

# Marc conceptual i aspectes bàsics

Ivan Alsina Jurnet

PID\_00204955



*Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca>*

# Índex

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. L'impacte de les TIC en l'àmbit de la salut: el sorgiment de la ciberteràpia.....</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1. Quina és l'acceptació dels professionals i els pacients? .....  | 6         |
| 1.2. L'RV i l'RA irrompen en el mercat de la intervenció sanitària ....  | 9         |
| <b>2. Conceptes fonamentals de la realitat virtual i la realitat augmentada. Què són? Per què cal utilitzar-les en l'àmbit de la intervenció clínica?.....</b> | <b>12</b> |
| <b>3. Components d'un equip d'RV i RA: sistemes d'entrada i sistemes de sortida.....</b>   | <b>17</b> |
| 3.1. Sistemes d'entrada .....  | 17        |
| 3.1.1. Localització i orientació .....   | 17        |
| 3.1.2. Navegació i interacció .....  | 19        |
| 3.2. Sistemes de sortida .....   | 20        |
| 3.2.1. Estimulació visual .....  | 20        |
| 3.2.2. Estimulació auditiva .....  | 23        |
| 3.2.3. Estimulació hàptica .....   | 24        |
| 3.2.4. Estimulació olfactiva .....   | 25        |
| 3.3. Internet .....  | 25        |
| <b>Resum.....</b>  | <b>27</b> |
| <b>Bibliografia.....</b>   | <b>29</b> |



## 1. L'impacte de les TIC en l'àmbit de la salut: el sorgiment de la ciberteràpia

Al llarg de l'última dècada el ràpid desenvolupament de les TIC (tecnologies de la informació i la comunicació) ha revolucionat dràsticament la manera com les persones ens relacionem, ens comuniquem i vivim. Tecnologies i aplicacions que fins fa molt pocs anys s'utilitzaven rarament o que, fins i tot, encara havien de fer la seva irrupció (les xarxes socials o els telèfons intel·ligents en poden ser clars exemples) ja formen part de la nostra vida quotidiana.

L'àmbit de la salut no és aliè a aquest panorama i, de fet, les TIC ja s'han començat a convertir en mètodes familiars per al diagnòstic, l'estudi, la prevenció o el tractament d'un ampli espectre de malalties. Això està conduint a l'aparició d'un camp emergent: la ciberteràpia (Marks, Cavanagh i Gega, 2007). La ciberteràpia (també coneguda com a *e-teràpia*) té per objectiu, precisament, utilitzar els avenços tecnològics per a fer possible, facilitar o millorar l'oferta de serveis terapèutics. D'aquesta manera, sota el paraigua de tal terme s'inclou des de l'ús d'ordinadors, tauletes, telèfons intel·ligents, biosensors, Internet, consoles o videojocs, fins al d'aplicacions com xarxes socials, blogs, metaversos (per exemple, *Second Life*®), videoconferències, pàgines web d'autoajuda i un llarguíssim etcètera.

Dins d'aquest context, la realitat virtual (RV) i la realitat augmentada (RA) es comencen a posicionar com dues de les eines més prometedores i eficaces. Com es veurà més endavant, l'RV permet situar el pacient dins d'ambients tridimensionals generats per mitjà de l'ordinador amb els quals pot interactuar en temps real. L'RA, per la seva banda, pot ser considerada com una modificació de l'RV, ja que s'hi combinen elements reals amb elements virtuals (Bottella, García-Palacios, Baños i Quero, 2009). Des del punt de vista terapèutic, el potencial de totes dues tecnologies es troba principalment en la seva capacitat per a induir en els pacients emocions i reaccions semblants a les que es donarien en una situació real.

### Exemple

Un pacient amb aracnofòbia sentirà la mateixa por enfront d'una aranya virtual que enfront d'una aranya real (Alsina-Jurnet, Gutiérrez-Maldonado i Rangel-Gómez, 2011).

Es tracta d'eines que permeten al professional tenir un control permanent i exhaustiu sobre tots els paràmetres de la sessió que està duent a terme. Seguint amb l'exemple de l'aracnofòbia, durant el tractament un psicoterapeuta podria determinar paràmetres com la quantitat d'aranyes que apareixen en l'ambient virtual, la mida que tenen, els moviments que fan, etc. Sens dubte, són aspectes complicats de controlar en una situació real. D'altra banda, un fisioterapeuta que utilitzés un sistema de rehabilitació virtual en pacients amb dis-

funcions motores tindria l'oportunitat d'establir des de la manera d'interacció amb l'entorn (per exemple, el pacient ha d'emprar les mans per a "tocar" els objectes virtuals), la velocitat amb la qual apareixen els estímuls (adaptant la dificultat de la tasca a les característiques de cada pacient), etc. (figura 1).



Figura 1. Pacient amb esclerosi múltiple fent exercicis de rehabilitació física

Potser per tot això, l'RV i l'RA ja s'han utilitzat en àrees tan dispars com els trastorns d'ansietat, trastorns de la imatge corporal, disfuncions sexuals, el control del dolor, addiccions, trastorn per dèficit d'atenció, rehabilitació cognitiva i motora, etc. Avui dia s'assumeix que les tecnologies ajuden les persones a millorar la seva qualitat de vida però, per a un ús adequat, és necessari que els professionals sanitaris coneguin les possibilitats i reptes que aquestes ofereixen per a la seva pràctica clínica diària.

### 1.1. Quina és l'acceptació dels professionals i els pacients?

Els primers anys en els quals l'RV i l'RA es van començar a utilitzar en l'àrea de la intervenció, certs sectors les van rebre amb certa desconfiança. Alguns professionals consideraven que el fet d'incloure les TIC en teràpia la podia convertir en una cosa freda i impersonal. No obstant això, malgrat utilitzar la tecnologia, és important recordar que els ingredients essencials de la teràpia (en termes de Korchin i Sands, 1983) es mantenen inalterables: la creença en el canvi, la visió del professional com un expert, les expectatives positives envers la intervenció, la motivació per al canvi, etc.

L'RV i l'RA, per tant, no impliquen un canvi de paradigma o revolució (en el sentit de Kuhn) dins de l'àmbit de la salut. Es tracta, i així s'han de considerar, de noves eines dins de l'ampli ventall de tècniques de les quals ja disposa el professional sanitari. En cap cas vénen per a suplir, modificar o alterar la seva bona praxi i el coneixement expert. Potser per això resulta sorprenent que encara no s'estiguin emprant de manera rutinària en la pràctica clínica. Sens dubte, es tracta d'eines que poden ser molt atractives per a conduir, per exemple, processos terapèutics basats en el joc en nens o adolescents, ajudar els pacients a imaginar i visualitzar situacions ansiògenes, fer sessions de re-

habilitació amb persones de la tercera edat dins d'un entorn controlat i segur, etc. A més, l'RV i l'RA ofereixen el context ideal per a l'educació dels professionals de la salut, i complementen els mètodes tradicionals d'adquisició de coneixements i habilitats clíniques.

En aquest sentit, l'ús de situacions i pacients virtuals permet fomentar l'aprenentatge experiencial, també conegut amb el nom de *learning by doing* (Mantovani, 2001). En general, com s'observa, les possibles aplicacions de l'RV i l'RA en l'àmbit clínic són pràcticament il·limitades.

No obstant això, malgrat els beneficis que té, la poca familiarització dels professionals sanitaris amb les TIC i la seva utilització en teràpia pot generar reticències a l'hora d'acceptar-les i emprar-les quotidianament. En aquesta línia, cal recordar que la incorporació d'aquestes eines condueix a certes modificacions en el procés terapèutic. De fet, l'estreta relació entre el professional i el pacient es veu transformada per la irrupció de la tecnologia.

Durant els propers anys, caldrà estudiar quines condicions i factors poden beneficiar o limitar els tractaments basats en l'RV i l'RA. De moment hi ha certa evidència que mostra que els pacients introvertits, amb més intel·ligència espacial, suggestionables, etc., poden respondre millor a la teràpia mitjançant RV (per a una revisió consulteu Alsina-Jurnet i Gutiérrez-Maldonado, 2010).

