradului de acumulare a cunoștințelor. Studiile realizate în ultimii ani au luat în considerare beneficiile oferite de mediile de învățare în 3D ce implică utilizarea de obiecte și animații 3D, instrumente de realitate augmentată și medii de învățare virtuală colaborativă.

Dintre beneficiile utilizării tehnologiilor 3D în educație enumerăm: soluții de învățare 3D virtuală ce implică utilizatorii în procesul de învățare, îi ajută să înțeleagă mai repede diverse concepte, să rețină cunoștințele și să fie mai informați; acces la tehnologie ușor de utilizat; reducere de costuri; experiența de învățare completă prin posibilitatea de mixtiune de diverse elemente; rețea globală de conținut 3D și posibilitatea de a dezvolta propriile aplicații software. În momentul de față sistemele de educație se află într-o perioadă de tranziție de la cel tradițional către cel digital și virtual (Fig. 1).

Obiectele 3D de ultima generație beneficiază de o perspectivă realistă, de texturi și funcționalități de iluminat și nivel de detaliere ridicat. În învățarea cognitivă, ținând cont de aceste atribute oferite de conținutul 3D, utilizatorii capătă abilitatea de a schimba poziția de vizualizare sau direcția (orien-

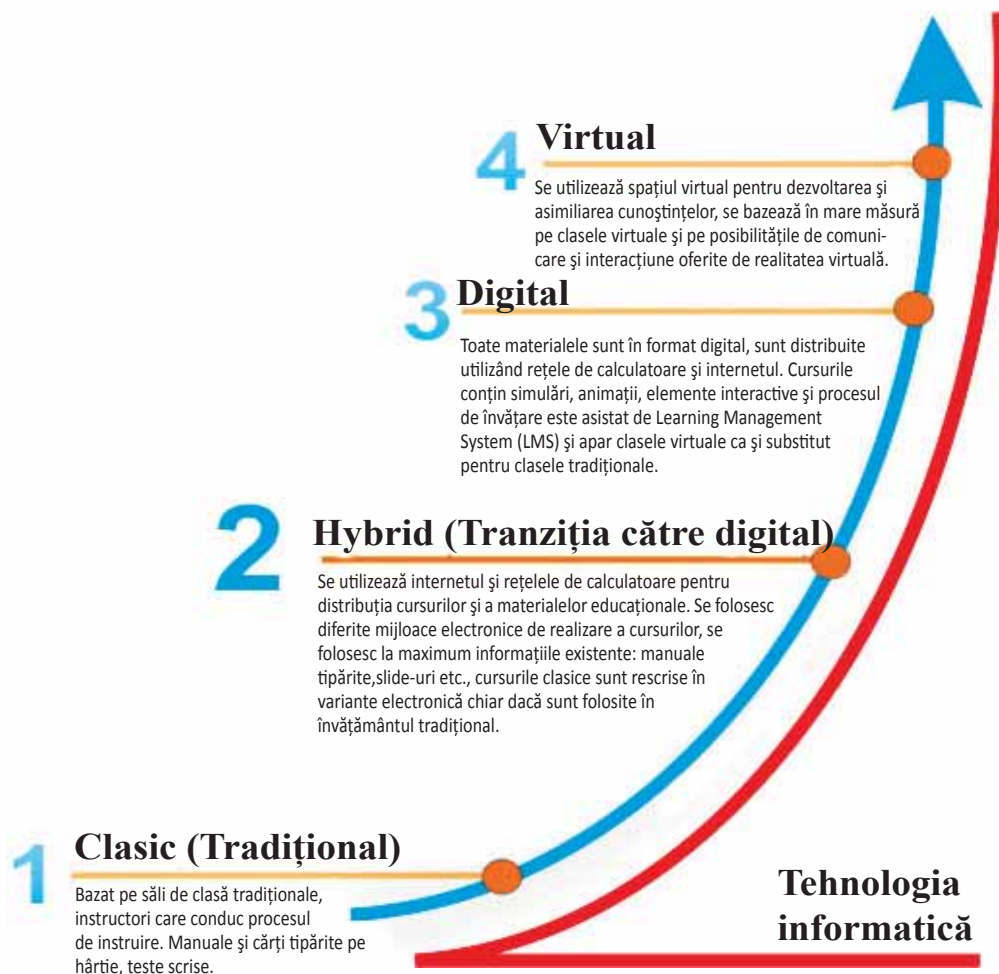


FIGURA 1. Tehnologia informatică

tarea) atunci când se mișcă în mediul virtual sau când vor să studieze și să manipuleze un obiect 3D. Mai mult decât atât, capacitatea animației 3D de a prezenta obiecte care se mișcă autonom oferă posibilitatea de a simula caracteristici abstracte dificil de vizualizat în lumea reală sau descrierea unui conținut complex în diferite moduri.

