

# La utilització de la Realitat Virtual a l'aula per a comprendre l'arquitectura

Eloi Biosca Frontera

Tesi doctoral dirigida pel Dr. Joaquim Prats Cuevas

Programa de doctorat: Didàctica de les Ciències Socials i del  
Patrimoni. Bienni 2001-2003

Departament de Didàctica de les Ciències Socials  
Universitat de Barcelona

2010



Als meus pares



*“Give the pupils something to do, not something to learn; and the doing is of such a nature as to demand thinking; learning naturally results”.*

John Dewey. *Thinking in Education*, 1916

*“La realidad virtual es distinta de otras configuraciones de la tecnología informática, en primer lugar porque pone al ser humano en el centro. Cuando trabajamos con sistemas de realidad virtual, empezamos con la pregunta: “¿Qué es, exactamente, el cuerpo humano y cómo podríamos diseñar una máquina que satisfaga los modos naturales de la percepción y de la acción de una persona?”.*

Jaron Lanier. Pròleg a: *El espejismo de silicio*, 1992.



# SUMARI

Introducció.....	13
1. Fonaments i justificació teòrica.....	23
1.1. Per què cal utilitzar la Realitat Virtual a l'ensenyament?.....	23
1.2. Hipòtesis de treball.....	26
1.3. Objectius.....	33
1.4. Recapitulació.....	38
2. Metodologia.....	41
2.1. Tipus de recerca.....	41
2.2. Selecció i especificació del cas.....	42
2.3. Recerca sobre l'estat de la qüestió.....	44
2.4. Elaboració i disseny del material didàctic.....	45
2.5. Desenvolupament del treball de camp.....	47
2.5.1. Criteris en la formació dels grups de treball.....	47
2.5.2. Criteris d'organització del treball dels alumnes.....	50
2.5.3. Guió de les etapes del treball de camp.....	52
2.6. Recollida de dades.....	56
2.6.1. Els diaris de sessions.....	56
2.6.2. Els informes d'observadors externs.....	57
2.6.3. Les entrevistes.....	57
2.7. Criteris d'avaluació.....	59
2.8. Recapitulació.....	63
3. Panorama de la Realitat Virtual dins l'educació.....	67
3.1. Què és la Realitat Virtual?.....	67
3.2. Breu història de la Realitat Virtual.....	73
3.3. Softwares més utilitzats en educació.....	75
3.4. Els inicis de la Realitat Virtual en l'educació.....	82
3.4.1. Incorporació tardana.....	82
3.4.2. Els pioners en l'aplicació de la Realitat Virtual a l'ensenyament.....	83

3.4.3. Expectatives inicials.....	85
3.5. Estat de la qüestió i possibilitats de futur.....	89
3.5.1. Context general.....	89
3.5.2. Per a quins objectius educatius és més adient la Realitat Virtual?..	97
3.5.3. “Guia al costat” vs “mestre a l’escenari”.....	103
3.5.4. A la recerca d’un mètode d’avaluació.....	107
3.5.5. La resposta del professorat.....	112
3.5.6. La rigidesa del currículum.....	120
3.5.7. Un èxit entre els estudiants.....	128
3.5.8. És cara la Realitat Virtual?.....	129
3.5.9. Un estudi de cas: Estudiants de primària australians.....	133
3.6. Recapitulació.....	136
4. Selecció i especificació del cas.....	139
4.1. Centre educatiu.....	139
4.2. Integració en el currículum i en l’organització del centre.....	141
4.3. Hàbits dels alumnes en relació a l’ús dels ordinadors.....	145
4.4. Coneixement previ de la Realitat Virtual i hàbits de joc amb l’ordinador..	151
4.5. Temps d’experimentació i nombre d’alumnes.....	156
4.6. Tipus d’aula i de hardware disponibles.....	157
4.7. Descripció del software.....	159
4.8. Recapitulació.....	168
5. Preparació i disseny del material didàctic.....	171
5.1 Material de construcció.....	172
5.1.1. Llibreries de peces tridimensionals.....	172
5.1.2. Simulacions de ruïnes.....	181
5.2. El tutorial.....	184
5.3. Materials de consulta.....	191
5.3.1. Videojocs i simulacions.....	191
5.3.2. Presentacions.....	204
5.4. Recapitulació.....	206



6. Desenvolupament del treball de camp.....	209
6.1. Prova-test inicial.....	209
6.2. El primer passeig virtual.....	210
6.3. Aprenentatge del tutorial.....	214
6.4. Les activitats constructives. Bastir edificis històrics en Realitat Virtual.....	216
6.4.1 Primera activitat: Reconstrucció d'una església romànica en ruïnes	218
6.4.2. Segona activitat: Construcció d'un temple gòtic.....	232
6.4.3. Tercera activitat: El temple romà de Barcelona.....	238
6.4.4. Quarta activitat: La construcció de Santa Sofia d'Istanbul.....	243
6.5. La prova-test final.....	247
6.6. Recapitulació.....	248
7. Observacions del diari de sessions.....	251
7.1. Quines competències es desenvolupen?.....	255
7.1.1. Competències instrumentals.....	255
7.1.2. Competències en la gestió de recursos.....	257
7.1.3. Competències per a la comunicació oral.....	258
7.2. Grau d'autonomia dels alumnes.....	260
7.3. Motivació.....	267
7.3.1. Gran demanda per apuntar-se al crèdit variable.....	267
7.3.2. Interès pel software de desenvolupament de Realitat Virtual.....	269
7.3.3. Persistència de la motivació.....	270
7.3.4. Actitud a classe.....	271
7.4. Ritme de treball.....	274
7.5. Paper del professor.....	285
7.5.1. El rol canvia.....	285
7.5.2. Cal una formació tècnica.....	286
7.6. Avaluació del hardware i del software.....	287
7.6.1. Hardware.....	287
7.6.2. Software.....	288
7.7. Recapitulació.....	290

8. Observacions externes.....	295
8.1. Autonomia de treball.....	297
8.2. Alta motivació.....	300
8.3. Escassa presència d'activitats teòriques.....	301
8.4. La metodologia va lligada a un tipus de relació professor- alumne.....	302
8.5. Recapitulació.....	304
9. Entrevistes.....	307
1ª Pregunta: Preferiu treballar sols o en grup?.....	309
2ª Pregunta: És difícil el software? L'heu entès?.....	313
3ª Pregunta: Valoreu les activitats realitzades.....	317
4ª Pregunta: Quan i per què preguntàveu al professor?.....	319
5ª Pregunta: Compareu aquesta classe amb les altres.....	322
6ª Pregunta: Creieu que pot ser útil la Realitat Virtual en l'ensenyament?.....	341
7ª Pregunta: Què hi afegiríeu? Propostes i crítiques.....	342
9.1. Resultats de l'anàlisi de les entrevistes.....	344
10. Avaluació de les activitats realitzades pels alumnes.....	347
10.1. Anàlisi dels resultats de la prova-test inicial.....	349
10.2. Anàlisi dels resultats de les activitats constructives.....	351
10.3. Anàlisi comparativa en funció dels resultats de les proves-test finals.....	357
10.4. Interpretació dels resultats dels subcapítols anteriors.....	364
10.5. Anàlisi comparativa amb el rendiment acadèmic global de l'alumne.....	367
10.6. Comparació de resultats per gènere.....	372
10.6.1. Preferències en la tria del crèdit.....	372
10.6.2. Rendiment.....	376
10.6.3 Interpretació.....	380
11. Conclusions.....	381
11.1. Quines millores educatives proporciona la Realitat Virtual a l'aula?.....	382
11.1.1. Què i com s'aprèn?.....	382
11.1.2. Quin tipus d'alumnat resulta més afavorit?.....	384
11.1.3. La Realitat Virtual és un gran factor motivador de l'aprenentatge.....	386

11.2. Quin és el mètode didàctic idoni per treballar amb Realitat Virtual?.....	389
11.3. És possible convertir un software de desenvolupament en una eina educativa a l'abast d'un institut de secundària?.....	394
11.3.1. Naturalesa del software.....	394
11.3.2. Requeriments del hardware.....	396
11.3.3. Aprenentatge del software.....	396
11.4. S'ha pogut trobar un sistema d'avaluació adequat?.....	398
11.5. Quins són els reptes que ens planteja la introducció de la Realitat Virtual dins l'organització escolar i el sistema educatiu?.....	402
11.6. Quins reptes ha d'afrontar la feina del professor?.....	405
11.7. Quina és la resposta dels alumnes?.....	407
11.8. Amb quins valors connecta la Realitat Virtual?.....	411
11.9. Línies de recerca que queden obertes.....	412
 Bibliografia.....	 415
 ANNEXS.....	 431
Enquesta inicial.....	433
Prova A.....	435
Prova B.....	443
Tutorial.....	455
Plantilla del diari de sessions.....	459
Qüestionari de les entrevistes.....	461
Centres de recerca en Realitat Virtual amb els quals hi ha hagut contacte.....	463
Correspondència.....	465
Extractes dels diaris de sessions.....	489
Informes dels observadors externs.....	501
CD-Roms (2).....	511
Recursos didàctics i software.....	513



# Introducció

Voldria iniciar la presentació d'aquesta tesi parlant de les motivacions personals que m'han empès a iniciar aquest projecte. Per començar, com a professor de Ciències Socials que treballa en un institut d'ensenyament secundari, he de reconèixer que no vaig tenir interès per les tecnologies de Realitat Virtual fins que vaig començar a veure reconstruccions digitals tridimensionals de monuments històrics. De fet, fins aquell moment mai no m'havia cridat l'atenció el món de la informàtica.

El que em va resultar més fascinant de la Realitat Virtual fou la possibilitat de poder navegar per dins d'edificis que la Història i el temps havien deixat en ruïnes o que fins i tot havien fet desaparèixer. Que gràcies als ordinadors es poguessin recrear móns del passat tal com devien haver estat en el seu moment, és el que em va empènyer a entrar en el món de la Realitat Virtual, del qual fins llavors només havia tingut un vague coneixement a través d'algunes pel·lícules de ciència ficció i d'algunes màquines de simulació de vol i de curses de cotxes que havia vist en sales de joc i que sempre m'havien deixat indiferent.

La primera vegada que vaig veure una reconstrucció virtual va ser en una exposició a Tarragona sobre la ciutat hispanoromana, l'any 1993, en la qual es projectava una animació digital sobre el fòrum d'Empúries. Em va impactar tant, que en aquell moment vaig prendre la decisió de buscar la manera d'introduir-me en el disseny de móns virtuals per tal d'arribar a produir reconstruccions d'edificis històrics. Més endavant vaig descobrir que el que havia vist d'Empúries no era pròpiament Realitat Virtual sinó una animació en 3D.

Aquesta és una confusió freqüent en els que s'inicien en aquest món. Una animació tridimensional és una pel·lícula en la qual la càmera ens mostra un passeig per l'exterior i/o l'interior d'un edifici o d'un espai, i com a tal això vol dir que l'usuari es limita a ser un espectador passiu que no pot decidir el trajecte

de la visita, el ritme i la velocitat del viatge ni tocar els objectes que es pugui anar trobant. En canvi, la Realitat Virtual és una tecnologia que permet que l'usuari tingui la sensació real d'entrar dins de l'espai reconstruït digitalment, de poder-s'hi moure lliurement en qualsevol direcció i d'entrar-hi en contacte a través dels sentits.

Des del primer moment vaig intuir les enormes possibilitats que la Realitat Virtual oferia en els camps de la divulgació i la didàctica de la Història i això em va impulsar a buscar empreses i centres de recerca que treballessin en el disseny i l'experimentació de softwares de Realitat Virtual, amb l'objectiu d'obtenir-hi una formació tècnica professional que em permetés convertir-me en un elaborador de móns virtuals. Aquesta recerca em va portar a entrar en contacte l'any 1995 amb l'empresa catalana RTZ Virtual, que exercia de representant per al mercat espanyol d'un potent i innovador software produït al Regne Unit anomenat Superscape.vrt, el qual en aquell moment era de recent producció i comercialització. Gràcies a l'aprenentatge efectuat en aquesta empresa i a la compra de la llicència del software, des de llavors he combinat la meva feina com a docent amb una activitat professional orientada a la producció i disseny de reconstruccions de monuments històrics en Realitat Virtual amb finalitats divulgatives i educatives.<sup>1</sup>

L'elaboració d'una reconstrucció virtual d'un edifici històric és una tasca complexa que comporta en primer lloc una recerca de les restes arquitectòniques i de les fonts artístiques i documentals existents i, alhora, necessita d'un exercici d'interpretació i una formulació d'hipòtesis que condueixin a completar l'edifici fins a donar-li un aspecte acabat. Sovint és el resultat d'una activitat interdisciplinària dins un grup de treball integrat per persones que provenen d'àmbits diversos, i que té com a objectius no només la recerca i la interpretació històrica sinó sobretot la divulgació dels resultats obtinguts a través d'un mitjà gràfic tridimensional i interactiu. En aquest sentit, una reconstrucció virtual recull tota la investigació realitzada i la transforma

---

<sup>1</sup> Entre aquestes creacions es troben: l'església de Santa Sofia d'Istanbul, el castell de Mur, el temple romà de Barcelona i diverses esglésies romàniques. Es poden veure a: [www.xtec.cat/~ebiosca](http://www.xtec.cat/~ebiosca) i també estan publicades al portal educatiu [www.edu365.cat](http://www.edu365.cat).

posant-la a l'abast del públic d'una forma visual, atractiva i fàcil d'entendre. D'aquí ve el seu enorme potencial divulgatiu, el qual lògicament està estretament connectat amb el món de l'educació, en el qual constitueix una eina didàctica importantíssima.