D'altra banda, sembla que factors com l'edat del pacient, el sexe o el tipus de malaltia no tindrien una influència determinant. En tot cas, calen més recerques dirigides a donar resposta a aquestes qüestions i, en conseqüència, a determinar quan, com o amb qui és més convenient emprar l'RV i l'RA. Més enllà d'aquestes consideracions, és important destacar que avui dia disposem de dades molt positives que mostren que aquestes tecnologies seran cada vegada més habituals per al professional de la salut.

### Exemple

L'any 2002 Norcross (Norcross, Hedges i Proshaska, 2002) va fer una enquesta a 65 experts en psicoteràpia en la qual els va preguntar sobre el futur d'aquesta al llarg de la dècada següent. Hi va predir que l'RV seria la tercera tècnica de tractament que veuria incrementat l'ús en més mesura. Les teràpies computeritzades (com les sessions de teràpia a distància) se situaven en el cinquè lloc.

En efecte, al llarg d'aquests últims anys l'ús de les TIC en psicoteràpia ha augmentat de manera exponencial i, en general, ho ha fet en les diferents àrees relacionades amb la intervenció sanitària. Ara bé, com s'ha indicat anteriorment, a ningú no se li escapa que la tecnologia encara no s'ha acabat d'integrar per complet en la pràctica clínica habitual. Per conèixer el possible motiu, l'equip de M. Drapeau (Schwartzman, Segal i Drapeau, 2012; Segal, Bhatia i Drapeau, 2011) va fer diverses enquestes sobre ús de l'RV en les quals es van identificar tres limitacions principals (que poden ser extrapolades a altres TIC):

### Exemple

Un metge pot dur a terme una intervenció quirúrgica en un entorn simulat, una infermera fer front a diferents tipus d'emergències mèdiques, un psicòleg fer una entrevista a un pacient virtual, etc.

- El cost econòmic dels equips, sistemes i programari desenvolupat. Avui dia, la majoria d'aplicacions dirigides a avaluar o tractar una determinada malaltia solen tenir un preu que parteix dels 2.000-3.000 euros.
- La possibilitat que apareguin dificultats tècniques durant la sessió de teràpia, i que el professional no sàpiga solucionar-les.
- L'entrenament i coneixements tècnics necessaris per a utilitzar la tecnologia.

Més enllà d'aquests resultats, tot sembla indicar que aquestes barreres podran ser superades en un breu termini de temps. De fet, els professionals sanitaris estan cada vegada més familiaritzats amb l'ús de les TIC i, des d'un punt de vista més ampli, amb les característiques i possibilitats que presenta la societat actual. En aquesta línia cal destacar l'increment en el nombre de persones que poden ser catalogades com a *nadiues digitals* –terme que fa referència als individus que han nascut després del *boom* dels mitjans digitals (Prensky, 2001)– o bé com a *residents digitals* –terme que més enllà de l'edat o any de naixement, es refereix a persones que ja tenen una identitat digital i l'espai habitual de les quals és l'entorn digital (White, 2010). En tot cas, la majoria dels professionals sanitaris s'han deixat de mostrar recelosos respecte als beneficis derivats d'implantar les TIC en les seves consultes i centres.

D'altra banda, també cal assenyalar que diferents universitats i centres de formació (especialment de tercer cicle) estan començant a impartir cursos, assignatures i tallers relacionats amb aquesta temàtica. Però, probablement, el més destacable és que els preus dels equips i les aplicacions disminueixen al mateix temps que n'augmenten les prestacions.

### **Exemple**

L'empresa basca VirtualWare està comercialitzant una plataforma de realitat virtual dirigida al tractament de diferents trastorns d'ansietat i fòbies (virtualret®) amb uns cascos d'RV per un preu que actualment se situa en els 2.100 euros. Aquesta mateixa empresa comercialitza un sistema de rehabilitació virtual (virtualrehab®) en una modalitat de lloguer per servei a un preu actual de 2,5 euros per pacient i mes, amb la qual cosa el cost final s'ajusta a les característiques i necessitats de cada centre.

A Itàlia, el grup de Giuseppe Riva ha desenvolupat NeuroVR®, una plataforma d'RV gratuïta que permet al professional de la salut desenvolupar els seus propis ambients virtuals.

Els exemples que acabem de veure mostren com l'RA i molt especialment l'RV s'estan perfilant, a diferència de fa molt pocs anys, com a eines accessibles per a la gran majoria dels professionals de l'àmbit sociosanitari. Ara bé, arribats a aquest punt, també es fa rellevant conèixer l'opinió que tenen els pacients sobre l'ús de la tecnologia.

En general, les dades obtingudes fins avui són molt optimistes, i apunten al fet que la gran majoria d'ells accepta positivament les intervencions basades en les TIC. En aquest sentit, García-Palacios (Garcia-Palacios, Botella, Hoffman i Fabregat, 2007) va trobar que el 76% dels pacients diagnosticats de fòbies



específiques preferien fer un tractament basat en l'RV que fer-lo en viu. És interessant destacar que el 27% dels pacients va afirmar que es negaria a fer l'exposició en viu, mentre que la taxa de rebuig de l'RV solament va ser del 3%. Simultàniament, un altre estudi (Richard i Gloster, 2007) va mostrar que els terapeutes puntuen l'exposició mitjançant RV com a menys aversiva que l'exposició en viu, i la consideren més acceptable, útil i ètica que les teràpies d'exposició tradicionals. Aquests estudis suggereixen que les TIC, lluny de ser rebutjades pels pacients, són acceptades i fins i tot es prefereixen respecte a tècniques tradicionals.

En aquesta mateixa línia, diferents autors han destacat que l'ús de les TIC pot conduir, d'una banda, a un augment del nombre de pacients que accepta iniciar una teràpia i, de l'altra, a un increment en l'adherència als tractaments, de manera que disminueix la taxa d'abandonaments. Per als pacients de totes les edats les TIC resulten més atractives i motivadores que les tècniques convencionals. L'impacte de la ciberteràpia en salut és cada vegada més gran...

## 1.2. L'RV i l'RA irrompen en el mercat de la intervenció sanitària

En l'àrea de la salut les aplicacions basades en les TIC creixen cada any a un ritme vertiginós. Com a conseqüència, la seva irrupció en hospitals, centres mèdics, despatxos i consultes s'està convertint en tota una realitat. L'època en la qual només grans institucions podien accedir a aquestes eines comença a quedar lluny i, afortunadament, avui dia qualsevol persona pot accedir al seu propi equip d'RV o RA de baix cost. De fet, alguns centres ja ofereixen tractaments altament especialitzats i basats en l'ús d'aquestes tecnologies.