Utilizarea obiectelor 3D și a animațiilor din mediul virtual în procesul de învățare are șanse să crească în viitor datorită ușurinței în utilizare și a posibilității oferite profesorilor de a crea resurse 3D de învățare reutilizabile.

În acest context pentru profesori, una din provocări este alegerea unei aplicații software care să permită suportul (afișarea) de diferite formate 3D și alegerea aplicației în care pot fi create aceste resurse 3D. Prin aceste aplicații 3D (de vizualizare și de creare conținut), profesorii dispun de unelte de învățare ce permit studenților să beneficieze de experiențe educaționale (Fig. 2).

EON Reality Inc., SUA, unul dintre liderii mondiali în 3D și Virtual Reality a creat o platformă online de resurse 3D grupate pe categorii.

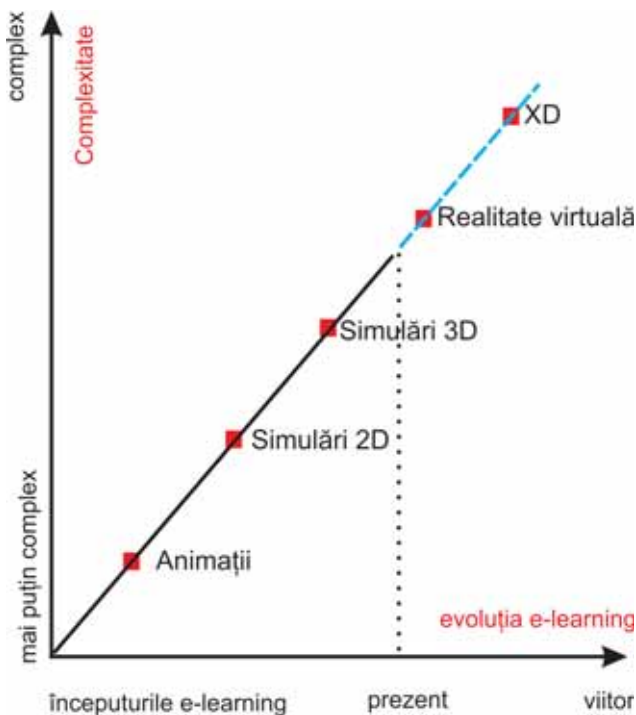


FIGURA 2. Sistem de învățare în mediul virtual

### Aplicații 3D în medicina dentară

Cu ajutorul acestor aplicații, studenții pot lucra în cadrul simulărilor, efectuând proceduri ce sunt apropiate de realitate, vizualizând și simțind tactil ca și cum ar fi în situații reale, dezvoltându-și astfel dexteritatea și capacitatea de a lucra practic.

În aplicațiile 3D, dinții sunt modelați la rezoluție mare și sunt vizualizați pe ecrane 3D stereoscopice sau cu capacitate de afișare conținut 3D. Instrumentele sunt reprezentate de dispozitive haptice ce pot fi mișcate pe 3 axe și oferă un feedback tactil foarte apropiat de realitate.