La meua trajectòria personal en el món de l'elaboració de productes en Realitat Virtual ha tingut en compte aquest vessant educatiu i ha corregut en paral·lel a la progressiva introducció i generalització de les TIC en l'ensenyament. Al llarg d'aquesta evolució cada cop he tingut més clar que la tecnologia de Realitat Virtual té unes grans potencialitats com a eina didàctica, especialment en el camp de la història de l'arquitectura. Arran d'això, la motivació d'iniciar la present recerca neix de la voluntat d'explorar més en profunditat aquest potencial educatiu de la Realitat Virtual.

Les meves anteriors experiències a l'aula havien consistit en permetre que els alumnes accedissin a móns virtuals ja prèviament dissenyats per mi o per altres professionals. En aquests casos, els alumnes podien aprendre com era un castell del segle XI o un temple romà del segle I a partir d'una navegació lliure per dins dels monuments virtuals, passejant-se pel seu interior i interactuant amb el que es trobaven. De fet, tal i com veurem més endavant, aquest és l'ús més freqüent en la majoria d'experiències que s'han anat realitzant a l'aula en els darrers anys i probablement també entre les que es continuaran efectuant. Les conclusions a les que arriben aquests estudis destaquen els bons resultats educatius assolits i l'enorme potencial educatiu de la tecnologia de Realitat Virtual.

Situant-me en un altre nivell i partint de l'experiència acumulada com a dissenyador de móns virtuals, aquesta tesi vol fer un pas més enllà i convertir els alumnes en els constructors dels edificis virtuals que són objecte d'estudi. Es tracta que, a l'aula, i per mitjà de l'aprenentatge i l'ús d'un software de Realitat Virtual, els alumnes basteixin peça a peça uns monuments històrics representatius de l'estil arquitectònic que es vol estudiar, i en aquest procés d'elaboració aprenguin els continguts inherents d'història de l'art.

L'assoliment d'aquest objectiu comporta tenir en compte els següents aspectes a nivell metodològic. En primer lloc el software utilitzat, Superscape 3D Webmaster, és un software de desenvolupament. Això significa que està dissenyat exclusivament per a la producció de móns virtuals a nivell professional sense que en la seva naturalesa hi estigui contemplada cap finalitat didàctica. Per tant, un dels objectius del treball de camp ha consistit en fer una adaptació del software a unes necessitats que fins ara no s'havien contemplat, i això significa seleccionar quines parts del software poden ser aplicables en una dinàmica d'aprenentatge, fer les correccions metodològiques necessàries i experimentar el seu ús entre els alumnes. Això no es podria fer sense un bon coneixement previ del software, el qual m'ha permès afrontar el repte amb les suficients garanties de poder resoldre totes les incidències que lògicament s'han de produir al llarg del seu aprenentatge i ús per part dels alumnes dins l'aula.

L'experimentació d'un software de desenvolupament com a eina didàctica és una metodologia molt innovadora, ja que molt poques recerques anteriors l'han contemplada. Malgrat ser reconegudes les seves enormes potencialitats en el camp de la llibertat de treball i la creativitat personal (les mateixes de què gaudeix qualsevol tècnic desenvolupador de móns virtuals), la necessitat d'afrontar la complexitat del seu aprenentatge, accentuada quan es tracta d'alumnes de secundària, ha estat un factor que ha frenat l'aparició de treballs de camp similars. A més, aquesta mateixa complexitat requereix d'una bona preparació tècnica entre el professorat que treballi a l'aula, o si aquesta no existeix, d'una bona assistència tècnica per part d'un equip de suport. Aquests són uns condicionants que no són fàcils d'afrontar i que encareixen i compliquen l'organització d'un treball de camp d'aquest estil.

L'altre objectiu que cal tenir en compte és la necessitat de trobar la metodologia didàctica apropiada en la qual es pugui emmarcar l'ús d'aquesta tecnologia a l'aula. En aquest sentit, en el present treball de camp la introducció d'un software de Realitat Virtual com a eina educativa s'emmarca dins una didàctica centrada en l'aprenentatge autònom, actiu i col·laboratiu, en el qual l'alumne és el propi constructor del coneixement. És el clàssic "*aprendre, fent*" dins d'un



aprenentatge per descobriment. Molts dels estudis realitzats fins al moment mostren la idoneïtat i la utilitat d'aquest mètode quan l'aprenentatge es realitza a partir de l'ús de tecnologies de Realitat Virtual a l'aula.

Entrant ja directament en el cos de la present tesi, aquesta es basa en un treball de camp que s'ha desenvolupat dins l'institut d'ensenyament secundari on exerceixo de professor, l'IES Eugeni d'Ors de Vilafranca del Penedès, en un període de temps de deu trimestres que va des del curs 2004-2005 fins al 2007-2008. El nivell educatiu escollit ha estat el de 2n d'ESO, entre alumnes de 13 anys, i el treball de camp s'ha integrat dins el currículum educatiu dels alumnes adoptant l'estructura d'un crèdit variable trimestral de 30 hores lectives. El nombre total d'alumnes que hi han participat és de 133.

El treball de camp ha seguit diverses fases, la descripció detallada de les quals es troba en els capítols corresponents de la present tesi i que a continuació resumiré breument.

En el capítol 3 s'aborda la necessitat de definir què és la Realitat Virtual, el seu origen i el seu desenvolupament. Alhora, s'hi ofereix un repàs de la història de les experiències realitzades a nivell internacional en l'àmbit de la introducció de la Realitat Virtual en l'educació, analitzant-ne les conclusions, l'estat actual de les recerques i les perspectives de futur.

En el capítol 4 descriu el procés d'elaboració, els criteris de disseny i la tipologia del material didàctic que ha estat utilitzat. Degut a la pròpia naturalesa del treball de camp, tot el material didàctic que he fet servir de base per portar a terme l'experiència és de tipus gràfic i digital, és original i l'he dissenyat *ex profeso* per a la present tesi. Consta principalment d'un material de construcció format per llibreries d'elements arquitectònics tridimensionals, un tutorial i uns materials de consulta integrats per dos videojocs i dues presentacions de diapositives.

La descripció del procés d'aprenentatge que seguiran els alumnes dins l'aula està inclòs en el capítol 5. Atès que el mètode didàctic aplicat en el treball de

camp té com un dels seus puntals el treball col·laboratiu entre els alumnes, en aquesta part es mostren els criteris seguits en la formació i l'organització dels grups de treball, tenint en compte l'alt nivell de diversitat existent entre els alumnes. En aquest capítol també es mostra en detall en què consisteix el nucli central del treball dels alumnes, el qual es basa en la construcció en Realitat Virtual de diversos edificis històrics representatius dels estils arquitectònics objecte d'estudi: romà imperial, bizantí, romànic i gòtic.

Tot treball de camp requereix establir unes tècniques per recollir la informació que ens ofereix l'observació del seu procés de desenvolupament. La descripció d'aquestes tècniques i l'anàlisi dels seus resultats es troben en els capítols 7, 8 i 9.

En el capítol 7 es descriuen els diaris de sessions, mètode que parteix de l'observació participant, en la qual el professor és l'encarregat de recollir i interpretar les observacions que el treball diari a l'interior de l'aula va generant.

El capítol 8 inclou els informes d'observadors externs. L'objectiu d'aquests informes era poder disposar d'observacions efectuades per individus amb un paper més extern i amb menys implicació dins el desenvolupament del treball de camp.

Les opinions dels alumnes són recollides en el capítol 9 i són el resultat d'unes entrevistes. Aquesta tècnica és un mitjà per entrar dins la perspectiva de l'alumne. El tipus d'entrevista utilitzat va consistir en la resposta a un qüestionari en el qual es demanava als alumnes sobre les seves opinions personals en diversos aspectes viscuts a l'aula al llarg del treball de camp. Les preguntes (veure els annexos) eren formulades a grups de tres o quatre alumnes en un espai fora de l'aula i eren gravades en vídeo.

L'avaluació dels resultats del treball dels alumnes el trobem en el capítol 10, on es registra el nivell de coneixements assolit pels alumnes i el seu rendiment de treball, els quals són bastant alts. També s'hi recull la dificultat, també observada per molts altres estudis, de trobar un mètode d'avaluació adequat

que s'ajusti tant a la tecnologia usada com al mètode d'aprenentatge emprat. En aquest sentit, el present treball de camp ha procurat trobar uns criteris d'avaluació que s'ajustin als objectius, valorant per una banda, els continguts apresos i per l'altra avaluant el desenvolupament d'altres competències relacionades amb l'ús de la tecnologia i del mètode didàctic aplicat, com per exemple: el grau de destresa i de domini exercits sobre el software, la manera com s'ha gestionat la informació i com s'han administrat els recursos que els alumnes tenien a l'abast, el nivell de raonament i de reflexió que han exercit i de quina forma s'ha donat la interrelació i la participació entre els grups.

Atès que el nucli central del treball dels alumnes és un conjunt d'activitats constructives de tipus pràctic amb una molt escassa presència d'activitats teòriques, l'avaluació dels continguts apresos ha de centrar la seva atenció en l'experiència acumulada, ja que és en el procés de construcció d'un edifici històric en Realitat Virtual quan l'alumne va adquirint experiència no tan sols en el maneig del software sinó també en la comprensió progressiva de l'edifici i de les seves característiques i els seus elements estructurals. Per aquest motiu, el criteri adoptat per avaluar els continguts apresos és l'anàlisi dels resultats finals de la activitats constructives, és a dir, valorar l'aspecte de l'edifici que ha construït l'alumne, tenint en compte factors com, per exemple, el nivell de qualitat i el grau de fidelitat a l'estil històric en concret.

La valoració de les activitats constructives es complementa a nivell orientatiu amb la realització de dues proves-test a l'inici i al final del trimestre.

Per últim, les conclusions descrites al capítol 11, confirmen l'alt potencial educatiu de la Realitat Virtual que es manifesta en els següents paràmetres:

1. La introducció de la Realitat Virtual a l'aula en el marc d'un aprenentatge autònom i actiu permet obtenir unes millores educatives que es manifesten en tres aspectes importants:

- Els alumnes han assolit un bon nivell de coneixement dels estils arquitectònics treballats.

- El rendiment de treball ha estat més alt del que inicialment es preveia.
- Permet integrar satisfactòriament la diversitat existent entre l'alumnat, ja que estimula i manté els rendiments de treball entre els alumnes que normalment obtenen millors qualificacions i, alhora, fa augmentar clarament el rendiment i el nivell de coneixements entre els alumnes que acostumen a demostrar un rendiment més baix en les altres matèries.
- La Realitat Virtual és un gran factor motivador.

2. Atès que l'alumne és el constructor del monument que ha d'estudiar, l'entorn més adequat per desenvolupar aquestes activitats ha d'estar emmarcat dins una metodologia d'aprenentatge autònom, actiu i col·laboratiu. La implementació de la Realitat Virtual dins aquest entorn d'aprenentatge explica els bons rendiments de treball i el nivell dels resultats aconseguits, alhora que és una de les bases sobre la que se sustenta la motivació dels alumnes.

3. El desenvolupament del treball de camp demostra que és possible convertir un complex software de desenvolupament de Realitat Virtual en una eina educativa a l'abast d'un institut de secundària. La seva instal·lació i funcionament no presenta majors problemes que els altres softwares més comuns i s'adapta a la infraestructura tecnològica normal d'un centre. Alhora, un cop superada la fase inicial del seu aprenentatge, la seva manipulació no és considerada especialment difícil per part dels alumnes.

4. El sistema d'avaluació ha de partir tant de la naturalesa de la tecnologia com del mètode didàctic on s'integra. Atès que les activitats didàctiques són majoritàriament de tipus pràctic i consisteixen en la construcció de monuments en Realitat Virtual, l'avaluació s'ha de centrar en l'anàlisi dels resultats gràfics d'aquestes construccions i en l'observació i la valoració del procés de treball dels alumnes.

5. En relació als reptes que ens planteja la introducció de la Realitat Virtual dins l'organització escolar i el sistema educatiu, els resultats del present treball de camp i les conclusions aportades per molts altres estudis apunten que la correcta implementació de les tecnologies de Realitat Virtual a l'aula, tant a nivell tècnic com en relació a l'optimització de les seves potencialitats educatives, exigeix una sèrie de requeriments:

- Disposar d'un espai i d'una infraestructura tècnica apropiada amb un suport tècnic i de manteniment adequat.
- Una ràtio d'alumnes reduïda.
- Una flexibilització del currículum i dels criteris i sistemes d'avaluació externa.

6. Els reptes que ha d'afrontar el treball del professor a l'aula deriven de la pròpia naturalesa del procés d'aprenentatge. Per una banda impliquen la necessitat d'adaptar-se a una didàctica d'aprenentatge autònom, actiu i col·laboratiu en la qual el seu rol consisteix en ser un guia que orienta, corregeix i avalua. I per l'altra, la conversió d'un software de desenvolupament en una eina educativa planteja al professor la necessitat de disposar d'una bona formació tècnica específica.

7. Coincidint amb les conclusions de tots els estudis consultats que han experimentat l'ús de la Realitat Virtual com a eina educativa, la satisfacció per aquest tipus d'experiència és pràcticament unànime entre els alumnes, amb molt poques excepcions. La majoria dels alumnes mostren un nivell alt de satisfacció derivat de les oportunitats que ofereix la Realitat Virtual com a eina educativa, del plaer experimentat en la seva manipulació i dels avantatges de treballar dins d'un aprenentatge autònom, actiu i col·laboratiu.