Aquest panorama ha portat diverses empreses a comercialitzar sistemes d'RV dirigits a l'àmbit de la salut (les aplicacions de RA encara es troben en una fase embrionària i, per tant, prèvia a la venda). A continuació (taula 1), es presenta un resum de les principals companyies espanyoles en aquest àmbit al costat d'algun dels productes que ofereixen:

| Empresa     | Web                      | Trastorns  |
|-------------|--------------------------|--|
| Virtualware | www.virtualwaregroup.com | VirtualRET®. Ansietat generalitzada, por a parlar en públic, agorafòbia amb/sense pànic, fòbia a volar, claustrofòbia, hematofòbia, acrofòbia i fòbia a animals petits.<br>VirtualRehab®. Rehabilitació física per a pacients amb esclerosi múltiple, Parkinson i persones de la tercera edat.<br>eMotion®. Avaluació de la síndrome d'Asperger. |
| Nesplora    | www.nesplora.com         | Isla Calma®. Control del dolor.<br>Aula®. Avaluació del TDAH.<br>ERRAND®. Avaluació de funcions executives per a persones amb dany cerebral, esquizofrènia, addiccions i TDAH.   |

Taula 1. Empreses espanyoles amb sistemes comercials d'RV per a l'àmbit de la intervenció en salut

| Empresa   | Web             | Trastorns   |
|-----------|-----------------|---|
| Previ     | www.previsl.com | Virtual Open Out®. Claustrofòbia<br>Virtual Flight®. Por a volar<br>Virtual & Body®. Trastorns alimentaris<br>Virtual Going Out®. Agorafòbia<br>Virtual Pathological Gambling®. Joc patològic<br>Virtual Acrophobia®. Por a les altures |
| Biene-Tec | www.bienetec.es | EMMA®. Trastorn per estrès posttraumàtic i trastorns adaptatius.<br>BioTrack®. Sistema de rehabilitació cognitiva i motora  |

Taula 1. Empreses espanyoles amb sistemes comercials d'RV per a l'àmbit de la intervenció en salut

A escala internacional es poden trobar empreses capdavanteres com Virtual Reality Medical Center, que ofereix aplicacions per al trastorn per estrès posttraumàtic, la fòbia a volar i el control del dolor; Virtually Better, que ofereix entorns dirigits a fòbies específiques (altura, tempestes i volar), fòbia social en nens, por de parlar en públic, desenvolupament d'habilitats, trastorn per estrès posttraumàtic (veterans de guerra, terratrèmols i huracans), addiccions (alcoholisme) i el maneig de l'estrès; o CleVR, que ofereix productes com CleV-RET® (fòbia a volar i fòbia a l'altura), Parnassia: Psychosis Cafe® (psicosi) o D-Scalator® (assertivitat).

També cal destacar l'increment en el nombre d'articles científics relacionats amb l'ús de l'RV i l'RA en l'àmbit de la intervenció sanitària. Un exemple molt il·lustratiu es troba en el treball d'Opris (Opris *et al.*, 2012), qui va trobar que fins al final de l'any 2010 s'havien publicat 1.060 articles científics només en l'àmbit del tractament dels trastorns d'ansietat mitjançant RV. D'aquesta manera, actualment es poden trobar articles científics relacionats amb l'ús de l'RV i l'RA en salut en les revistes nacionals i internacionals més prestigioses, encara que el més rellevant és que ja han començat a aparèixer publicacions especialitzades en l'àrea de la ciberteràpia. En la taula següent (taula 2), i sense ànim de ser exhaustius, es repassen alguna de les principals:

| Publicacions gratuïtes                                  |   |
|---|---|
| <i>Journal of Cybertherapy and Rehabilitation</i>       | <a href="http://journalofcybertherapy.webs.com/">http://journalofcybertherapy.webs.com/</a>   |
| <i>Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine</i>   | <a href="http://www.arctt.info/">http://www.arctt.info/</a>   |
| <i>Emerging Communication</i>                           | <a href="http://www.emergingcommunication.com/">http://www.emergingcommunication.com/</a>   |
| <i>Psychology Journal</i>                               | <a href="http://www.psychology.org">www.psychology.org</a>  |
| Publicacions per subscripció                            |   |
| <i>Cyberpsychology, Behavior and Social Networking</i>  | <a href="http://www.liebertpub.com/overview/cyberpsychology-behavior-and-social-networking/10/">http://www.liebertpub.com/overview/cyberpsychology-behavior-and-social-networking/10/</a> |
| <i>Presence: Teleoperators And Virtual Environments</i> | <a href="http://www.mitpressjournals.org/loi/pres">http://www.mitpressjournals.org/loi/pres</a>   |

Taula 2. Revistes científiques relacionades amb l'àrea de la tecnologia i la salut on es poden trobar articles d'RV i RA

|  |   |
|--|---|
| <i>International Journal on Human Computer Interaction</i> | <a href="http://www.tandfonline.com/toc/hihc20/current">http://www.tandfonline.com/toc/hihc20/current</a>   |
| <i>International Journal of Human- Computer Studies</i>    | <a href="http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-human-computer-studies/">http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-human-computer-studies/</a> |
| <i>Computers in Human Behavior</i>                         | <a href="http://www.journals.elsevier.com/computers-in-human-behavior/">http://www.journals.elsevier.com/computers-in-human-behavior/</a>   |
| <i>Interacting with Computers</i>                          | <a href="http://www.journals.elsevier.com/interacting-with-computers/">http://www.journals.elsevier.com/interacting-with-computers/</a>   |

Taula 2. Revistes científiques relacionades amb l'àrea de la tecnologia i la salut on es poden trobar articles d'RV i RA

Finalment, esmentarem que cada any apareixen nous grups i centres de recerca que tenen com a missió el disseny, desenvolupament, validació i difusió de noves propostes basades en l'RV, l'RA i tecnologies associades. Repassem, a continuació, els grups i centres més rellevants a escala mundial (taula 3). Des de mitjan dècada dels anys noranta algun d'ells està estudiant les possibilitats que ofereixen les TIC en el camp de la intervenció sanitària:

| <b>Grup</b>                 | <b>Institució</b>                                       | <b>País</b> | <b>Web</b>   |
|-----------------------------|---|-------------|--|
| LabPsitec                   | Universitat Jaume I / Universitat de València           | Espanya     | <a href="http://www.labpsitec.uji.es">www.labpsitec.uji.es</a>   |
| LabHuman                    | Universitat Politècnica de València                     | Espanya     | <a href="http://www.labhuman.com">www.labhuman.com</a>   |
| EventLab                    | Universitat de Barcelona / IDIBAPS                      | Espanya     | <a href="http://www.event-lab.org">www.event-lab.org</a>   |
| ATN-P Lab                   | Istituto Auxologico Italiano de Milà                    | Itàlia      | <a href="https://sites.google.com/site/giusepperivalabs/">https://sites.google.com/site/giusepperivalabs/</a>  |
| HTLab                       | Estudis Universitaris de Pàdua                          | Itàlia      | <a href="http://htlab.psy.unipd.it">http://htlab.psy.unipd.it</a>  |
| VRMI                        | Virtual Reality Media Institute                         | EUA         | <a href="http://www.vrphobia.com">www.vrphobia.com</a><br><a href="http://www.vrphobia.eu">www.vrphobia.eu</a> |
| Medical Virtual Reality Lab | USC. Institute for Creative Technologies                | EUA         | <a href="http://medvr.ict.usc.edu/">http://medvr.ict.usc.edu/</a>  |
| HITLab                      | Universitat de Washington                               | EUA         | <a href="http://www.hitl.washington.edu/home/">http://www.hitl.washington.edu/home/</a>                        |
| Virtual Reality and Phobias | Delf University of Technology / Universitat d'Amsterdam | Holanda     | <a href="http://mmi.tudelft.nl/vret/">http://mmi.tudelft.nl/vret/</a>  |
| Cyberpsychology Lab of UQO  | Universitat del Quebec                                  | Canadà      | <a href="http://w3.uqo.ca/cyberpsy/en/index_en.htm">http://w3.uqo.ca/cyberpsy/en/index_en.htm</a>              |

Taula 3. Grups de recerca dirigits al desenvolupament d'aplicacions d'RV i RA en salut

Tot sembla indicar que tant l'RV com l'RA estan llestes per a endinsar-se i consolidar-se en l'àmbit de salut. Ara bé, en què consisteixen exactament aquestes tecnologies? Per què són efectives per a la intervenció sanitària?

## **2. Conceptes fonamentals de la realitat virtual i la realitat augmentada. Què són? Per què cal utilitzar-les en l'àmbit de la intervenció clínica?**

Avui dia hi ha un ampli ventall de sistemes, dispositius i aplicacions basats en la tecnologia de l'RV i l'RA. Això fa que sigui difícil, si no impossible, proporcionar-ne una definició consensuada i completa.