Dintre beneficiile utilizării aplicațiilor 3D împreună cu un dispozitiv haptic în formarea viitorilor specialiști din medicina dentară, putem enumera: dezvoltarea capacității practice de lucru, feedback tactil imediat, evaluare obiectivă a dexterității studentului, posibilitatea repetării exercițiului individual, până la însușirea deprinderii, reducerea nevoii de supraveghere permanentă din partea profesorului, nu necesită consum de material.

### Dispozitivele haptice

Termenul „haptic” vine din grecescul „HAPHE”, care înseamnă „a aparține simțului tactil”. Haptic își mai poate avea rădăcini și în cuvântul grecesc „haptesthai”, care înseamnă „contact” sau „atingere”. Tehnologia haptică este aceea care prezintă o interfață ce poate fi accesată de un utilizator prin intermediul unei simple atingeri aplicând forța, vibrațiile și/sau mișcarea. Indiferent cum privim situația, această tehnologie haptică, prin care se pot măsura forțele reactive care sunt aplicate pe o interfață, nu trebuie confundată cu senzorii tactili care măsoară presiunea forței exercitate de utilizator pe o interfață.

Dispozitivele haptice adaugă senzație tactilă în procesul de interacțiune umană cu calculatorul și joacă un rol important în sistemele de e-learning din domeniul medical, prin faptul că îmbunătățesc senzația de imersie (Fig. 3). Acestea implică contactul fizic între computer și utilizator printr-un dispozitiv de intrare/ieșire, care detectează mișcările corpului. Tehnologia haptică recrează simțul tactil prin aplicarea de forțe, vibrații sau mișcări unui utilizator. Această stimulare mecanică poate fi utilizată pentru a asista crearea de obiecte virtuale într-o simulare pe calculator, pentru a manipula aceste obiecte virtuale sau pentru a crește controlul „remote” asupra unei mașini sau aparat.

Cele mai multe utilizări ale dispozitivelor haptice sunt în domeniul industriei și medicinei. Dispozitivele haptice pot oferi 3 sau 6 grade de libertate, senzația de atingere fiind mai puternic resimțită atunci când avem un dispozitiv cu 6 grade de libertate. Interfețele haptice 3DOF (3 grade de libertate – x, y și z) convenționale sunt, în esență, roboți cu brațe, cu cinematică fie în serie, fie în paralel, ce utilizează motoare, codificatoare, legături mecanice

sau transmisii. Pentru a obține o bună interacțiune haptică, acestea trebuie să aibă inerție redusă, frecare statică redusă și putere de reacție minimă, iar pentru un grad ridicat de transparență haptică acestea trebuie să aibă rezoluție de poziție înaltă și lățime de bandă mecanică ridicată, fără rezonanțe. Pentru sistemele haptice în 6DOF (6 grade de libertate), cerințele de design mecanic și funcționalitate sunt și mai elaborate și implică adăugarea a 3 motoare suplimentare de volum și codificatoare pe mânerul utilizatorului.

Unui medic (student) practicant, utilizarea de instrumentar medical cu tehnologie haptică încorporată îi oferă încredere crescută în manevrele exercitate prin feedback-ul tactil primit instant (fie prin alertă, fie prin force feedback) și îl ghidează în realizarea procedurii medicale, reducând astfel erorile de manevră. Există câteva branduri care s-au remarcat: Geomagic 3D, Novint Falcon, Cyber Glove, Immersion, Maglev.

Dispozitivele haptice cele mai utilizate în sistemele de e-learning au la bază următoarele criterii de selecție: mobilitate (dispozitive portabile), 3DOF (3 grade de libertate), software inclus, interfață ușor de utilizat.

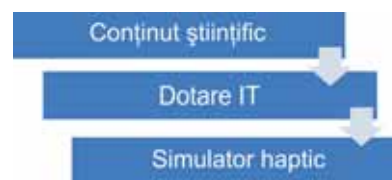


FIGURA 3. Strategia simulării virtuale

## CONCLUZII

Realitatea virtuală a fost descrisă ca o simulare electronică a mediului înconjurător, care poate realiza interacțiunea cu utilizatorul în situații tridimensionale realiste.