8. Per últim caldria preguntar-nos per què la Realitat Virtual connecta tan bé entre els alumnes. De quines fonts profundes beu l'enorme interès que desperta? Crec que d'alguna manera la Realitat Virtual fomenta una sèrie

d'actituds i respon a unes necessitats que estan agafant força en la societat actual i especialment entre les generacions més joves, donat que aquesta tecnologia també les conté intrínsecament i formen part de la seva pròpia essència. La tendència a l'espectacularitat, la bellesa i el realisme de les imatges i dels efectes virtuals, la gran llibertat de moviments i d'autonomia que és fruit de l'elevat nivell d'interacció entre el software i l'usuari, la possibilitat d'esdevenir el protagonista del que s'està duent a terme, l'estímul a la creativitat, la capacitat de resposta ràpida i, per tant, de satisfacció immediata; el desenvolupament de determinades capacitats cognitives relacionades amb l'agilitat mental, el pensament lògic i la presa de decisions; la proximitat amb el món dels jocs i, en resum, la possibilitat d'un aprenentatge que tot i requerir cert esforç és vist pels alumnes com a divertit i estimulants, són característiques de la tecnologia de la Realitat Virtual que ens poden indicar el començament d'un camí per on podria anar l'educació del futur.

Finalment voldria fer públic el meu agraïment a Veronica Pantelidis, Eric Woods, Maria Roussou, Bruce Carey i Reed Riner, investigadors destacats en el camp de la Realitat Virtual aplicada a l'educació, als quals dec les valuoses idees i els suggeriments aportats en el transcurs d'una correspondència mantinguda al llarg de l'any 2006. També aquí voldria recordar els 133 alumnes de l'IES Eugeni d'Ors de Vilafranca del Penedès que han participat en el desenvolupament del treball de camp i agrair l'impuls i la dedicació del meu director de tesi. A tots ells, moltes gràcies.

# 1. Fonaments i justificació teòrica

## 1.1. Per què cal utilitzar la Realitat Virtual a l'ensenyament?

En els darrers temps la implantació de les TIC a l'ensenyament ha esdevingut un repte molt important per al món educatiu. Les TIC ja formen part de la vida diària de tota la societat i, per tant, la seva generalització a l'aula, malgrat les dificultats que encara ha de superar, sembla ja ineludible. Tanmateix, hi ha el risc que la introducció d'aquesta tecnologia no serveixi per transformar activament la manera com s'aprèn. Sovint les TIC s'utilitzen com a suport electrònic a unes pràctiques pedagògiques tradicionals que continuen centrant-se en la transmissió de continguts a un alumnat que els rep de forma passiva i en la primacia del valor de l'esforç com a base de tot aprenentatge. En aquest sentit, Begoña Gros afirma:

*“Cuando hablamos de la integración de las tecnologías en la educación, éstas se suelen presentar bajo la mirada del cambio y de la innovación. Sin embargo, las TIC pueden usarse de una forma completamente tradicional sin cambiar ni alterar metodologías y concepciones educativas. A menudo las TIC se conciben como herramientas para transmitir información o acceder a ella”.*<sup>2</sup>

L'exemple més clar és l'ús creixent de les presentacions en power-point i les pissarres digitals com a suports per a una classe magistral, amb l'única diferència respecte a la metodologia tradicional que els mitjans utilitzats són molt més vistosos i atractius. En aquesta línia és fàcil que s'acabi desembocant en una pràctica docent on només han canviat les eines d'entrega dels continguts, i que continua fracassant en adreçar-se a les variades necessitats

---

<sup>2</sup> GROS, Begoña. *Juegos digitales y aprendizaje: fronteras y limitaciones*. En GROS, Begoña (coord.). *Videojuegos y aprendizaje*. Barcelona: Graó, 2008, p. 21.

dels alumnes i als seus interessos, amb el risc de mantenir els mateixos índexs de fracassos i els mateixos problemes sense resoldre.

És necessari continuar investigant en noves formes d'aprofitar les potencialitats educatives de les TIC i, en aquest aspecte, la Realitat Virtual promet ser un dels camps de recerca més interessants. Hi ha consens en afirmar que la Realitat Virtual és una de les tecnologies de la informació i la comunicació més innovadores i que té un gran potencial per transformar la manera com el coneixement és compartit i après. En un moment com l'actual de crisi en l'educació pot aportar solucions als nous reptes que es plantegen. En aquest sentit, la present tesi vol contribuir a experimentar les potencialitats educatives de la Realitat Virtual com a eina de transformació de la pràctica docent.

L'observació diària a l'aula permet detectar molt fàcilment alguns dels canvis que s'han produït en la manera com els alumnes actuals aprenen i estudien. Són abundants i conegudes les queixes dels professors en relació a aspectes com, manca d'atenció, desmotivació, rebuig a l'esforç, dispersió, etc. Sovint les pràctiques educatives que es realitzen a l'aula estan molt allunyades dels mecanismes i les habilitats que els alumnes utilitzen i exerciten quan actuen en funció de les seves aficions i interessos personals, i probablement aquest fenomen estigui lligat a unes transformacions de fons que són globals i afecten a tota la societat. En aquest sentit, la crisi de l'ensenyament podria raure en la incorrecta interpretació d'aquests canvis i en la conseqüent incapacitat per afrontar-los i orientar-los en la direcció d'un nou paradigma educatiu. Entre els valors emergents es troben de forma destacada l'espectacularitat, la recerca d'estímul constants, l'autonomia de moviments i la satisfacció immediata de l'esforç esmerçat.

El món real on els nois viuen es regeix per uns paràmetres completament diferents als que han servit de fonament a la pedagogia tradicional. Els nois estan envoltats de múltiples experiències sensorials, aprenen quan tots els sentits del seu cos estan involucrats en el procés d'aprenentatge i els agrada ser els protagonistes, o almenys uns participants actius, de les activitats que



duen a terme. Per a ells l'aprenentatge hauria de ser entretingut, excitant i actiu.

Si bé és evident que una pedagogia que només tingués en compte aquests valors encaminaria l'ensenyament en la línia de la banalitat i la trivialitat, des del meu punt de vista es pot trobar una via intermèdia. En aquest sentit, la Realitat Virtual té potencialitats per ser una tecnologia útil en la mesura que, per la seva espectacularitat i per l'enorme atractiu que desperta, conté de forma intrínseca tots aquests nous valors, mentre que, alhora, com a eina educativa és capaç de facilitar un aprenentatge, tant de competències com de continguts imprescindibles.

## 1.2. Hipòtesis de treball

El present estudi parteix de les següents hipòtesis:

**1. La tecnologia de la Realitat Virtual és una eina que permet una aproximació molt més natural i intuïtiva a la comprensió de l'espai arquitectònic. Per aquest motiu, la seva introducció a l'aula ha de contribuir a la millora de l'aprenentatge de l'arquitectura.**

La tridimensionalitat i la sensació de realitat inherents a l'espai virtual permeten defugir les dificultats de comprensió de l'espai arquitectònic derivades de la necessitat d'utilitzar mitjans de representació del volum i de l'espai tradicionals, com per exemple: plantes, alçats, fotografies, dibuixos, perspectives axonomètriques, etc; els quals en ser una plasmació bidimensional d'una realitat tridimensional requereixen una determinada capacitat o esforç d'abstracció espacial per a la seva completa comprensió. Els estudis de F. Hernández y T. Moyà <sup>3</sup> posen de manifest que l'adequada comprensió del volum a partir d'imatges bidimensionals és un fenomen mental complex que segueix diferents etapes d'evolució, anomenades estadis, que en general estan lligats a diferents grups d'edat. En aquest sentit, en el primer cicle de l'ESO no

---

<sup>3</sup> Segons F. Hernández, els estadis de desenvolupament no es consideren universals, no se succeeixen de forma lineal, o sigui un darrere l'altre, i l'entrada en un estadi no pressuposa forçosament haver superat totalment l'anterior.

Per altra banda, en la seva tesi doctoral, Teresa Moyà va analitzar quina era la comprensió del volum a partir d'imatges bidimensionals en alumnes de l'ESO i el batxillerat en cinc instituts de secundària de Catalunya. En aquest estudi els alumnes havien d'identificar quines representacions bidimensionals eren representacions del volum i quines no.

Tenint en compte que l'objectiu de la tesi que presento se centra en l'experimentació amb alumnes de 1r Cicle de l'ESO, em sembla interessant de subratllar que els resultats de l'estudi de Moyà van mostrar que en el primer cicle d'ESO un 25% dels alumnes encara estaven en el segon estadi de representació en el qual es considera una representació del volum en funció de la sensació de realitat que suggereix la imatge. És a dir, consideraven com a imatge volumètrica qualsevol imatge que semblés real, encara que fos plana, és a dir que no contingués cap tècnica de representació del volum.

LÓPEZ, A; HERNÁNDEZ, F; BARRAGÁN, J.M. *Encuentros del Arte con la antropología, la psicología y la pedagogía*. Manresa: Editorial Angle, 1997.

MOYÀ, Teresa. *La comprensión de la representación del volumen sobre el plano por estudiantes de la ESO y el bachillerato*. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2000. Tesi doctoral no publicada i dirigida per Fernando Hernández.

és estrany de trobar un percentatge d'alumnes que presenta dificultats d'interpretació del volum.

Al marge de corregir les dificultats de comprensió del volum que es poden detectar entre els alumnes, la Realitat Virtual ofereix un mitjà d'aproximació didàctic a l'arquitectura que insisteix més en els aspectes més relacionats amb la concepció espacial de l'arquitectura. D'acord amb Bruno Zevi, entenem aquí per aprenentatge de l'arquitectura no tan sols ensenyar els continguts que fan referència als elements constituents d'un edifici, com per exemple arcs, pilastres, columnes, parets, voltes, etc, sinó també a fer entendre la lògica espacial que està implícita en la seva construcció, és a dir la creació i distribució dels espais continguts entre les seves parets. Zevi afirma que l'absència d'una història acceptable de l'arquitectura prové de la falta d'hàbit en la majoria de les persones per comprendre l'espai i del fracàs dels historiadors i els crítics d'arquitectura en difondre un mètode coherent per a l'estudi espacial dels edificis. La dificultat rau en què a diferència de la pintura i l'escultura, les quals només requereixen un exercici de contemplació de l'obra des de fora per part de la persona que mira, per comprendre l'arquitectura cal entrar en el seu interior.

*“La pintura actúa en dos dimensiones, aunque pueda sugerir tres o cuatro. La escultura actúa en tres dimensiones, pero el hombre permanece en el exterior, separado, mirándolas desde fuera. La arquitectura, por el contrario, es como una gran escultura excavada, en cuyo interior el hombre penetra y camina”.*<sup>4</sup>

Quan en una aula s'explica una catedral gòtica, el professor acostuma a presentar una o diverses perspectives de les vistes exteriors i unes altres del seu interior. A continuació ensenya diversos elements arquitectònics com arcs, voltes, columnes, etc. Després, mostra plantes i seccions per tal de representar el volum descomponent-lo en els plans que el contenen i el divideixen. Segons Zevi, l'ús d'aquest mètode de representació provoca en gran mesura un problema educatiu de manca de comprensió de l'autèntica essència de

---

<sup>4</sup> ZEVI, Bruno. *Saber ver la arquitectura*. Barcelona: Poseidon, 1976, p.19.

l'arquitectura. La planta d'un edifici no és, en realitat, més que una projecció abstracta sobre el pla horitzontal de tots els seus murs. Una realitat que ningú veu fora del paper. Les seccions i alçats interiors i exteriors també. I les fotografies només són petits fragments d'una realitat tridimensional molt més complexa, una selecció feta entre els infinits punts de vista amb els que s'ha de contemplar un edifici per entendre'l. Aquests mitjans no poden fer entendre el veritable protagonista de l'arquitectura, l'espai intern, definit com allò que queda embolicat per la suma de les parets, columnes i voltes.

*“El espacio interno, aquel espacio que no puede ser representado completamente en ninguna forma, ni aprehendido ni vivido, sino por experiencia directa, es el protagonista del hecho arquitectónico. Tomar posesión del espacio, saberlo ver, constituye la llave de ingreso a la comprensión de los edificios”.*<sup>5</sup>

Segons Zevi, la dificultat per fer comprendre adequadament l'espai ha provocat que els historiadors de l'art, i per tant també els professors, esquivin l'autèntica essència de l'arquitectura i centrin els seus esforços en tractar l'edifici d'una forma inadequada, com si fos una escultura o una pintura, insistint en la tipologia dels diferents elements arquitectònics que el componen i en els aspectes més decoratius.

*“¿Cuál es el defecto característico del modo de tratar la arquitectura en las historias del arte comunes? Consiste –se ha repetido a menudo- en el hecho de que los edificios se juzgan como si fuesen esculturas o pinturas de un modo externo y superficial como puros fenómenos plásticos. Y este es un error de planteo filosófico más que de método crítico”.*<sup>6</sup>

(...)

*“No nos será concedida, sino vagamente, una historia y, por ende, un goce de la arquitectura, en tanto no hayamos aprendido a*

---

<sup>5</sup> ZEVI, Bruno. *Saber ver la arquitectura*. Barcelona: Poseidon, 1976, p.20

<sup>6</sup> ZEVI, Bruno. *Saber ver la arquitectura*. Barcelona: Poseidon, 1976, p.15

*comprender el espacio y, lo que es más importante, a aplicarlo como elemento sustancial en la crítica arquitectónica”.*<sup>7</sup>

En resum, la Realitat Virtual permet allò que en l'època que escrivia Zevi<sup>8</sup> cap altre mitjà de representació de l'espai encara no havia pogut facilitar: l'entrada i el passeig dins de l'espai interior de l'edifici que es vol mostrar; i no només això sinó també la possibilitat de contemplar-lo des de punts de vista inimaginables que ni tan sols es podrien obtenir des de la realitat.<sup>9</sup> En aquest sentit, la Realitat Virtual és una eina que supera els anteriors mitjans en la comprensió i l'aprenentatge de l'arquitectura.