Els termes *realitat virtual* (encunyat l'any 1986 per Jaron Lanier) i *realitat augmentada* (proposat per Tom Caudell el 1990) són relativament recents i, curiosament, tots dos van sorgir durant la mateixa època. Malgrat això, ningú no dubta que l'RV s'ha establert en la nostra societat, i més concretament en l'àrea de la salut, d'una manera més ràpida i intensa. Això es pot deure, d'una banda, a la proximitat que hi ha entre l'RV i els videojocs 3D comercials. De fet, en tots dos casos l'usuari s'ha d'enfrontar a mons tridimensionals generats per l'ordinador amb els quals pot interactuar en temps real.

És probable que les persones estiguin molt més familiaritzades amb la manera d'ús de l'RV, que resulta més intuïtiva i senzilla que l'RA. D'altra banda, el tipus de desenvolupament de la indústria de l'entreteniment i dels videojocs ha conduït al fet que molts perifèrics característics de l'RV, com ulleres d'RV o les palanques de control (*joysticks*), tinguin un preu assequible. Per contra, els equips de RA tradicionalment han tendit a tenir preus més elevats atès que el seu ús s'ha limitat a projectes de recerca i desenvolupament (R+D). De totes maneres, aquesta situació ha començat a canviar durant els últims anys. Les empreses disposades a apostar per l'ús de l'RA en àrees com l'educació, la publicitat o l'oci són cada vegada més comunes. De la mateixa manera, el nombre d'aplicacions de baix cost per a dispositius mòbils com tauletes o telèfons intel·ligents (*smartphones*) ha incrementat de manera dràstica. És molt factible que a mesura que el públic estigui més habituat i els costos siguin més ajustats, l'RA se situï, com a mínim, en el mateix nivell que l'RV. Per això és rellevant que el professional de la salut conegui l'ús de l'RV, però també de l'RA.

Cal destacar, d'altra banda, que els inicis de totes dues tecnologies es remunten a la dècada dels anys seixanta, quan la companyia Morton Heiling va crear el Sensorama®. Aquest dispositiu, patentat el 1962, permetia visualitzar una pel·lícula estereoscòpica mentre s'estimulaven els diferents canals sensorials de l'espectador: olfatori, auditiu (so estèreo) o tàtil (vibracions en el seient i simulació de vent). En aquesta mateixa dècada, Ivan Sutherland (1968) va publicar "A head-mounted three dimensional display", en què mostrava que era possible combinar gràfics tridimensionals generats per ordinador amb visualitzacions interactives col·locades en el cap de l'usuari.

Des de llavors, la gran majoria de definicions s'han limitat a conceptualitzar tant l'RV com l'RA com a meres col·leccions de tecnologies. Ara bé, per als professionals de la salut aquest tipus de definició no resulta d'utilitat.

En les ciències de la salut cal desplaçar el focus d'atenció de la tecnologia a les persones que la utilitzen. Partint d'aquesta perspectiva, l'RV i l'RA es conceptualitzen com a formes molt avançades d'interacció entre la persona i l'ordinador, en les quals l'usuari deixa de ser un receptor d'imatges i dades en el monitor i es converteix en un agent actiu (Riva, Molinari i Vincelli, 2002).

En utilitzar aquests sistemes TIC, el pacient es pot moure i interactuar en primera persona i en temps real amb entorns o objectes tridimensionals mentre se li estimulen diferents sentits. L'RV i l'RA, per tant, representen un salt qualitatiu respecte a altres tecnologies com la televisió o l'ordinador, ja que l'usuari es troba completament submergit en les situacions presentades, i pot interactuar amb els elements virtuals de manera semblant a com ho faria en el món real.

Dos dels conceptes fonamentals de tot sistema d'RV i RA són la **immersió** i la **interacció**.

Totes dues tecnologies, a partir de l'estimulació multisensorial (immersió) i la possibilitat d'interactuar amb els objectes virtuals en temps real (interacció), són capaces d'induir en l'usuari la sensació d'estar físicament dins dels entorns mostrats. Aquesta il·lusió es denomina *sentit de presència* (Steuer, 1992) i és, precisament, el que fa tan atractives l'RV i l'RA en l'àrea de la intervenció clínica.

Com s'observa en la figura 2, la conseqüència principal derivada d'un elevat nivell de presència és que l'usuari experimentarà en l'entorn digital emocions, reaccions i pensaments semblants als que mostraria en una situació real equivalent (vegeu, per exemple, Alsina-Jurnet *et al.*, 2011).

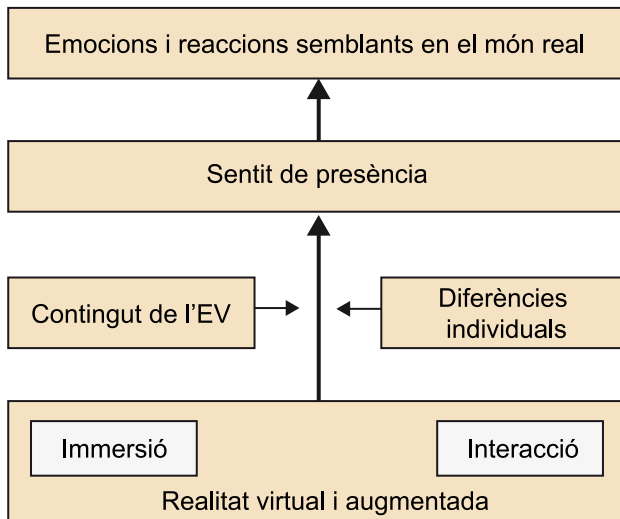


Figura 2. Propietats bàsiques d'un sistema d'RV i RA

L'RV i l'RA no es limiten a reproduir de manera exacta el món real, sinó que permeten anar més enllà. Hi és possible representar elements impossibles de trobar en la realitat però que, sens dubte, poden tenir un interès clínic especialment rellevant. Aquesta és, precisament, l'última propietat d'aquests sistemes: la imaginació.

Una vegada revisades les característiques comunes a totes dues tecnologies (les tres *i*: immersió, interacció i imaginació), és necessari observar-ne les principals diferències. En aquest sentit cal destacar que Milgram i Kishino (1994) van definir les qualitats de l'RV i l'RA al llarg d'un *continuum* que va des del món real a un món exclusivament virtual (figura 3).



Figura 3. Continuum de Milgram i Kishino (1994)

En els sistemes d'RV l'usuari està completament envoltat per un context sintètic, mentre que en l'RA l'usuari observa una imatge en la qual es barregen entorns reals amb objectes virtuals.

Dit d'una altra manera, en l'RV el món real se substitueix per situacions virtuals generades per mitjà de l'ordinador (figura 4.1). Per contra, l'RA no pretén reemplaçar la realitat, sinó utilitzar elements virtuals per a complementar-la i millorar-la (Azuma *et al.*, 2001) (figura 4.2). L'aspecte més rellevant de l'RA és que aquests elements digitals proporcionen informació rellevant i útil que no està disponible en el món real.

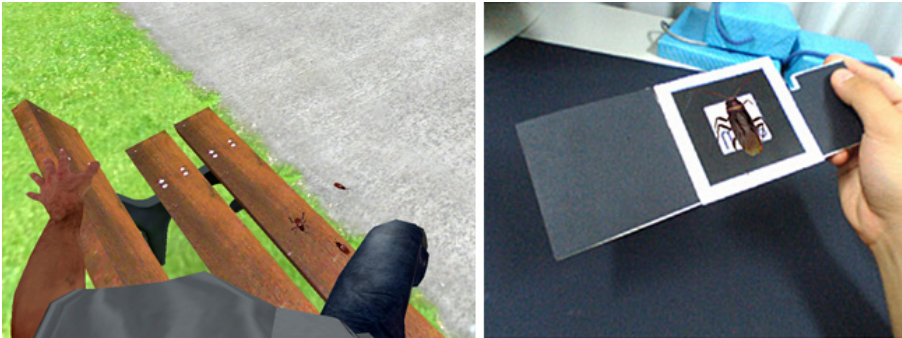


Figura 4.1. Entorn Virtual de VirtualRet® per a la fòbia a les paneroles  
 Figura 4.2. Entorn d'AR-Insect Phobia® desenvolupat per LABSITEC

Naturalment, cadascuna de les eines té les seves pròpies característiques i, en conseqüència, diferents avantatges i inconvenients.