Termenul de e-learning este definit ca fiind „învățarea într-un mod care utilizează informații și tehnologiile comunicației“. Prin simulare virtuală pot fi învățate, fără pericol sau disconfort pentru pacienți și cu posibilități nelimitate de repetare și corecție pe parcurs, manoperele clinice specifice. Utilizarea tehnologiei haptice a revoluționat învățământul medical oferind o experiență de învățare multisenzorială, antrenantă și realistă.

## BIBLIOGRAFIE

1. Laurillard D. Moving Towards a Unified e-Learning Strategy – An Update. London: *Department for Education and Skills*; 2004.
2. Neamtu C., Galis M., Hurgoiu D., Popa A. Using Virtual Reality for Creating (e)Learning Environments – International Conference: Further Education in the Balkan Countries, 23-25 October, 2008, Konya, Turcia, pg. 181-189, ISBN 978-975-8890-69-9, vol. I
3. Nara N., Beppu M., Tohda S., Suzuki T. The introduction and effectiveness of simulation-based learning in medical education. *Internal Medicine* 2009; 48: 1515-1519.
4. Schönwetter D.J., Reynolds P.A., Eaton K.A., De Vries J. Online learning in dentistry: an overview of the future direction for dental education. *Journal of Oral Rehabilitation* 2010; 37:927-940.
5. Haden N.K., Hendricson W.D., Kassebaum D.K., Ranney R.R., Weinstein G., Anderson E.L., et al. Curriculum change in dental education, 2003-09. *Journal of Dental Education* 2010; 74: 539-57.
6. Feeney L., Reynolds P.A., Eaton K.A., Harper J. A description of the new technologies used in transforming dental education. *British Dental Journal* 2008; 204: 19-28.
7. DentSim overview. Accessed (2011 Apr 4) at: [www.denx.com/DentSim/overview.html](http://www.denx.com/DentSim/overview.html)
8. Welk A., Splieth C., Wierinck E., Gilpatrick R.O., Mayer G. Computer-assisted learning and simulation systems in dentistry – a challenge to society. *International Journal of Community Dentistry* 2006; 9: 253-265.
9. Iowa Dental Surgical Simulator. A collaboration between the University of Iowa College of Dentistry and the GROK Lab. Accessed (2011 Jan 7) at: <http://grok.ecn.uiowa.edu/Projects/medsim.html>
10. Luciano C., Banerjee P., DeFanti T. Haptics-based virtual reality periodontal training simulator. *Virtual Reality* 2009; 2(13): 69-85
11. San Diego J.P., McAndrew P. The feasibility of capturing learner interactions based on logs informed by eye-tracking and remote observational studies. *Journal of Interactive Media in Education* 2009; 4: 1-15.47/47
12. Sharaf B., Levine J.P., Hirsch D.L., Bastidas J.A., Schiff B.A., Garfein E.S. Importance of computer-aided design and manufacturing technology in the multidisciplinary approach to head and neck reconstruction. *Journal of Craniofacial Surgery* 2010; 21: 1277-1280.
13. Pohlentz P., Gröbe A., Petersik A., von Sternberg N., Pflesser B., Pommert A., et al. Virtual dental surgery as a new educational tool in dental school. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 2010; 38: 560-564.
14. Rees J.S., Jenkins S.M., James T., Dummer P.M.H., Bryant S., Hayes S.J., et al. An initial evaluation of virtual reality simulation in teaching pre-clinical operative dentistry in UK setting. *European Journal of Prosthodontic and Restorative Dentistry* 2007; 15: 92-98.
15. Curnier F. Teaching dentistry by means of virtual reality – the Geneva project. *International Journal of Computerized Dentistry* 2010; 13: 251-263.