## **2. La Realitat Virtual és una tecnologia especialment apropiada per a ser desenvolupada dins una metodologia didàctica centrada en l'aprenentatge autònom i actiu.**

La Realitat Virtual és una tecnologia versàtil que es pot adaptar a tres tipus d'usos educatius, essent el tercer d'ells el que s'ha aplicat en el present treball de camp.

El primer consisteix en adaptar la tecnologia a una didàctica més tradicional, basada en una explicació magistral dels continguts arquitectònics i estilístics. En aquest aspecte la Realitat Virtual es pot concebre com un material de suport per a una classe teòrica. Si es disposa d'una infraestructura tecnològica bàsica, especialment un projector o una pissarra digital interactiva, el professor pot explicar a tota la classe l'estructura i els elements de l'edifici mentre es passeja pel seu interior. Aquest material és especialment útil per mostrar punts de vista molt específics que ajudin a entendre els volums, les formes i els detalls concrets, els quals altrament són difícils de comprendre a partir de diapositives

---

<sup>7</sup> ZEVI, Bruno. *Saber ver la arquitectura*. Barcelona: Poseidon, 1976, p.20

<sup>8</sup> La primera edició de la seva obra està datada a l'any 1951.

<sup>9</sup> És evident que en la realitat hom no pot volar per l'interior i l'exterior d'un edifici ni col·locar el punt de vista des de la base d'una cúpula o d'una volta, per posar algun exemple.

o dibuixos. Paral·lelament pot anar obrint finestres d'informació que l'ajudaran a complementar i ampliar la seva explicació.

Per altra banda, la veritable naturalesa d'aquesta tecnologia tendeix a potenciar altres tipus d'aprenentatges més autònoms i actius en els quals l'alumne és el protagonista en la creació del coneixement. En aquesta línia, un segon ús educatiu consisteix en el desenvolupament d'un aprenentatge autònom. La possibilitat de moure's lliurement en un espai virtual, com per exemple en una catedral gòtica, facilita la comprensió espacial i arquitectònica de l'edifici d'una manera intuïtiva i natural. De fet, l'alumne va descobrint el monument pel seu compte i al seu aire, com si hi estigués passejant; i la llibertat de moviments de què disposa li permet entendre l'espai autònomament de forma que l'aprenentatge es pot adaptar al seu ritme i a les capacitats perceptives personals. En aquesta metodologia és recomanable acompanyar el passeig virtual amb un material teòric a disposició de l'alumne, que contingui unes orientacions i uns exercicis didàctics que l'ajudin a observar i a analitzar el que va veient.

Els dos usos educatius anteriors tenen en comú el fet de prendre com a material de base uns móns virtuals ja prèviament elaborats per part de professionals o empreses, en els quals el paper de l'alumne es limita a procurar entendre i comprendre l'estructura i les característiques de l'edifici sense la possibilitat en cap cas d'alterar ni modificar l'estructura del món virtual que s'està visitant.

Tanmateix, la Realitat Virtual té un potencial didàctic que va més enllà. El tercer ús educatiu, el qual ha estat objecte d'experimentació en el present treball de camp, i el que ofereix unes expectatives i uns resultats més interessants, és el de convertir la Realitat Virtual en una eina de creació de móns virtuals. La Realitat Virtual ha de possibilitar el disseny d'activitats didàctiques que permetin a l'alumne construir digitalment els monuments històrics, l'estil i les característiques dels quals són objecte d'estudi. Aquestes activitats han d'incloure l'aprenentatge d'un software de desenvolupament que converteixi l'alumne en el constructor de l'edifici virtual, muntant-lo peça a peça, i han

d'anar acompanyades d'un material didàctic de consulta que permeti accedir als coneixements necessaris per poder portar a terme la tasca. Aquestes activitats estimulen la capacitat creativa de l'alumne i alhora li permeten assolir un nivell important de comprensió de l'espai i dels continguts d'història de l'art.

Atès que l'alumne és el constructor del monument que ha d'estudiar, l'entorn més adequat per desenvolupar aquestes activitats ha d'estar emmarcat dins una metodologia d'aprenentatge autònom, actiu i col·laboratiu. El fet que un software de Realitat Virtual pugui ser utilitzat com una eina que permet als alumnes construir peça a peça un edifici històric, ofereix una oportunitat molt important per poder integrar aquesta tecnologia en el marc d'un aprenentatge autònom i actiu. Aquest es basa en la idea que els alumnes aprenen millor quan participen de la construcció del seu propi coneixement. És a dir, la implicació de la Realitat Virtual dins aquest mètode didàctic condueix els alumnes a un aprenentatge basat en l'*aprendre fent*, en el qual l'alumne aprèn els continguts de tipus arquitectònic a mesura que va bastint un edifici històric talment com si fos un constructor virtual.

L'aplicació d'aquest mètode no tan sols ha de comportar una millora del rendiment acadèmic sinó que també ha d'estimular el desenvolupament d'altres competències educatives com per exemple: competències instrumentals, de relació intergrupals, en gestió de recursos, en disseny i planificació, de tipus comunicatiu i també de reflexió.

### **3. La Realitat Virtual és una potent eina motivadora de l'aprenentatge en l'àmbit escolar.**

Més enllà de si la Realitat Virtual millora rendiments i nivells acadèmics, si ajuda a desenvolupar determinades competències bàsiques o si és la tecnologia ideal per implantar un mètode didàctic concret, és important valorar la seva capacitat de despertar entusiasme i interès per l'aprenentatge.

La Realitat Virtual, per la seva pròpia naturalesa, porta intrínsecament uns valors que connecten molt íntimament amb les expectatives, els gustos i les formes de treballar dels alumnes. L'espectacularitat de les imatges, l'àmplia llibertat de moviments, una immersió sensorial en un món digital, el protagonisme i l'autonomia que dóna a l'alumne en la construcció del seu coneixement, i l'elevat nivell d'interactivitat, entre altres factors, fan de la Realitat Virtual una eina educativa dotada d'un alt poder de motivació.

La introducció de la Realitat Virtual a l'ensenyament permet no tan sols que l'alumne sigui el constructor del seu coneixement, és a dir que *aprengui fent*, sinó que, a més, ho faci a gust, o sigui, que pugui tenir la sensació d'estar en un entorn estimulant i satisfactori que el motiva a treballar i a aprendre. En altres paraules, la Realitat Virtual utilitzada amb el mètode didàctic adequat és capaç de despertar el plaer de la descoberta, el gust pel coneixement i la satisfacció en el treball propi de tal manera que l'alumne pot arribar a pensar que està aprenent d'una forma *divertida*, en el sentit que l'aprenentatge li resulta molt gratificant. L'íntima connexió de la Realitat Virtual amb les noves formes i estils d'encarar el coneixement que es comencen a desenvolupar entre els nostres alumnes és la base d'aquest poder gratificant i, per tant, el fonament del seu potencial motivador i educatiu.



### 1.3. Objectius

1. Aquesta tesi pretén fer una aportació de tipus experimental a la recerca en l'àmbit de les aplicacions educatives de la Realitat Virtual. És a dir, vol experimentar aquesta tecnologia i sotmetre-la a comprovació dins una aula de secundària, per tal que els resultats i les reflexions que se'n desprenguin puguin servir de referent en la formulació de noves visions i esdevinguin una contribució, en qualitat d'estudi de cas, a l'ampli i prometedor camp de recerca sobre l'impacte de la Realitat Virtual en l'ensenyament.

A diferència d'altres països del nostre entorn, tant a Catalunya com a Espanya, la recerca en les implicacions de la Realitat Virtual en l'educació encara és un camp verge. Malgrat que en el nostre país comencen a circular alguns productes i recursos educatius que es basen en aquesta tecnologia, aquests encara són molt escassos i difícils de trobar en el mercat educatiu. Alhora, la recerca en el camp de la didàctica s'ha traduït en unes poques publicacions que han tractat el tema d'una forma més aviat genèrica, limitant-se a emmarcar-lo dins un discurs de marcat caràcter sociològic sobre l'impacte global de les noves tecnologies en la societat actual.<sup>10</sup>

En el món de la pedagogia es troben a faltar, fins al moment, recerques més experimentals, estudis de cas i treballs de camp que es dediquin a estudiar l'ús específic de la Realitat Virtual dins les aules dels centres educatius de primària i de secundària, i que recullin algun aspecte relacionat amb la introducció d'aquesta tecnologia dins la pràctica docent i el currículum de geografia i Història. Per tant, és en aquest context que la present tesi es marca com a objectiu començar a omplir aquest buit amb la realització d'un treball de camp pioner en l'àmbit català i espanyol, dedicat a l'exploració i l'experimentació a

---

<sup>10</sup> En aquest punt destaquen, per exemple, les aportacions de Diego Levis a:

LEVIS, Diego. *Realidades inmateriales: comunicación digital, realidad virtual y transformación social* [en línia]. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1997. Disponible a: <<http://www.bib.uab.es/comunica/tesi01.htm>>

LEVIS, Diego. *Realidad Virtual y Educación* [en línia]. 1997. Disponible a: <[http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/master\\_eduvirtual.pdf](http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/master_eduvirtual.pdf)>

l'aula de les possibilitats de la Realitat Virtual com a eina didàctica, centrant-se en un dels terrenys on aquesta tecnologia ofereix millors possibilitats, l'aprenentatge de les ciències socials.

2. El projecte està en la línia d'una renovació dels mètodes didàctics i, per tant, pretén introduir la Realitat Virtual dins el disseny d'un context d'aprenentatge que es fonamenta en els principis bàsics de l'aprenentatge autònom i actiu, en un entorn de treball col·laboratiu. En aquest sentit, el present treball es concreta en la construcció, peça per peça, de diversos edificis històrics, principalment medievals, que els alumnes han de bastir al seu ordinador i a l'aula per mitjà de l'aprenentatge i la manipulació d'un software de Realitat Virtual. El treball de camp ha consistit en l'observació dels processos d'aprenentatge involucrats i en la valoració tant de la tecnologia de Realitat Virtual com del mètode utilitzat.

Tot i que en principi, no hi ha res que ens permeti dubtar que la Realitat Virtual és una eina versàtil capaç d'adaptar-se i ser molt útil en el marc d'altres mètodes didàctics més tradicionals, no és objecte d'aquesta tesi l'exploració de les possibilitats d'aquesta tecnologia dins un mètode inspirat en la classe magistral i basat principalment en l'exposició dels continguts per part del professor. Sense posar en dubte que aquest és un camp d'experimentació necessari que convé afrontar, la present tesi ha preferit centrar-se exclusivament en la metodologia que ofereix possibilitats més interessants i innovadores des del punt de vista educatiu. De fet, tal com veurem en el capítol 3, la majoria de les experiències internacionals consultades s'han inclinat per aquest mètode, tot i que alguns investigadors han reconegut que caldria no haver menystingut la seva adaptació a una classe tradicional.

3. L'absència en el mercat de recursos educatius que s'adeqüessin als objectius del present estudi ha motivat que de cara al correcte desenvolupament del treball de camp, la present tesi s'hagi plantejat com a objectiu satisfer la necessitat de crear uns materials educatius tridimensionals i multimèdia específics i propis, els quals han hagut de ser dissenyats prèviament. Això ha permès fer una contribució a una reflexió necessària que gira al voltant de la recerca dels criteris que s'han de contemplar en el disseny

de móns virtuals educatius, i de l'estudi de la manera com s'han d'integrar correctament els continguts històrics i artístics dins la Realitat Virtual per tal que els materials educatius siguin pedagògicament efectius.

4. La introducció de la Realitat Virtual en una aula de secundària en el marc del present treball de camp presenta com a requisit bàsic l'aprenentatge per part de l'alumnat de 2n curs de l'ESO d'un software caracteritzat per una gran complexitat i per estar orientat cap a la producció professional de móns virtuals. Superscape 3D Webmaster és un software de desenvolupament especialment pensat per ser usat com a eina de treball per part d'empreses o de professionals, sense que en el seu disseny estigui contemplada la possibilitat d'usar-lo com a eina educativa. En aquest sentit, l'adaptació didàctica d'un software d'aquesta tipologia planteja:

- a) Comprovar fins a quin punt els alumnes podran arribar a manipular amb suficient destresa un complex software de Realitat Virtual per tal de crear els seus propis móns virtuals.
- b) Observar el procés d'aprenentatge, les dificultats i la dinàmica de treball.
- c) Estudiar, efectuar i testejar les modificacions necessàries que han de permetre l'adaptació d'un software, que en principi no està pensat per a ser utilitzat com a eina educativa, a un context de treball en una aula de secundària.

5. En moltes de les experiències consultades<sup>11</sup> que fins ara han experimentat l'aplicació de la Realitat Virtual a les escoles i als instituts, s'arriba a la conclusió que, per tal que aquesta tecnologia es pugui generalitzar com a eina d'ensenyament és necessari que els aspectes tècnics puguin ser assumibles pels centres educatius, tant a nivell de costos econòmics com de compatibilitat amb les infraestructures de què disposen. En aquest sentit, la present tesi vol

---

<sup>11</sup> Veure el capítol 3 de la present tesi.

afegir-se a la línia que estan seguint les darreres investigacions a nivell internacional en el camp de l'adaptació educativa de la Realitat Virtual i demostrar que és possible introduir la Realitat Virtual en el sistema educatiu amb uns requeriments de hardware i de software a l'abast d'un centre de secundària.