L'RA ofereix un grau de realisme més gran que l'RV, ja que el context i els elements per a interactuar són reals.

A més, en la majoria de sistemes d'RA el pacient pot veure parts del seu propi cos (les mans, els peus, etc.) durant les simulacions, i això afavoreix el judici de realitat i la sensació de presència. Aquesta característica possibilita la realització d'exercicis dirigits a modelar certs comportaments i conductes (com matar una panerola virtual utilitzant elements reals, fer exercicis de rehabilitació motora, etc.).

L'RV ofereix un nivell de flexibilitat i de control estimular més elevat que l'RA.

En RV, atès que tot el que veu el pacient està generat per l'ordinador, resulta factible representar qualsevol cosa que puguem arribar a idear. Amb l'RV resulta senzill determinar com i quan es presenten els diferents estímuls, situacions o contextos. Per contra, l'RA està influenciada per un entorn físic que, de vegades, pot resultar impredecible.

La decisió sobre quina eina cal utilitzar dependrà, en gran manera, de les característiques de la malaltia sobre la qual es pretengui intervenir, i també dels objectius terapèutics. En general, es considera que l'RA és més convenient quan es compleixen dues premisses:

- El pacient pot utilitzar elements reals per a interactuar amb els elements virtuals (per exemple, les mans).
- El pacient pot ser tractat utilitzant l'entorn real en el qual es troba.

En cas contrari és preferible l'ús de sistemes d'RV. A continuació, es pot observar un quadre resum amb els principals punts en comú i diferències entre els sistemes d'RV i RA (taula 4):

| <b>Característiques dels sistemes d'RV i RA</b>   |   |
|---|---|
| <b>Comunes</b>  | <b>Diferents</b>  |
| <p>Les tres <i>i</i>: immersió, interacció i imaginació.<br/>           Estimulació de diferents canals sensorials (immersió).<br/>           Interacció amb elements digitals en temps real.<br/>           Possibilitat de recrear situacions que no es troben en la realitat (imaginació).<br/>           Inducció de reaccions semblants a les que es donen en la realitat.</p> | <p>L'RV substitueix per complet el món real.<br/>           L'RA complementa el món real afegint informació digital.<br/>           L'RA permet veure l'espai físic en el qual es troba el pacient.<br/>           L'RV ofereix més flexibilitat i control estimular.</p> |

Taula 4. Característiques principals dels sistemes d'RV i RA



### 3. Components d'un equip d'RV i RA: sistemes d'entrada i sistemes de sortida

Actualment, i encara que s'estigui lluny d'arribar a un sistema estàndard, es poden arribar a diferenciar sis parts essencials de tot sistema d'RV o RA. Tal com s'observa en la figura 5 (Davies, 2001) aquests components són: l'ordinador, els sistemes d'entrada (prenent com a referència l'ordinador, no la persona), els sistemes de sortida, l'entorn i els elements virtuals presentats, la persona que utilitza la tecnologia i, de vegades, Internet.

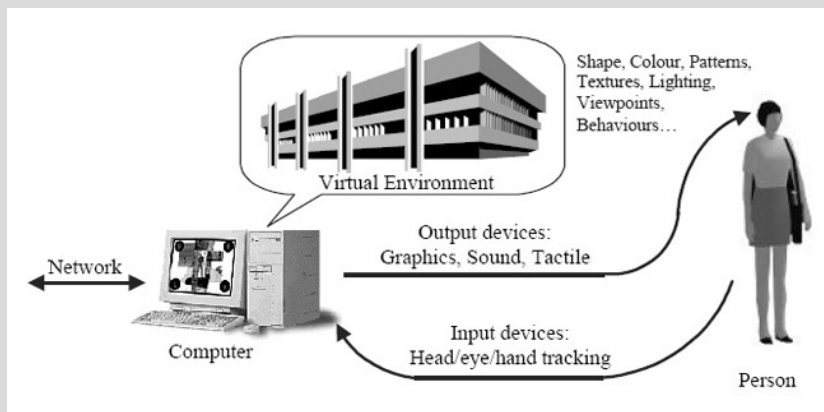


Figura 5. Components bàsics d'un equip d'RV o RA

Atesa la gran quantitat de dispositius i aparells existents, a continuació solament es detallaran els que s'utilitzen actualment en l'àmbit de la intervenció sanitària. Es començarà descrivint breument els sistemes d'entrada i de sortida perquè són, tal vegada, els més característics i desconeguts. Posteriorment, es revisaran algunes aplicacions en les quals s'utilitza Internet per a fer intervencions a distància.

#### 3.1. Sistemes d'entrada

Els sistemes d'entrada són els encarregats de proporcionar a l'ordinador informació sobre les accions que fa l'usuari. En les aplicacions de l'àrea de la salut l'usuari principal és el pacient, encara que també és habitual que el professional tingui l'oportunitat de controlar certs paràmetres al llarg de la sessió terapèutica.

##### 3.1.1. Localització i orientació

Els dispositius d'entrada permeten, en primer lloc, conèixer el punt de vista que té l'usuari en un moment determinat i els moviments que fa. En els sistemes d'RV el dispositiu més comú és el sensor de posició (figura 6.1). Aquest

#### Exemple

En un cas de fòbia a volar, el terapeuta pot fer que apareguin turbulències durant un vol virtual.

tipus de sensor (*tracker*) se sol col·locar en la part superior d'uns cascos (*head mounted display*, HMD), amb la qual cosa permet registrar en temps real la posició i orientació del cap de l'usuari. D'aquesta manera és possible adaptar la imatge de l'ambient virtual als moviments fets amb el cap, i això provoca en l'usuari una elevada sensació d'estar dins de la situació. El preu d'aquest tipus de dispositiu és molt variat, encara que, avui dia, és possible adquirir un sensor de bona qualitat per menys de 100 euros. És probable que al llarg dels propers anys, a mesura que se'n generalitzi l'ús, el cost baixi de manera gradual. En equips no immersius (de sobretaula) aquesta informació sol provenir de dispositius tan comuns com el ratolí de l'ordinador, un *pad*, una palanca de control o bé el teclat mateix.

En els sistemes de RA, a diferència del que ocorre amb l'RV, l'entorn que es presenta al pacient no està generat per un ordinador, és la situació física mateixa en la qual es troba el pacient. Això implica la necessitat d'utilitzar un dispositiu capaç de capturar i registrar el món real. El més habitual (encara que no es tracta de l'única tècnica) consisteix a utilitzar una càmera que, al costat del sensor de posició, s'integra en l'HMD (figura 6.2). Les imatges procedents de la càmera s'envien a l'ordinador, que les barreja amb elements virtuals. Com a resultat l'usuari podrà visualitzar, en temps real i per mitjà de l'HMD, una imatge composta pel món real i els elements virtuals superposats. El més freqüent és utilitzar una càmera web (*webcam*), encara que, en equips més avançats, s'utilitzen càmeres d'infrarojos. Es tracta, en definitiva, d'un dispositiu accessible per a la majoria de professionals de la salut.

### Exemple

Una de les càmeres més utilitzades en les aplicacions de RA desenvolupades per LabHuman i LabPsítec (Creative NX-Ultra®) té un preu que, avui dia, se situa entorn dels 75 euros.



Figura 6.1. Equip de RA en el qual una càmera s'integra en els cascos  
Figura 6.2. Sensor de posició

En els sistemes d'RV i RA també hi ha la possibilitat, encara poc comuna, d'utilitzar un *eyetracking*. L'*eyetracking* registra en temps real els moviments oculars de l'usuari i, en cas necessari, permet adaptar el punt de vista de l'escena. Si bé investigadors de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne l'estan utilitzant per a avaluar els patrons de mirada en persones amb fòbia

social, el seu ús en salut és molt limitat. Això és a causa del preu elevat que té, que, en sistemes comercials com Tobii®, se situa per sobre dels 10.000 euros (s'espera que en un futur proper aquests preus disminueixin).

### Nota

Amb tota probabilitat aquesta situació començarà a canviar en breu, ja que, al seu gran potencial, s'uneix el fet que comencen a aparèixer les primeres aplicacions gratuïtes. Una d'aquestes és la desenvolupada pel grup danès ITU Gazegroup, que ha creat un programari lliure que només requereix l'ús d'una càmera web equipada amb infrarojos perquè qualsevol persona pugui tenir el seu propi sistema d'*eyetracking*.

### 3.1.2. Navegació i interacció

Els sistemes d'entrada fan possible la navegació i la interacció amb els diferents elements virtuals. En equips d'RV se solen utilitzar dispositius tradicionals com el ratolí o la palanca de control que permeten a l'usuari interactuar i desplaçar-se lliurement per l'ambient virtual. D'altra banda, encara que no siguin tan comuns, es poden emprar dispositius com un *cyberpuck* (figura 7.1), un *spacemouse* (figura 7.2) o un *spaceball* (figura 7.3), que ofereixen més llibertat de moviments, o fins i tot es pot recórrer a l'ús d'objectes reals, com un volant, si del que es tracta és de conduir per una carretera virtual.



Figura 7.1. *Cyberpuck*  
Figura 7.2. *Spacemouse*  
Figura 7.3. *Spaceball*

En els equips d'RA l'usuari no ha de navegar dins d'ambients virtuals. Atès que el context és la situació real en la qual es troba el pacient, aquest utilitza el seu propi cos per a moure's. Així, en els sistemes d'RA no s'utilitzen dispositius que sí que són habituals en equips d'RV (com per exemple, el ratolí de l'ordinador, una palanca de control, etc.). En general, la interacció amb els objectes virtuals es du a terme amb diferents parts corporals (per exemple, les mans) o bé amb objectes reals. En el sistema AR-Insect Phobia® de LABPSITEC, per exemple, el pacient fòbic té l'oportunitat de matar paneroles amb un insecticida real. El funcionament és senzill: el sistema calcula la distància entre la localització de l'objecte real i l'element virtual (per a això s'utilitzen diferents "marcadors") i quan aquests estan a prop s'executa l'acció.

En sistemes immersius d'RV i equips de RA hi ha la possibilitat (encara no gaire explotada en l'àrea de la intervenció) d'utilitzar guants de dades (*data-gloves*). Els guants permeten moure els dits per agafar un objecte virtual, desplaçar-lo i deixar-lo en obrir la mà. Es tracta d'un dispositiu accessible, atès que actualment els models més econòmics se situen per sota dels 70 euros, encara que els de gamma més elevada poden arribar a tenir un preu de diversos milers

d'euros. Tal com s'ha indicat amb anterioritat, s'espera que el preu d'aquests dispositius es continuï reduint durant els propers anys i, molt especialment, a mesura que es vagin integrant en la indústria dels videojocs comercials.

### 3.2. Sistemes de sortida

Els sistemes de sortida s'encarreguen d'estimular els diferents canals sensorials del pacient. En l'àrea de la intervenció sanitària la majoria d'aplicacions d'RV i RA ofereixen, com a mínim, estimulació visual i auditiva. En alguns casos també es presenta alguna forma d'estimulació tàctil. Finalment cal destacar que, avui dia, l'estimulació olfactiva encara continua essent la gran excepció.

#### 3.2.1. Estimulació visual

Actualment es pot trobar un ampli ventall de dispositius d'estimulació visual. En els equips d'RV es pot fer una primera gran divisió entre sistemes **immersius** i sistemes **no immersius** en funció del sistema visual utilitzat. En general, els sistemes immersius faciliten que l'usuari s'aïlli de l'espai físic en el qual es troba, amb la qual cosa pot dirigir més recursos atencionals cap a l'ambient virtual.

El sistema immersiu més utilitzat és, sens dubte, l'HMD (figura 8.1). Un HMD conté dues petites pantalles, una per a cada ull, que mostren les imatges de l'ambient virtual de manera que l'usuari percep els objectes amb una mida semblant al món real. Com s'ha comentat amb anterioritat, l'HMD sol estar lligat a un sensor de posició, amb la qual cosa és possible moure el cap per mirar diferents zones del món virtual. El preu dels HMD ha baixat dràsticament al llarg dels anys i, avui dia, en podem trobar per un preu inferior als 400-500 euros. Els dispositius amb prestacions més avançades (més camp visual, imatges estereoscòpiques, etc.) encara superen els 30.000 euros.

Malgrat que els HMD són el sistema més utilitzat, el dispositiu més immersiu és el CAVE (*computer automatic virtual environment*) (figura 8.2). El CAVE és una petita habitació d'uns tres metres quadrats en la qual les imatges de l'ambient virtual es projecten en les tres parets frontals i en el sòl (encara que es poden arribar a emprar fins a sis pantalles). El pacient se situa a la zona central i es troba completament envoltat per un món virtual: pot caminar, interactuar amb objectes tridimensionals, etc. Naturalment, l'ús està molt limitat tant per raons econòmiques (actualment el preu mínim està per sobre dels 100.000 euros) com d'espai. Malgrat això, en l'EventLab de la Universitat de Barcelona s'utilitza un CAVE en projectes dirigits a l'estudi de diferents malalties, com la por a parlar en públic o el control del dolor.

Durant els últims anys s'ha començat a utilitzar un dispositiu denominat *dome* ('cúpula') (figura 8.3), consistent en una superfície ovalada en la qual es projecta l'ambient virtual. En el Medical Virtual Reality Lab de l'Institute for Creative Technologies s'està emprant el *dome* per a l'avaluació del TDAH en nens. Avui dia el preu va dels 15.000 als 300.000 euros.

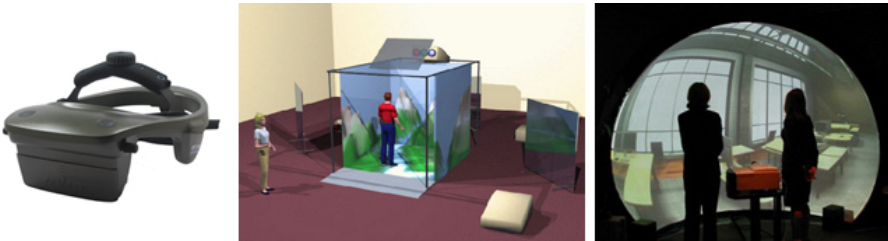


Figura 8.1. HMD  
Figura 8.2. CAVE  
Figura 8.3. *Dome*

En l'àrea de la intervenció sanitària, alguns investigadors han desenvolupat equips immersius ajustats a contextos i necessitats concretes.

### Exemple

En l'HITLab de la Universitat de Washington, l'equip de Hunter Hoffman (Hoffman *et al.*, 2004) ha construït un HMD submergible (figura 9) que permet al personal d'infermeria utilitzar l'RV com a tècnica de distracció del dolor durant les cures a persones amb cremades. D'aquesta manera, el pacient pot interactuar amb mons virtuals mentre es troba submergit en una banyera d'hidroteràpia i el personal encarregat li fa la cura de les ferides. Els resultats obtinguts mostren la gran eficàcia del sistema dissenyat per a controlar el dolor en pacients cremats.



Figura 9. Pacient cremat utilitzant l'RV per a desviar la seva atenció del dolor al món virtual

En sistemes no immersius d'RV es pot utilitzar una pantalla de projecció o bé, simplement, el monitor de l'ordinador (sistema que s'ha mostrat molt efectiu en el tractament de fòbies).