6. Com a objectiu últim, aquest treball vol fer una contribució a la reflexió general sobre la idoneïtat de la Realitat Virtual com a eina educativa, avaluant-ne el seu abast i els resultats i centrant-se en estudiar com aquesta tecnologia constitueix un repte que obliga a un canvi important en el paradigma educatiu. En altres paraules, vol descobrir què s'hi guanya i què s'hi perd amb la introducció de la Realitat Virtual a l'aula, i amb aquesta finalitat es planteja:

- a) Analitzar els resultats en la formació dels alumnes. És a dir, avaluar no tan sols els continguts que han après i les competències educatives que han desenvolupat gràcies a la Realitat Virtual, sinó també les possibles mancances i pèrdues que la introducció d'aquesta tecnologia hagi pogut comportar. Aquesta anàlisi també ha de tenir en compte quina ha estat la reacció general dels alumnes, el seu nivell d'implicació, la seva motivació o el grau d'interès; i la seva traducció concreta dins de la diversitat de l'aula, és a dir, per a quin tipus d'alumnat ha estat més útil, quin ha estat menys implicat, etc.
- b) Tenint en compte que la majoria dels estudis<sup>12</sup> als quals s'ha pogut tenir accés han confessat la dificultat d'analitzar adequadament aquests resultats per la manca d'un sistema d'avaluació adaptat als reptes que planteja la Realitat Virtual, la present tesi pretén oferir una reflexió sobre aquestes dificultats basant-se en les dades que han sorgit de l'experimentació realitzada durant el present treball de camp. En aquest sentit, es tracta d'oferir una mica més d'informació que ajudi a la recerca d'un mètode d'avaluació més idoni.

---

<sup>12</sup> Veure el capítol 3 de la present tesi.

- c) Analitzar els canvis i els reptes que ha d'afrontar el paper del professor dins aquesta metodologia.
- d) Descobrir quins canvis en les estructures educatives exigeix la Realitat Virtual, especialment els que fan referència a l'organització del centre educatiu, així com la relació amb el currículum educatiu.
- e) Reflexionar fins a quin punt aquests canvis en la forma d'aprendre s'han d'entendre de forma aïllada, és a dir, com si fossin exclusius de la Realitat Virtual; o realment són fruit i part d'uns corrents de fons més generals que es donen en l'àmbit de la comunicació i de la cultura. Transformacions que no tan sols ens encaminen cap a una renovació radical de l'educació, sinó també cap a una transformació important de la societat i dels seus valors.

## 1.4. Recapitulació

La Realitat Virtual és una de les tecnologies de la informació i la comunicació més innovadores i que té un potencial més gran per transformar l'aprenentatge. En un moment com l'actual de crisi en l'educació pot aportar solucions als nous reptes que es plantegen. En aquest sentit, la present tesi vol contribuir a experimentar les potencialitats educatives de la Realitat Virtual com a eina de transformació de la pràctica docent.

Les hipòtesis de partida són les següents:

1. La introducció de la tecnologia de la Realitat Virtual a l'aula ha de contribuir a millorar l'aprenentatge i la comprensió de l'arquitectura, ja que és una eina que permet una aproximació a l'espai molt més natural i intuïtiva.

La tridimensionalitat, la llibertat de moviments i la interacció inherents a l'espai virtual permeten defugir les dificultats de comprensió de l'espai arquitectònic derivades de la necessitat d'utilitzar mitjans de representació del volum i de l'espai tradicionals com per exemple: plantes, alçats, fotografies, dibuixos, perspectives axonomètriques, etc; els quals en ser una plasmació bidimensional d'una realitat tridimensional requereixen una determinada capacitat o esforç d'abstracció espacial per a la seva completa comprensió.

A més, la Realitat Virtual ofereix un mitjà d'aproximació didàctic a l'arquitectura que insisteix més en els aspectes més relacionats amb la concepció espacial de l'arquitectura, i entén que l'objectiu del seu aprenentatge no és tant una descripció dels elements constituents de l'edifici com, sobretot, una comprensió de la lògica espacial que du implícita, centrada en la creació i la distribució dels espais que estan continguts entre les parets d'una construcció.

2. La Realitat Virtual és una tecnologia especialment apropiada per a ser desenvolupada dins una metodologia didàctica centrada en l'aprenentatge autònom i actiu. El fet que un software de Realitat Virtual pugui ser utilitzat com una eina que permet als alumnes construir peça a peça un edifici històric, ofereix una oportunitat molt important per poder integrar aquesta tecnologia en el marc d'un aprenentatge autònom i actiu.
  
3. La introducció de la Realitat Virtual a l'aula és una potent eina motivadora. La Realitat Virtual, per la seva pròpia naturalesa, porta intrínsecament uns valors que connecten molt íntimament amb les expectatives, els gustos i les formes de treballar dels alumnes. L'espectacularitat de les imatges, l'àmplia llibertat de moviments, una immersió sensorial en un món digital, el protagonisme i l'autonomia que dóna a l'alumne en la construcció del seu coneixement, i l'elevat nivell d'interactivitat, entre altres factors, fan de la Realitat Virtual una eina educativa dotada d'un alt poder de motivació.

Els objectius proposats en aquest treball de camp són:

1. Fer una aportació de tipus experimental a la recerca en l'àmbit de les aplicacions educatives de la Realitat Virtual.
  
2. Contribuir a la renovació dels mètodes didàctics per mitjà de l'aplicació de la Realitat Virtual en el marc d'un aprenentatge autònom i actiu.
  
3. L'elaboració i disseny d'uns materials educatius tridimensionals i multimèdia específics i propis, que han de servir de base per a la realització de les activitats educatives.

4. Assajar les possibilitats educatives d'un complex software de Realitat Virtual que originalment està orientat exclusivament cap a la producció i el disseny de móns virtuals en el món professional i empresarial.
5. Demostrar que és possible introduir la Realitat Virtual en el sistema educatiu amb uns requeriments de hardware i de software a l'abast d'un centre de secundària.
6. Estudiar fins a quin punt la introducció de la Realitat Virtual en el sistema escolar ha de comportar un canvi en el paradigma educatiu.



## 2. Metodologia

### 2.1. Tipus de recerca

La present tesi es basa en un treball de camp efectuat dins una aula de 2n d'ESO d'un institut d'ensenyament secundari. Ha consistit en el disseny i experimentació d'un projecte educatiu que es fonamenta en l'ús de la Realitat Virtual en l'aprenentatge de la història de l'arquitectura, i ha transcorregut durant un període de deu trimestres inclosos en els següents cursos escolars: 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007 i 2007-2008.

La recerca és de tipus experimental i s'emmarca en els estudis de cas únic en els quals l'investigador no es limita a ser un observador sinó que, a més, és un agent que participa activament en l'objecte d'estudi, encarregant-se de la posta a prova i l'experimentació de les diverses estratègies, activitats i materials previstos en el guió del projecte. Alhora, en aquest tipus de recerca l'investigador ha d'avaluar constantment el grau de compliment dels objectius per poder realitzar els ajusts que siguin necessaris, considerant les possibles sortides de guió inevitables en tot procés d'experimentació i afegint allò que no s'havia previst inicialment.

El fet que l'investigador hagi d'exercir diversos papers simultàniament, com a dissenyador del projecte, professor que el posa en pràctica dins l'aula, tècnic coneixedor del software i observador que recull les dades i les interpreta, també està en relació a un dels objectius plantejats, que és aconseguir que el desenvolupament del treball de camp s'integri dins de l'estructura educativa i curricular d'un institut, la qual consisteix en el típic esquema d'un professor per aula. És a dir, la metodologia no ha considerat la possibilitat de formar un equip integrat per tècnics, professors i investigadors perquè aquest plantejament s'allunya de la pràctica diària d'un professor a l'aula, en la qual acostuma a treballar en solitari davant dels alumnes.

## 2.2. Selecció i especificació del cas

El centre escollit per a realitzar el treball de camp ha estat l'IES Eugeni d'Ors de Vilafranca del Penedès. Els criteris que s'han tingut en compte per a la seva elecció han estat dos: En primer lloc, les facilitats de tipus organitzatiu derivades del fet que l'investigador forma part de la plantilla del centre; i en segon lloc que es tracta d'un centre pioner en la introducció de les TIC a l'aula i, per tant, disposa dels suficients recursos informàtics per portar a terme el present projecte.

S'ha procurat que el treball de camp s'integrés dins l'estructura organitzativa del centre i dins del currículum educatiu de l'alumne. Amb aquesta finalitat i tenint en compte que els conceptes que es treballaran fan referència a l'arquitectura medieval, s'ha considerat que el curs més adequat era el de 2n d'ESO, ja que aquests continguts coincideixen amb els objectius curriculars d'aquest nivell. Alhora, per tal d'emmarcar aquesta experiència dins el currículum educatiu de l'alumne s'ha decidit incloure-la dins l'estructura d'un crèdit variable.

Les activitats didàctiques s'han realitzat dins una aula amb ordinadors i han tingut com a eina bàsica de treball el software de Realitat Virtual, Superscape 3D Webmaster. En l'elecció d'aquest software s'han considerat els següents criteris:

- a) La idoneïtat en relació al seu potencial didàctic, ja que permet abordar l'objectiu central del present treball que és la possibilitat que els alumnes puguin construir peça a peça un edifici històric. Malgrat la complexitat del seu funcionament, és un software molt apropiat per desenvolupar el treball de camp, ja que permet la construcció dels edificis d'una forma molt visual i semblant a la realitat.
- b) El nivell d'adaptabilitat als recursos informàtics del centre. El fet que sigui un software que funciona en plataforma PC facilita la seva instal·lació en el tipus d'ordinador habitual en un institut de secundària.

- c) La formació tècnica de l'investigador. Tenint en compte que en aquest treball de camp l'investigador és també el professor i el tècnic alhora, és important que el seu nivell d'experiència en l'ús del software permeti afrontar amb garanties la resolució de freqüents dubtes per part dels alumnes i de possibles incidències tècniques, les quals sense un domini adequat del software dificultarien enormement el curs normal de l'experimentació.

El capítol 4 de la present tesi recull amb més profunditat i detall tots aquests aspectes suara esmentats.

## 2.3 Recerca sobre l'estat de la qüestió

Prèviament a la fase de disseny del treball de camp es va abordar la necessitat de conèixer les experiències realitzades en l'àmbit de la introducció de la Realitat Virtual en l'educació i analitzar les conclusions a les que havien arribat. Aquesta recerca va partir de les següents fonts d'informació:

- a) Bibliografia especialitzada procedent d'estudis efectuats per institucions educatives i centres de recerca anglosaxons, bàsicament nordamericans, australians i britànics. Cal tenir en compte que tant la tecnologia de Realitat Virtual com les primeres aplicacions en el món educatiu van néixer i s'estan desenvolupat principalment en aquests països.
- b) Una correspondència privada mantinguda amb els principals investigadors en el camp de les aplicacions educatives de la Realitat Virtual i amb alguns dels productors de software educatiu més importants. Aquesta correspondència es va realitzar per e-mail durant l'any 2006 i tenia com a objectiu complementar i ampliar les dades aportades pels estudis publicats amb les opinions personals i els punts de vista d'aquests especialistes.

El contingut de la recerca i les conclusions es desenvolupen més endavant en el capítol 3.

## 2.4. Elaboració i disseny del material didàctic

Degut a la pròpia naturalesa del treball de camp, tot el material didàctic que ha servit de base per portar a terme l'experiència és de tipus gràfic i ha estat dissenyat *ex profeso* per l'autor d'aquesta tesi. Partint de la base que l'activitat dels alumnes ha de consistir en la construcció virtual de diversos edificis històrics, aquest material ha de contenir tres aspectes bàsics:

En primer lloc, ha de contemplar la necessitat de subministrar a l'alumne un conjunt d'elements arquitectònics tridimensionals que constituïran les peces bàsiques a partir de les quals bastirà peça a peça els edificis. Es tracta del **material de construcció**. Tenint en compte que Superscape 3D Webmaster no és un software pensat per a l'educació sinó que és un software de desenvolupament destinat a ser una eina de producció de móns virtuals per a professionals i empreses, no es troba disponible en aquest moment al mercat cap tipus de material que permeti realitzar els objectius marcats. Per aquest motiu ha calgut dissenyar expressament per al present treball de camp una sèrie de llibreries de peces tridimensionals que l'alumne podrà utilitzar en la construcció de l'edifici virtual.

En segon lloc ha de proporcionar a l'alumne una guia per aprendre el funcionament del software, que és l'eina per mitjà de la qual elaborarà les seves pròpies construccions. Aquest aspecte queda resolt amb un **tutorial**. Malgrat que el software porta incorporat un tutorial, aquest, en estar pensat per a professionals és massa complex i extens per ser utilitzat també per als alumnes. Per això ha calgut dissenyar una guia específica que es limiti a facilitar a uns alumnes de 2n d'ESO el nivell necessari de comprensió i de domini dels comandaments del software per a la construcció dels edificis virtuals proposats.

En tercer lloc, ha de proporcionar l'accés a uns coneixements imprescindibles sobre l'estil arquitectònic i el context històric per tal de poder saber les característiques i les tècniques constructives dels edificis que ha de bastir.

Aquests coneixements es presenten com a **material de consulta**. En aquest apartat es van aprofitar diversos materials multimèdia interactius i en forma de videojoc que estan disponibles a la xarxa i que permeten treballar de forma autònoma i interactiva els continguts previstos sobre història de l'arquitectura. Molts d'aquests materials són coproduccions en les quals ha intervingut l'autor de la present tesi en diversos moments de la seva trajectòria com a dissenyador virtual.

L'accés a tots aquests materials ha de ser fàcil. Per aquest motiu els alumnes hi poden arribar a través del disc dur del seu ordinador i també de forma *on-line*.

Els continguts que es treballaran amb aquest material didàctic són els contemplats en el currículum educatiu de 2n d'ESO, és a dir els referents a arquitectura medieval, amb l'afegit de l'arquitectura romana, la qual tot i correspondre al currículum de 1r d'ESO, en el nostre institut i per acord del Departament de Ciències Socials, s'inclou en el temari de 2n.

En concret, els continguts són:

- Arquitectura romana
- Arquitectura romànica
- Arquitectura gòtica
- Arquitectura bizantina

## 2.5. Desenvolupament del treball de camp

És fonamental en tot treball de camp definir uns criteris en la constitució i en l'organització dels grups així com elaborar un guió de treball on han de figurar i s'han d'ordenar les etapes que se seguiran en el seu procés d'aplicació pràctica i d'experimentació.

### 2.5.1. Criteris en la formació dels grups de treball

El mètode didàctic aplicat en el treball de camp té com un dels seus puntals el treball col·laboratiu entre els alumnes. A tal fi, es va considerar que el grup classe s'havia de dividir en grups, la mida òptima dels quals s'havia de procurar que fos de dos alumnes per cada ordinador. Tanmateix, en els casos de grups classe de nombre imparell o quan circumstàncies de tipus personal i de relació intergrupals ho aconsellaven es va contemplar la possibilitat del treball individual.

Els factors pels quals es va optar per al treball col·laboratiu són:

- La complexitat del software podria provocar estrès i desànim si cada alumne treballava sol, en canvi el treball cooperatiu facilitaria l'intercanvi d'idees i agilitaria la resolució de problemes (el que un no entén, ho sap fer l'altre).
- Fomenta entre els membres integrants del grup la col·laboració i l'emulació, elements inherents en un joc.
- Treballar amb 15-20 persones de manera individual amb un ordinador cadascuna dificulta enormement la tasca que ha de portar a terme un professor, especialment si, com en el cas del present treball de camp, no es disposa de cap altre professor o ajudant de suport. Cal tenir en compte que en aquest cas el professor ha d'afrontar un gran nombre

d'incidències, preguntes, consells, etc, que és necessari gestionar en una dinàmica pedagògica d'aquest tipus.



**Figures F2-1 i F2-2.** Parelles d'alumnes treballant a l'aula





El criteri que es va seguir per agrupar les parelles va ser el de la lliure elecció. El primer dia de classe cada alumne havia d'apuntar en el test inicial dos noms d'altres alumnes amb qui voldria fer parella, un en primera opció i un altre en segona opció. El dia següent el professor portava fetes les parelles intentant tenir en compte les preferències dels alumnes. Els grups no havien de ser obligatòriament estables al llarg de tot el trimestre sinó que s'establí com a norma que a l'inici de cada una de les activitats a realitzar es podien fer canvis de parella per iniciativa dels alumnes o del professor.

L'adopció d'aquest criteri de lliure elecció permetia crear grups en els quals els integrants creien disposar entre ells i a priori d'una bona sintonia personal (no es pot menystenir la importància dels factors afectius) o d'unes expectatives de complementaritat que preveïen que els podrien ser útils en el seu treball, factors tots ells que els podrien fer més amenes i estimulants les classes. Molts estudis han demostrat la utilitat didàctica de contemplar la possibilitat de crear grups heterogenis on es puguin combinar en el seu interior diferents aptituds, capacitats de treball o predisposicions dels seus integrats (per exemple, en una activitat que requereix certes dosis de creativitat i agilitat un alumne aplicat però poc intuïtiu pot veure's complementat per un alumne poc treballador però més intuïtiu i àgil, i a la inversa). És això al que es refereix Mario Carretero quan afirma que amb amics s'aprèn millor:

*“Con amigos se aprende mejor. Esta posición ha sido mantenida por investigadores constructivistas que pueden considerarse a medio camino entre las aportaciones piagetianas y cognitivas y las vygotskianas. Por ejemplo, por los que han mantenido que la interacción social produce un favorecimiento del aprendizaje mediante la creación de conflictos cognitivos que causen un cambio conceptual. Es decir, el intercambio de información entre compañeros que tienen diferentes niveles de conocimiento provoca una modificación de los esquemas del individuo y acaba produciendo*

*aprendizaje, además de mejorar las condiciones motivacionales de la instrucción”.*<sup>13</sup>

Per últim, considerant l'heterogeneïtat inherent al grup classe, la creació de parelles per criteris d'afinitat personal o de complementarietat va ser considerada una estratègia que havia d'ajudar a gestionar el tractament de la diversitat a l'aula d'una forma més eficaç que la consistent en formar grups homogenis.

### **2.5.2. Criteris d'organització del treball dels alumnes.**

Tot i que la Realitat Virtual és una tecnologia versàtil que es pot adaptar a una didàctica més tradicional<sup>14</sup>, la seva naturalesa tendeix a potenciar un aprenentatge pràctic i, per tant el seu lloc idoni és dins un entorn d'aprenentatge autònom i actiu, en el qual l'alumne és el protagonista en la creació del coneixement. Els criteris seguits en aquesta metodologia van ser els següents:

#### 1. Autonomia de treball

En començar cada una de les activitats que havien de realitzar els alumnes es fixava un dia d'entrega. El ritme de treball i la manera com aprofitarien el temps era responsabilitat de cada grup. Aquest sistema de treball havia de permetre una gran independència i autonomia a cada grup d'alumnes, els quals podrien treballar al seu ritme.

---

<sup>13</sup> CARRETERO, Mario. *Constructivismo y educación*. Saragossa: Luis Vives, 1993, Col·lecció Edelvives, núm. 9, p.30.

<sup>14</sup> En aquest aspecte la Realitat Virtual pot oferir una nova manera de fer una classe magistral, en la qual es pot concebre com una eina i un material de suport per a una classe teòrica. Si es disposa d'una infraestructura tecnològica bàsica, especialment un projector o una pissarra digital interactiva, el professor pot explicar l'estructura i els elements de l'edifici mentre es passeja pel seu interior. Aquest material és especialment útil per mostrar punts de vista molt específics dels elements que ajudin a entendre els volums, les formes i els detalls concrets que altrament són difícils de comprendre a partir de diapositives o dibuixos. Paral·lelament pot anar obrint finestres d'informació que l'ajudaran a complementar i ampliar la seva explicació.

## 2. Objectius i materials comuns

En la distribució de les activitats didàctiques que els alumnes havien de realitzar es va seguir un criteri de base homogeni, és a dir tots els alumnes havien de fer les mateixes construccions, partir dels mateixos materials de consulta i seguir la mateixa metodologia. Sense oblidar la diversitat d'alumnes existent dins del grup-classe, aquest criteri es basa en l'objectiu de comprovar i observar les possibles diferències quant a rendiment, interès, comprensió dels continguts, grau de manipulació del software, etc, que puguin aparèixer i que siguin fruit de la diferent resposta o interacció amb la metodologia, els materials i la tecnologia. Alhora, aquest criteri queda també justificat pel fet que els requeriments previs necessaris per portar a terme les activitats de construcció virtuals homogeneïtzen per igual a tots els alumnes, atès que:

- Tots els alumnes parteixen d'un nivell de coneixements molt escàs dels continguts objecte d'estudi. Aspecte que queda confirmat pels tests inicials, tal com veurem detingudament en el capítol 10.
- Un software de Realitat Virtual tan específic com el Superscape 3D Webmaster no és fàcil de trobar fora dels ambients professionals. Per tant tots els alumnes es veuen obligats a aprendre des d'un mateix nivell inicial totes les destreses i les competències instrumentals necessàries per construir móns virtuals.

## 3. Tractament de la diversitat.

Preveient la possibilitat que el ritme i el rendiment de treball podrien resultar diferents entre els diversos grups de què es componia l'aula, es van dissenyar unes activitats complementàries que tenien com a objectiu ampliar o perfeccionar les activitats comunes a tots els grups. És a dir, en el cas que alguns grups acabessin la feina abans que els altres, després de valorar la feina realitzada i per tal de poder esperar a que acabessin els altres grups, se'ls

proposaria de continuar la mateixa activitat constructora enriquint-la amb altres aspectes. Aquests eren els següents:

- La decoració: El software Superscape 3D Webmaster permet pintar els edificis i decorar-los amb imatges contingudes en arxius que es poden importar. Aquestes imatges poden ser elaborades pels mateixos alumnes o extretes de fotografies o de fitxers d'internet.
- Una introducció a l'animació d'objectes: En el mòdul SCL, el software de realitat virtual permet interactuar amb els objectes i animar-los. En aquest cas es va considerar la possibilitat de poder treballar les animacions més simples com per exemple, obrir i tancar portes amb un clic o introduir una figura humana controlable per l'usuari.

### **2.5.3. Guió de les etapes del treball de camp**

Aquest aspecte de la metodologia queda més ampliat en el capítol 6. Tanmateix, creiem apropiat esmentar aquí breument les línies mestres.

Cada parella d'alumnes havia de treballar en el seu ordinador les mateixes activitats que la resta de grups. És a dir, havia de començar i acabar el màxim nombre d'edificis virtuals complets. En aquest sentit és important que quedin clares les diferències respecte a una metodologia que podia haver tingut com a objectiu la realització d'una obra en equip que impliqués a tot el grup-classe, en la qual cada grup només treballés una part dels edificis i el resultat fos la suma de les diferents parts.

El desenvolupament del treball va quedar estructurat dins un termini de 30 hores lectives, que és l'assignat per a tots els crèdits variables i que correspon aproximadament a un trimestre del curs, i va seguir un ordre marcat per les següents etapes:

### 1. El test inicial (1 hora)

El primer dia de classe els alumnes havien de contestar una primera prova escrita de tipus test amb l'objectiu d'avaluar el seu nivell previ de coneixements sobre els continguts que s'havien de treballar. A la primera pàgina d'aquest test figurava una enquesta que pretenia conèixer aspectes relacionats amb el nivell de familiarització respecte els ordinadors, els jocs i la Realitat Virtual, i els motius que havien impulsat a l'alumne a apuntar-se al crèdit variable.

### 2. El primer passeig virtual (1 hora)

El següent dia de classe, un cop formats els grups de treball i assignats els ordinadors, s'iniciava una primera activitat didàctica que consistia en entrar dins de la reconstrucció virtual d'un castell català del segle XI, el castell de Mur. L'objectiu d'aquesta activitat era donar a conèixer a l'alumne en què consistia un món virtual i què era la tecnologia de Realitat Virtual, alhora que simultàniament es podia familiaritzar en el maneig dels comandaments que li permetrien passejar lliurement per l'interior del castell virtual.

### 3. Aprenentatge del tutorial (4 hores)

Aquesta activitat tenia com a objectiu aprendre el funcionament bàsic del software Superscape 3D Webmaster. A partir del seguiment detallat de les ordres i els consells que apareixen en una guia escrita en paper, els alumnes aprenien a conèixer els menús, la funcionalitat de les icones i les possibilitats dels comandaments que integren els software, mentre que simultàniament anaven construint pas a pas una petita capella romànica en Realitat Virtual.

### 4. Activitats constructives (22 hores aproximadament)

Aquest és el nucli central del present treball de camp. A partir de la construcció en Realitat Virtual de quatre edificis històrics que els alumnes han de realitzar a l'aula, es pretén experimentar diferents metodologies pedagògiques aplicades a cada cas i contrastar-ne els resultats.

Les quatre activitats constructives estan descrites a continuació seguint l'ordre amb el que van ser experimentades a l'aula. Tanmateix, això no significa que en cada un dels trimestres que va durar el treball de camp s'arribés a experimentar-les totes. En realitat el nombre d'activitats que es van experimentar va ser variable en el transcurs de tot l'estudi en funció del rendiment de treball divers de cada grup, tot i que en alguns trimestres sí que es van arribar a completar les quatre activitats per part d'alguns alumnes.

En acabar la classe cada grup d'alumnes havia de guardar el treball efectuat aquell dia dins una carpeta en el disc dur de l'ordinador de l'aula i, a més, en el seu *open-drive* personal.

La primera activitat va consistir en **la reconstrucció d'una església romànica en ruïnes**, en la qual a partir de les restes d'un temple del segle XI l'alumne havia de reconstruir in situ el seu aspecte original. En l'assignació del temps disponible per a la seva realització es va tenir en compte el fet que era la primera activitat constructiva que l'alumne realitzava de forma autònoma (és a dir, sense el tutorial). Per aquest motiu, va disposar un nombre major d'hores que les següents.

La segona activitat era **la construcció d'una església gòtica**. Aquí l'alumne havia de bastir un temple des de zero, podent decidir la seva forma i tipologia amb un ampli marge de llibertat i de creativitat.

La tercera i la quarta activitats no van ser previstes inicialment en el guió del treball de camp. A priori es va subestimar la capacitat de treball i el nivell de domini sobre el software que els alumnes arribarien a demostrar, motiu pel qual es preveia acabar el treball de camp amb la construcció del temple gòtic. Tanmateix, el desenvolupament del treball a l'aula va superar les expectatives dipositades al començament i va obligar a introduir dues noves activitats.