En els equips d'RA, en canvi, se sol traçar una divisió basada en tres grans categories:

- **Dispositius situats al cap.** Equips en els quals la visualització de l'ambient virtual es fa per mitjà d'un HMD. Per al gran públic el cas més conegut és Google Glass® (figura 10), les ulleres d'RA que actualment està desenvolupant Google. Les Goggle Glass® van connectades a un telèfon intel·ligent, la qual cosa permet a l'usuari interactuar amb el seu entorn natural mitjançant simples instruccions de veu: fer una foto, gravar un vídeo, buscar una adreça, demanar informació sobre el que està observant, etc. Per a l'àrea de la salut, el seu interès està en la possibilitat de mostrar informació digital superposada a situacions de la vida quotidiana del pacient, anant més enllà de la consulta del professional. El potencial de Google Glass® és enorme i, probablement, durant els propers anys presenciarem un *boom* en les seves aplicacions per a l'àmbit que ens ocupa. Tot sembla indicar que Google Glass® estarà disponible a partir del final de l'any 2013 per un preu que s'estima que serà inferior als 1.500 dòlars.



Figura 10. Google Glass®, les ulleres d'RA desenvolupades per Google

- **Dispositius de mà.** Equips en què els diferents components del sistema d'RA s'integren en un sol dispositiu. Són dispositius petits, lleugers i sense fil. Per mitjà d'una càmera capturen vídeo o imatges estàtiques però, abans de presentar-les a l'usuari, les combinen amb informació digital. La forma més senzilla i popular d'RA consisteix en l'ús de codis QR per mitjà de dispositius mòbils.

Els codis QR són sistemes per a emmagatzemar informació per mitjà de matrius de punts o de barres bidimensionals (figura 11) que els telèfons intel·ligents interpreten com un enllaç, la qual cosa permet complementar l'entorn físic amb continguts en línia com textos, vídeos, sons, objectes 3D, etc. Si bé en salut el seu ús és encara reduït (encara que ja hi ha algunes aplicacions senzilles), hi ha tot un camp per desenvolupar.

- Generar codis QR resulta molt senzill i es pot fer gratuïtament per mitjà d'aplicacions com QR Droid® o aplicacions en línia com QR Stuff®, Unitag QR Generator® o Tago Mobile®.

#### Exemple

Code d'Urgence®, en cas d'emergència mèdica, permet accedir a l'historial clínic d'un pacient per mitjà d'un codi QR.



Figura 11. Codi QR

- **Dispositius espacials.** En aquest tipus de sistemes la tecnologia s'integra en l'entorn i, per a això, s'utilitzen projectors digitals que mostren informació gràfica sobre objectes físics. Els dispositius espacials no s'adapten al moviment de l'usuari, és l'usuari mateix el que s'ha de moure al seu voltant. Les seves característiques el converteixen en un aliat perfecte per al treball col·laboratiu. Encara que és improbable que aquests dispositius tinguin una gran incursió en l'àrea de la intervenció sanitària, pròximament en podrien començar a aparèixer la primeres aplicacions.

#### **Exemple**

Un dels dispositius espacials més conegut és IllumiRoom®, que actualment desenvolupa Microsoft©. Aquest dispositiu permetrà projectar imatges més enllà de la pantalla, estenent-les a l'espai físic en el qual es troba l'usuari (la seva pròpia habitació, per exemple).

### **3.2.2. Estimulació auditiva**

La majoria dels esforços dels dissenyadors i fabricadors de dispositius d'RV o RA s'han dirigit a desenvolupar sistemes d'estimulació visual molt variats i sofisticats. En canvi, els sistemes auditius han quedat relegats freqüentment a un segon pla. Això és a causa que el sentit principal per a la persona humana és la visió; de fet, autors com Eysenck i Keane (1995) assenyalen que el 60% de la informació es basa en aquest sentit. Malgrat això, no hi ha dubte de l'impacte que tenen els sons en la nostra percepció de la realitat (només cal imaginar una pel·lícula sense efectes de so).

Afortunadament, els equips actuals de reproducció musical tenen la qualitat suficient per a recrear efectes de so indistingibles dels reals, de manera que les interfícies auditives són les que han aconseguit més fidelitat. En salut, per tant, s'utilitzen dispositius tan habituals com un parell d'altaveus, auriculars o bé un conjunt d'altaveus que envolten el pacient (produint sons envolupants).

Un dels principals avantatges de l'RV i l'RA és la possibilitat de localitzar el so en un espai tridimensional. Dit d'una altra manera, els paràmetres del so (volum, altaveus que s'activen, etc.) varien en funció de la posició relativa que té l'usuari respecte a la font de so virtual.

**Exemple**

Si un pacient s'apropa a un gos virtual, el so dels lladrucs incrementarà progressivament.

### 3.2.3. Estimulació hàptica

De vegades, els sistemes d'RV i RA ofereixen tipus específics d'estimulació hàptica. En aquesta se solen identificar dues categories:

- **Estimulació tàctil.** L'estimulació tàctil (la informació que rebem a través de la pell) ens permet conèixer la naturalesa de l'objecte que toquem: la temperatura, textura, etc. Per a això se solen utilitzar guants de dades o bé dispositius capaços de produir vibracions.

**Exemple**

En casos de fòbia a volar pot ser rellevant simular les vibracions produïdes en la butaca de l'avió. En aquesta línia Graap (Graap *et al.*, 2004) va proposar col·locar sota el seient del pacient un gran altaveu tancat en una caixa. Aquest procediment sol generar una sensació molt real.

- **Estimulació cinestèsica.** L'estimulació cinestèsica complementa l'anterior, ja que permet manipular objectes amb precisió. S'encarrega de donar retroalimentació de força en tocar un objecte, i proporciona informació sobre el pes, volum, posició, etc. Els dispositius d'estimulació cinestèsica més comuns són els guants o el Phantom®.

Tots dos tipus d'estimulació rarament s'utilitzen en l'àmbit clínic, encara que serien molt rellevants, per exemple, en aplicacions de RA (en què el pacient podria tocar, moure i notar l'element virtual superposat a la realitat). Malgrat això, sí que s'empra la denominada *virtualitat augmentada* (VA), que consisteix a utilitzar elements reals durant l'exposició a ambients virtuals. Seguint amb l'exemple anterior, en un cas de fòbia a volar se situaria el pacient assegut en una butaca estreta d'un avió real (figura 12):





Figura 12. Pacient amb fòbia a volar utilitzant un sistema de VA

### 3.2.4. Estimulació olfactiva

El sentit de l'olfacte té un gran potencial per a evocar records i emocions. La síntesi d'olors en sistemes TIC, per tant, tindria un enorme valor per a la intervenció en diferents malalties. Malgrat això, la gran complexitat del sistema olfactivi humà fa que es tracti de dispositius molt poc desenvolupats. El més complicat és, en primer lloc, determinar la manera com s'emmagatzemen les olors (avui dia s'utilitzen líquids, gels o microcàpsules). En segon lloc, cal depurar l'aire i eliminar l'olor quan ja no sigui requerit.

En la Universitat de Houston, el Dr. Bordnick ha desenvolupat VR-ACRAS (Bordnick *et al.*, 2008). Es tracta d'una aplicació basada en l'RV dirigida a l'avaluació i tractament de l'alcoholisme. VR-ACRAS combina l'exposició a diferents ambients virtuals amb l'ús d'un dispositiu capaç de sintetitzar olors, l'Scent Palette System. Aquest sistema permet alliberar olors quan es donen certes accions en l'ambient virtual. Així, si el pacient s'apropa a la barra del bar, es pot emular l'olor de les seves begudes favorites (whisky, cervesa, brandi, ginebra, vi, etc.). Es tracta d'una de les poques aplicacions en l'àrea de la salut que emprava l'estimulació olfactiva.

### 3.3. Internet

El ràpid desenvolupament d'Internet ha multiplicat les possibilitats ofertes per les aplicacions tradicionals d'RV i RA. Avui dia és possible que persones situades en qualsevol part del món conflueixin en un mateix món virtual 3D. Hi poden dur a terme activitats tan variades com quedar per a una cita, anar de compres, assistir a una conferència i, naturalment, establir un procés d'intervenció a distància.

L'Espai Psicoanalític de Barcelona (EPBCN) va ser un dels centres pioners a oferir psicoteràpia per mitjà de *Second Life*®. En concret, van desenvolupar dues illes en les quals era possible fer sessions de psicoanàlisi individuals, de parella, familiars o grupals. En aquesta mateixa línia, investigadors de l'ATN-P Lab Italià han creat l'illa Eureka (Gorini, Gaggioli, Vigna i Riva, 2008). Eureka utilitza les característiques de *Second Life*® per a la prevenció i el tractament de les addiccions. Una altra de les possibilitats que ofereix *Second Life*® és la d'establir grups virtuals de pacients. Amb aquest ànim, l'empresa Brain Talk Industries ha creat Brigadoon®, la primera illa per a pacients amb síndrome d'Asperger i Live2Give®, destinada a pacients amb paràlisi cerebral.

Internet també fa possible la realització d'intervencions de manera remota, i augmenta el nombre de persones que hi poden accedir. En aquest sentit, en la Delft University of Technology s'està desenvolupant un sistema que permet tractar de manera simultània i en línia pacients fòbics. El sistema, denominat CATCH® (*computer support for anxiety disorder at home*) permet al terapeuta comunicar-se amb el pacient, seleccionar els ambients virtuals apropiats, veure les seves reaccions per mitjà d'una càmera, monitorar-lo i controlar certs paràmetres durant la sessió d'exposició. Malgrat que encara està en fase de validació, es preveu que en un futur estigui disponible la versió comercial. Aquest és, tan sols, un exemple que mostra com les tecnologies d'Internet, RV i RA es poden aliar per oferir nous serveis terapèutics.

## Resum

En els últims anys, l'aparició i consolidació de les noves tecnologies ha tingut un fort impacte en l'àrea de la salut. Entre aquestes, la realitat virtual i la realitat augmentada han començat a exercir un paper central tant en l'àmbit de la recerca com en el clínic. Es tracta de tecnologies que permeten als pacients començar a afrontar els seus problemes dins d'un context controlat, segur i protegit. Per al clínic, representen una sèrie d'avantatges, possibilitats i reptes que ha de conèixer si les vol implementar en la seva pràctica clínica. Es fa necessari, per tant, millorar les competències dels professionals de la salut en l'ús de les noves tecnologies si es pretén millorar la pràctica professional, i oferir als pacients els últims avanços i desenvolupaments en teràpies eficaces.

Les TIC són eines relativament recents i encara hi ha molt treball per dur a terme. Les aplicacions actuals representen solament l'inici de l'enorme progressió que es produirà al llarg d'aquesta dècada. És difícil concebre una malaltia que no pugui ser abordada mitjançant l'ús d'aplicacions basades en sistemes d'RV o RA. La creació de futures aplicacions depèn, tan sols, del coneixement de tals tecnologies, la disposició de temps i recursos i, especialment, del talent personal, la curiositat i l'interès per la innovació constant.



## Bibliografia

- Alsina-Jurnet, I. i Gutiérrez-Maldonado, J.** (2010). Influence of personality and individual abilities on the sense of presence experienced in anxiety triggering virtual environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68 (10), 788-801.
- Alsina-Jurnet, I., Gutiérrez-Maldonado, J., i Rangel-Gómez, M. V.** (2011). The role of presence in the level of anxiety experienced in clinical virtual environments. *Computers in Human Behavior*, 27 (1), 504-512.
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., i MacIntyre, B.** (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21 (6), 34-47.
- Bordnick, P. S., Traylor, A., Copp, H. L., Graap, K. M., Carter, B., Ferrer, M., i Walton, A. P.** (2008). Assessing reactivity to virtual reality alcohol based cues. *Addictive Behaviors*, 33 (6), 743-756.
- Botella, C., García-Palacios, A., Baños, R. M., i Quero S.** (2009). Cybertherapy: Advantages, Limitations and Ethical Issues. *PsychNology Journal*, 7 (1), 77-100.
- Davies, R. C.** (2001). Virtual reality hardware and software: complex usable devices?. A: G. Riva i F. Davide. (Ed.), *Communications Through Virtual Technology: Identity Community and Technology in the Internet Age* (pp. 3-19). Amsterdam: IOS Press.
- Eysenck, M. W. i Keane, M. T.** (1995). *Cognitive Psychology, a student's handbook*. Nova York: Psychology Press.
- García-Palacios, A., Botella, C., Hoffman, H., i Fabregat, S.** (2007). Comparing acceptance and refusal rates of virtual reality exposure vs. in vivo exposure by patients with specific phobias. *Cyberpsychology and Behavior* 10 (5), 722-724.
- Gorini, A., Gaggioli, A., Vigna, C., i Riva, G.** (2008). A Second Life for eHealth: Prospects for the Use of 3-D Virtual Worlds in Clinical Psychology. *Journal of Medical Internet Research*, 10 (3), e21.
- Graap, K., Anderson, P., Zimand, E., Rothbaum, B. O., Hodges, L. F., i Wilson, J.** (2004). Treating fear of flying in virtual reality: A controlled study. *CyberPsychology and Behavior*, 7 (3), 285-286.
- Hoffman, H. G., Patterson, D. R., Magula, J., Carrougher, G. J., Zeltzer, K., Dagdakis, S., i Sharar, S. R.** (2004). Water-friendly virtual reality pain control during wound care. *Journal of Clinical Psychology*, 60 (2), 189-195.
- Korchin, S. i Sands, S.** (1983). Principles common to all psychotherapies. A: C. E. Walker (Ed.), *The Handbook of Clinical Psychology*. Nova York: Dow Jones-Irwin.
- Mantovani, F.** (2001). VR Learning: Potential and challenges for the use of 3D environments in education and training. A: G. Riva i C. Galimberti (Ed.), *Towards cyberpsychology: Mind, cognitions and society in the internet age* (pp. 207-225). Amsterdam: IOS Press.
- Marks, I. M., Cavanagh, K., i Gega, L.** (2007). Computer-aided psychotherapy: revolution or bubble? *British Journal of Psychiatry*, 191, 471-473.
- Milgram, P. i Kishino, F.** (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transaction on Information Systems*, E77-D, 1321-1329.
- Norcross, J. C., Hedges, M., i Proshaska, J. O.** (2002). The face of 2010: a Delphi poll on the future of psychotherapy. *Professional Psychology: Research and Practice*, 33 (3), 316-322.
- Opris, D., Pinte, S., García-Palacios, A., Botella, C., Szamosközi, S., i David, D.** (2012). Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a quantitative meta-analysis. *Depression and Anxiety*, 29 (2), 85-93.
- Prensky, M.** (2001). Digital natives, digital immigrants. *On The Horizon*, 9 (5), 1-6.
- Richard, D. C. S. i Gloster, A. T.** (2007). Exposure therapy has a public relations problem: A dearth of litigation amid a wealth of concern. A: D. C. S. Richard i D. Lauterbach (Ed.), *Handbook of Exposure Therapies* (pp. 409-425). Nova York: Academic Press / Elsevier.

**Riva, G., Molinari, E., i Vincelli, F.** (2002). Interaction and presence in the clinical relationship: virtual reality (VR) as communicative medium between patient and therapist. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 6 (3), 198-205.

**Schwartzman, D., Segal, R., i Drapeau, M.** (2012). Perceptions of virtual reality among therapists who do not apply this technology in clinical practice. *Psychological Services*, 9 (3), 310-315.

**Segal, R., Bhatia, M., i Drapeau, M.** (2011). Therapists' perception of benefits and costs of using virtual reality treatments. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14 (1-2), 29-34.

**Steuer, J. S.** (1992). Defining virtual reality: dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42 (4), 73-93.

**Sutherland, I.** (1968). A head-mounted three-dimensional display. *Fall Joint Computer Conference, AFIPS Conference Proceedings*, 33, 757-764.

**White, D.** (2010). Transcript to the visitors and residents video. *TALL blog Online education with the University of Oxford*.