Una d'aquestes activitats va ser metodològicament molt similar a la primera, però amb un nivell menor de dificultat tècnica, i va consistir en **la**

**reconstrucció del temple romà de Barcelona** a partir de les seves runes existents.

Per últim, la darrera activitat es va centrar en **la construcció de Santa Sofia d'Istanbul**. Aquí l'alumne havia de fer una rèplica tridimensional del monument.

5. Realització d'una prova test final (1 hora). L'últim dia de classe es tornava a passar la mateixa prova test inicial per tal d'avaluar i comparar el nivell de millora en els coneixements adquirits després d'executar totes les activitats anteriors.

## 2.6 Recollida de dades

Tot treball de camp requereix establir unes tècniques per recollir la informació que es desprèn del seu procés de desenvolupament. En aquest cas es van utilitzar les següents:

- a) Els diaris de sessions
- b) Els informes d'observadors externs
- c) Les entrevistes als alumnes

### 2.6.1. Els diaris de sessions

Els diaris són una tècnica tradicional de recollida de dades on s'hi anoten una àmplia i heterogènia gamma d'informacions tals com: observacions, sensacions, reaccions, interpretacions, reflexions, suposicions, hipòtesis i explicacions. Els diaris permeten fer un retrat de les situacions que es donen i recullen la informació més significativa per als membres implicats en un treball de camp. Per això és important registrar-hi frases textuais, diàlegs, anècdotes, actituds, circumstàncies, apreciacions personals, etc.

El mètode utilitzat parteix de l'observació participant, en la qual el professor és l'encarregat de recollir i interpretar les observacions que el treball diari a l'interior de l'aula va generant. La metodologia seguida en el present treball de camp condueix a que el professor hi esdevingui una part activa. Ell és un observador profundament implicat en el procés d'aprenentatge que es porta a terme i exerceix un doble paper: per un cantó intervé en el treball dels alumnes orientant, ajudant, corregint i modificant quan convé la dinàmica del procés d'aprenentatge, i per l'altra ha de fer el paper d'observador extern anotant i interpretant al més objectivament possible el que va veient. Aquest doble paper pot tenir funcions retroactives, ja que al mateix temps que el professor va fent les observacions, les conclusions a les que pot anar arribant poden portar-lo a efectuar modificacions en alguns punts del plantejament de la recerca.



### **2.6.2. Els informes d'observadors externs**

Durant el segon trimestre del curs 2006-07 vaig aprofitar el fet de ser tutor de pràctiques del curs d'adaptació pedagògica (C.A.P.)<sup>15</sup> per tal de disposar de tres alumnes de la part pràctica del CAP com a observadors del treball de camp, la Gemma, l'Adrià i l'Àngels. Aquests alumnes assistien al crèdit variable almenys una hora a la setmana durant tot el trimestre i es dedicaven a observar i a anotar les seves reflexions en base a uns criteris relacionats especialment amb el procés d'aprenentatge i el mètode aplicat, sent instruïts prèviament per tal que poguessin sistematitzar les seves observacions en funció dels objectius que es plantejava aquesta recerca. Al final del seu període de pràctiques havien d'entregar una memòria on havien de fer constar les seves observacions, crítiques, opinions i propostes en relació al desenvolupament del treball de camp.

L'objectiu d'aquests informes era poder disposar d'observacions efectuades per individus amb un paper més extern i amb menys implicació dins el desenvolupament del treball de camp. Alhora, calia tenir present que la poca o nul·la experiència professional en el món educatiu i la manca d'una assistència assídua al llarg de totes les sessions per part dels observadors eren factors a tenir en compte en la valoració dels continguts dels seus informes.

### **2.6.3. Les entrevistes**

Els diaris de sessions i els informes són tècniques de recollida de dades que es basen en el resultat d'una observació directa i en certa manera externa a l'acte més íntim d'aprendre, però no arriben a desvelar allò que en els alumnes és difícil de captar per a un observador, o sigui: els sentiments, els pensaments i

---

<sup>15</sup> El Curs d'Adaptació Pedagògica està organitzat pels ICE de les universitats i té com a objectiu principal la formació pedagògica dels aspirants a futurs professors d'educació secundària. Conté una part pràctica que es desenvolupa dins un institut de secundària amb l'orientació d'un professor tutor.

les intencions personals. Aquest és l'objectiu de les entrevistes, les quals poden ser un mitjà per entrar dins la perspectiva de l'alumne.

El tipus d'entrevista utilitzat va consistir en la resposta a un qüestionari en el qual es demanava als alumnes sobre les seves opinions personals en diversos aspectes viscuts a l'aula al llarg del treball de camp. Les preguntes (veure els annexos) eren formulades a grups de tres o quatre alumnes en un espai fora de l'aula i eren gravades en vídeo. La decisió de fer entrevistes en grup tenia com a objectiu permetre que els alumnes se sentissin més relaxats i segurs estant entre els seus companys i, sobretot, estimular les competències relacionades amb la comunicació verbal i el debat. En grup era més fàcil que les preguntes fomentessin l'aparició de petites discussions que podien arribar a desembocar en moments d'un nivell superior de reflexió i d'agudeses mental i verbal, que altrament una entrevista individual possiblement frenaria. Alhora, l'entrevista constituïa una tècnica ideal per al desenvolupament de competències relacionades amb la crítica i la reflexió.

Les entrevistes es gravaven al final de cada trimestre després de repartir les qualificacions finals. El nombre total d'alumnes de 13 anys entrevistats va ser de 105 repartits en un total de vuit entrevistes d'una durada mitjana de quaranta minuts cadascuna, entre les quals, les cinc primeres entrevistes van ser dirigides pel propi professor i les altres tres per un alumne de pràctiques del C.A.P.

## 2.7. Criteris d'avaluació

L'avaluació ha d'ajustar-se als objectius que hem definit en començar el treball de camp i, per tant, té una doble finalitat, per una banda valorar els continguts apresos i per l'altra avaluar altres aprenentatges derivats de l'ús de la tecnologia i del mètode didàctic aplicat, com són: el grau de destresa i domini exercits sobre el software, com s'ha gestionat la informació, com s'han administrat els recursos que els alumnes tenien a l'abast, quin nivell de raonament i de reflexió han exercit i com s'ha donat la interrelació i la participació en l'interior dels grups i entre els grups de tota la classe.

Alhora, el fet d'implementar un treball de camp dins del currículum educatiu comporta que tots els resultats del crèdit variable on s'inscriu el treball de l'alumne s'han de traduir en una única qualificació, la nota final, que figurarà en el seu expedient acadèmic i que ha d'aparèixer en el butlletí de notes que se li entrega a l'alumne cada final de trimestre. Per tant, l'avaluació també ha de prendre en consideració la necessitat de trobar un mecanisme quantitatiu que permeti satisfer aquesta necessitat.

La present recerca parteix de la premissa que l'avaluació dels continguts apresos s'ha de basar principalment en trobar i aplicar el mecanisme pel qual es pugui avaluar l'experiència acumulada, ja que en el procés de construcció d'un edifici històric en Realitat Virtual l'alumne va adquirint experiència no tan sols en el maneig del software sinó també en la comprensió progressiva de l'edifici i de les seves característiques i els seus elements estructurals. Així, i tenint en compte que el sistema d'avaluació s'ha d'adaptar a un aprenentatge de tipus pràctic, l'avaluació s'ha centrat principalment en valorar els resultats de les activitats constructives.

Aquesta idea d'experiència acumulada és la que també esmenta Antònia Bernat en relació a l'avaluació dels videojocs.

*“La escuela tradicional se basa en el paradigma del contenido; evaluamos al alumnado con pruebas que registran la cantidad de contenidos asimilados. Contrariamente, la utilización de los videojuegos en la escuela nos brinda la posibilidad de evaluar la experiencia acumulada, ya que en los aprendizajes que se adquieren a través del videojuego, es la experiencia la que prima. La metodología que nos facilita el trabajo con videojuegos aporta una forma de interactuar con la información, el conocimiento, y con otras personas, totalmente nueva, propiciando el aprendizaje crítico”.*<sup>16</sup>

També aconsella diversos tipus de sistemes d'avaluació, més enllà de les proves convencionals.

*“Para poder evaluar toda esta gama de competencias, está claro que necesitamos algo más que las pruebas convencionales. La utilización de los videojuegos en el aula nos encamina a una metodología poco convencional. Por ello es necesario aplicar distintas formas de evaluación, capaces de contemplar todos los procedimientos que el programa del videojuego nos ha permitido practicar”.*<sup>17</sup>

El paper del professor és el d'observar la dinàmica de treball de cada alumne tant a nivell individual com en la relació que s'estableix amb el company dins un sistema de treball col·laboratiu. El professor ha de saber sempre què està fent cada alumne i detectar els seus problemes i ha de poder intervenir en el cas que els alumnes necessitin ajuda per corregir la feina que estan fent i orientar en la reflexió i l'anàlisi dels continguts, així com per ressaltar qualsevol aspecte que es vulgui emfasitzar. L'alumne s'ha de sentir observat i guiat de forma personalitzada.

---

<sup>16</sup> BERNAT, Antònia. *La construcción de conocimientos y la adquisición de competencias mediante el uso de los videojuegos*. En GROS, Begoña. *Videojuegos y aprendizaje*. Barcelona: Graó, 2008, p.94

<sup>17</sup> BERNAT, Antònia. *La construcción de conocimientos y la adquisición de competencias mediante el uso de los videojuegos*. En GROS, Begoña. *Videojuegos y aprendizaje*. Barcelona: Graó, 2008, p.96

En resum i per tal de concretar els criteris més amunt descrits, es tracta d'aplicar un sistema d'avaluació basat en un seguiment personalitzat del treball i dels resultats de l'alumne que permeti avaluar l'experiència acumulada en cada una de les activitats constructives. Aquest seguiment s'ha de traduir al final en una nota quantitativa (de l'1 al 10) per cada una de les activitats constructives i ha de valorar els següents paràmetres:

1. El ritme de treball aplicat durant l'activitat constructiva. En aquest punt es tenia en compte el temps total emprat en la realització, valorant amb un increment de qualificació els grups que acabaven la feina amb menys temps i els que eren els primers en presentar-la.
2. La forma de treballar. Aquest va ser un suggeriment dels alumnes durant el primer trimestre del curs 05-06 i que es va decidir aprofitar i incorporar. En aquest apartat es tenien en compte aspectes com: l'interès demostrat en el procés d'aprenentatge, el funcionament intern de la parella, el grau de corresponsabilització en el treball, l'esforç i l'atenció esmerçats, i el nivell de dependència respecte a l'ajuda del professor o dels altres companys.
3. La manera com el grup gestiona la informació presentada en el material de consulta. És a dir, observar quantes vegades hi accedeixen, en quins contextos i quin ús en fan.
4. El nivell de qualitat de l'edifici construït, valorant el nivell d'acabat i el grau de fidelitat a l'estil històric corresponent. En aquest sentit, des del principi se seguien certes normes que l'alumne coneixia, com per exemple la no acceptació d'un treball fins que no es presentés correctament. Així, si algú acabava la feina abans de temps però no estava ben feta se l'obligava a fer les modificacions pertinents, i si el dia d'entrega no es presentava la feina acabada es valorava el que hi havia. També quedava establert que tota tasca que contribuís a la millora del nivell d'acabat o que significués una ampliació de la feina, per exemple decorar l'edifici, seria valorada i incrementaria la nota.

La qualificació final era el resultat de la mitjana de totes les qualificacions obtingudes en cada una de les construccions realitzades.

Tot i que a l'inici i al final del trimestre es va utilitzar el tipus de prova avaluativa de continguts que s'usa generalment en l'aprenentatge tradicional, és a dir, un examen escrit en forma de test, les qualificacions obtingudes no van ser recollides en l'avaluació final. En el capítol 3 veurem que moltes experiències realitzades amb Realitat Virtual a l'aula demostren la dificultat de valorar els aprenentatges efectuats en base a un mètode d'avaluació que no és el més adequat per aquesta tecnologia i per al mètode didàctic aplicat a ella. Per tant, l'objectiu d'aquestes proves era exclusivament indicatiu, en el sentit que, atesa la desconfiança que demostraven els estudis consultats, podien ser més útils com a elements de reflexió i contrast dins una recerca que com a elements d'avaluació quantitativa.

## 2.8. Recapitulació

### **Tipus de recerca**

La present tesi es basa en un treball de camp efectuat dins una aula de 2n d'ESO d'un institut d'ensenyament secundari. Ha consistit en el disseny i experimentació d'un projecte educatiu que es fonamenta en l'ús de la Realitat Virtual com a eina d'aprenentatge de la història de l'arquitectura.

La recerca és de tipus experimental i s'emmarca en els estudis de cas únic en els quals l'investigador no es limita a ser un observador sinó que, a més, és un agent que participa activament en l'objecte d'estudi encarregant-se de la posta a prova i l'experimentació de les diverses estratègies, activitats i materials previstos en el guió del projecte.

### **Selecció i especificació del cas.**

El treball de camp es realitza dins d'una aula d'un institut públic d'educació secundària i s'integra com a crèdit variable dins del currículum dels alumnes i en l'estructura organitzativa del centre. El nivell educatiu escollit és el de 2n d'ESO. Les activitats didàctiques es realitzaran dins una aula amb ordinadors i tindran com a eina bàsica de treball el software de Realitat Virtual, Superscape 3D Webmaster.

### **Recerca sobre l'estat de la qüestió**

Prèviament a la fase de disseny del treball de camp es va abordar la necessitat de conèixer les experiències realitzades en l'àmbit de la introducció de la Realitat Virtual en l'educació i analitzar les conclusions a les que havien arribat.

## **Elaboració i disseny del material didàctic**

Degut a la pròpia naturalesa del treball de camp, tot el material didàctic que ha servit de base per portar a terme l'experiència és de tipus gràfic i digital i ha estat dissenyat *ex profeso*. Consta principalment d'un material de construcció format per llibreries d'elements arquitectònics tridimensionals, un tutorial i uns materials de consulta integrats per dos videojocs i dues presentacions de diapositives.

## **Procés de desenvolupament del treball de camp.**

El mètode didàctic aplicat en el treball de camp té com un dels seus puntals el treball col·laboratiu entre els alumnes. Amb aquest objectiu s'ha dividit el grup-classe en parelles d'alumnes amb un ordinador comú assignat. El criteri d'agrupació que s'ha seguit és el de la lliure elecció per part dels alumnes.

Els criteris d'organització del treball dels alumnes han estat dos: en primer lloc, l'autonomia de treball i, en segon lloc, l'aplicació d'uns objectius i uns materials comuns a tots els grups, és a dir tots els alumnes havien de fer les mateixes construccions, partir dels mateixos materials de consulta i seguir la mateixa metodologia. Alhora, per tal de tractar la diversitat de l'aula es van preveure unes activitats suplementàries d'ampliació per als alumnes que demostrassin un rendiment i un nivell d'aprenentatge superior.

El desenvolupament del treball que han de realitzar els alumnes està estructurat dins un termini de 30 hores lectives, que és l'assignat per a tots els crèdits variables i que correspon aproximadament a un trimestre del curs, i seguint un ordre marcat per les següents etapes:

Un test inicial (1 hora).

El primer passeig virtual (1 hora)

L'aprenentatge del tutorial (4 hores)

Desenvolupament de les activitats constructives (22 hores)

.Realització d'un test final (1 hora)



## **Recollida de dades.**

Tot treball de camp requereix establir unes tècniques per recollir la informació que es desprèn del seu procés de desenvolupament. En aquest cas es van utilitzar les següents:

- Els diaris de sessions. El mètode utilitzat parteix de l'observació participant, en la qual el professor és l'encarregat de recollir i interpretar les observacions que el treball diari a l'interior de l'aula va generant.
- Els informes d'observadors externs. L'objectiu d'aquests informes era poder disposar d'observacions efectuades per individus amb un paper més extern i amb menys implicació dins el desenvolupament del treball de camp.
- Les entrevistes als alumnes. Aquesta tècnica és un mitjà per entrar dins la perspectiva de l'alumne. El tipus d'entrevista utilitzat va consistir en la resposta a un qüestionari en el qual es demanava als alumnes sobre les seves opinions personals en diversos aspectes viscuts a l'aula al llarg del treball de camp. Les preguntes (veure els annexos) eren formulades a grups de tres o quatre alumnes en un espai fora de l'aula i eren gravades en vídeo.

## **Criteris d'avaluació**

L'avaluació s'ajusta als objectius i, per tant, té una doble finalitat, per una banda valorar els continguts apresos i per l'altra avaluar el desenvolupament d'altres competències relacionades amb l'ús de la tecnologia i del mètode didàctic aplicat com són: el grau de destresa i domini exercits sobre el software, com s'ha gestionat la informació, com s'han administrat els recursos que els alumnes tenien a l'abast, quin nivell de raonament i de reflexió han exercit i com s'ha donat la interrelació i la participació en l'interior dels grups i entre els grups de tota la classe.

L'avaluació dels continguts apresos s'ha de fixar principalment en l'experiència acumulada, ja que en el procés de construcció d'un edifici històric en Realitat Virtual l'alumne va adquirint experiència no tan sols en el maneig del software sinó també en la comprensió progressiva de l'edifici i de les seves característiques i els seus elements estructurals. Per aquest motiu, el criteri adoptat per avaluar els continguts apresos és l'anàlisi dels resultats finals de la activitats constructives, és a dir, valorar l'aspecte de l'edifici que ha construït l'alumne, tenint en compte factors com, per exemple, el nivell de qualitat i el grau de fidelitat a l'estil històric en concret.

Ahora per valorar les competències desenvolupades cal tenir present factors com: El ritme de treball aplicat durant l'activitat constructiva, la forma de treballar, i la gestió de la informació i del material de consulta.

# 3. Panorama de la Realitat Virtual dins l'educació

## 3.1. Què és la Realitat Virtual?

Actualment no hi ha una única definició del que és la Realitat Virtual. Com a conseqüència, hi ha una certa confusió entre el públic, ja que el terme ha estat aplicat de forma imprecisa i àmplia a qualsevol desenvolupament tecnològic que vagi des de jocs d'ordinador, fins a pel·lícules tridimensionals o simulacions i, a més, ha tingut un ampli ressò en la ciència ficció.

Tal com assenyala Diego Levis:

*“La utilización del término realidad virtual para designar a distintos tipos de aplicaciones informáticas, en particular las que incluyen imágenes interactivas creadas por ordenador, han hecho de éste un concepto abierto a todas las interpretaciones. Expresión imprecisa en la que, como en una maleta sin fondo, entra todo”.*<sup>18</sup>

De cara a trobar una bona definició que serveix per distingir el mite de la realitat recollim la de B. Roehl:

*“La realitat virtual és una simulació d'un ambient tridimensional generada per ordinadors, en el qual l'usuari és capaç tant de veure com de manipular els continguts d'aquest ambient”.*<sup>19</sup>

Els elements clau d'aquesta definició són els següents:

---

<sup>18</sup> LEVIS, Diego. *Realidades inmateriales: comunicación digital, realidad virtual y transformación social* [en línia]. Bellaterra: Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1998. Disponible a: <<http://www.bib.uab.es/comunica/tesi01.htm>>

<sup>19</sup> ROEHL, B. *Special Edition Using VRML*. Indianápolis: Mc Millan Computer Publishers, 1996.

1. La Realitat Virtual és un entorn artificial creat en ordinadors.

2. És tridimensional.

La Realitat Virtual pretén crear experiències tridimensionals que ambicionen simular la sensació de ser transportat en una espai diferent. Tal com diu N. Negroponte:

*“Vol arribar a donar una sensació d'estar en un cert lloc o espai sense haver-hi fet el viatge”.*<sup>20</sup>

3. És interactiva i multisensorial.

La Realitat Virtual no és una pel·lícula d'animació ni és multimèdia. El seu objectiu tampoc és elaborar imatges al màxim de realistes possible, tot i que és un factor important que tota construcció virtual té en compte. La seva característica clau és que interactua amb l'individu i li permet un moviment a dins de les imatges. L'usuari pot moure's lliurement per l'espai i interactuar amb els objectes i el món virtual a temps real.<sup>21</sup> Alhora, una sèrie de dispositius externs com cascs i guants permeten que l'usuari pugui captar les sensacions a través del seus propis sentits, vista, tacte i oïda, incrementant així la impressió de realisme.

La realitat virtual és interactiva per definició, a més d'immersiva. En això es distingeix de les pel·lícules i dels audiovisuals, en els quals tenim un guió prefixat. A la Realitat Virtual no hi ha guió, és l'usuari qui decideix en cada moment el que vol veure i el que vol experimentar, inspeccionant el món virtual de la mateixa manera que avançaria en la realitat, prenent decisions dins una

---

<sup>20</sup> NEGROPONTE, N. *Being digital*. New York: Vintage Books, 1995.

<sup>21</sup> Un món virtual és com un escenari digital en el qual hi ha objectes tridimensionals, com per exemple, un paisatge, una ciutat, un carrer, un edifici, l'interior d'un òrgan humà, etc. El concepte de temps real es refereix a l'experiència de moure's dins un espai o món virtual en el mateix moment que s'hi està interactuant. Per exemple, en els móns virtuals on l'usuari pot passejar-hi per mitjà del ratolí, cada moviment a la dreta o a l'esquerra, endavant o endarrere del ratolí indica la direcció en la que es caminarà, i el fet de caminar serà instantani, immediat. D'aquesta manera l'usuari actua com si estigués conduint dins un espai virtual, podent canviar la direcció i parar-se quan vulgui. Temps real vol dir que l'usuari no ha d'esperar que l'ordinador processi les ordres que se li han donat, sinó que la interacció és instantània.

dinàmica que permet canvis en qualsevol moment i direcció. A més, un món virtual està format per elements autènticament tridimensionals, mentre que una animació són imatges bidimensionals que, malgrat que en alguns casos poden tenir un aspecte tridimensional, en realitat són imatges planes. És a dir, una animació és una seqüència de *frames* que passen a alta velocitat (25 *frames* per segon) i cada *frame* és com un dibuix o una fotografia, els quals per semblar més reals poden haver estat dissenyats incloent-hi una certa profunditat que simuli la tridimensionalitat. En canvi, en la Realitat Virtual no hi ha *frames* ni seqüències, l'usuari es pot moure lliurement en un escenari tridimensional de la mateixa manera que ho faria en un espai real. En aquest sentit Emilio R. Escartin puntualitza:

*”Muchos confunden la Realidad Virtual con su pariente la multimedia, lo que no es sorprendente debido a que ambas tecnologías alcanzaron su madurez casi al mismo tiempo, ambas involucran imágenes y sonido y ambas han merecido cantidades comparables de atención en los medios masivos de comunicación. Sin embargo, las diferencias entre ambas tecnologías son importantes. La multimedia se refiere a una información pre-elaborada, pre-programada y “enlatada”, que se presenta a través de una interfase novedosa. Por el contrario, la Realidad Virtual es absolutamente dinámica y cambiante. La multimedia es básicamente bidimensional, un conjunto de imágenes planas presentadas en secuencia en una pantalla. La Realidad Virtual es (por su propia naturaleza) tridimensional, con profundidad además de alto y ancho. En multimedia la única “interacción” a disposición del usuario es la capacidad de seleccionar una secuencia diferente para presentar la información grabada; el usuario no puede alterar lo que está allí, y no puede adicionarle nada. Por el contrario, la Realidad Virtual es intrínsecamente interactiva y maleable”.*<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> ESCARTIN, Emilio R. *La Realidad Virtual, una tecnología educativa a nuestro alcance* [en línia]. Cuba: Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”. Revista Pixel-Bit. Revista de medios y educación, 2000, n. 15. Disponible a:

<<http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n15/n15art/art151.htm>>

La Realitat Virtual és un pas endavant en la llarga tradició occidental d'elaboració d'imatges. Almenys des de finals del gòtic i fins als nostres dies es pot rastrejar en els artistes una voluntat per arribar a plasmar l'espai real, que sempre és tridimensional, amb nous i més potents mitjans que en permetin una millor aproximació o comprensió. L'invent de la tècnica de la perspectiva lineal durant el Renaixement obeïa a la necessitat de recrear una realitat, que és tridimensional, amb uns mitjans limitats (una tela, un paper, la superfície d'una paret), sotmesos a la bidimensionalitat.

Alguns pintors, moguts per l'interès d'acostar-se més a la sensació de tridimensionalitat, van idear trucs que permetien experimentar visions més o menys estereoscòpiques. És el cas del cèlebre quadre de Hans Holbein el Jove titulat "Els ambaixadors" de l'any 1533 (figures F3-1 i F3-2), a la base del qual hi figura un crani humà amb un disseny anamòrfic que conté l'efecte de semblar tridimensional quan l'espectador el contempla des d'un punt de vista molt lateral.<sup>23</sup>

Al segle XIX apareix la fotografia, la qual, en aconseguir una major fidelitat a l'objectiu retratat i amb un menor cost, pren entre les masses el lloc preeminent que havien gaudit els dibuixants i els pintors figuratius. La fotografia recull la tridimensionalitat dels espais sense haver d'aplicar les complexes tècniques de representació heretades de la tradició acadèmica. Més endavant apareixen el cinema i el vídeo que instauren una tècnica revolucionària, la imatge en moviment i, a la segona meitat del segle XX, la següent frontera ha estat traspassada per la Realitat Virtual, ja que per primera vegada resol la representació de la tridimensionalitat d'una forma molt més real i natural i, sobretot, permet donar la sensació d'entrar amb tots els sentits dins de les imatges creades.

---

<sup>23</sup> De fet, l'observador s'ha de col·locar ben bé al costat del quadre i mirar-lo de reüll. Conscient de l'interès que desperta, la National Gallery deixa un espai de paret ampli a banda i banda de la pintura per tal que el públic pugui experimentar aquesta sensació.



**Figura F3-1.** *Els ambaixadors.* Hans Holbein el Jove.1533. National Gallery, Londres.



**Figura F3-2.** La visió que es pot arribar a percebre, des d'un angle de visió lateral, de la imatge anamòrfica que està situada als peus dels personatges.

La Realitat Virtual no és tan sols una tècnica més sofisticada de representació tridimensional de la realitat (de fet, també ho han estat els visors estereoscòpics i els hologrames), ni només una tecnologia que ofereix la

possibilitat de veure un mateix objecte o espai des de tots els punts de vista (aspecte que també resolen molts softwares de disseny 3D), sinó que el seu potencial revolucionari rau en introduir l'espectador dins de les imatges que contempla i interactuar amb elles. L'usuari té la sensació de traspasar la pantalla de l'ordinador i de viatjar a l'interior d'un entorn artificial i digital, el món virtual. Totes les formes de representació anteriors a la Realitat Virtual (pintura, fotografia, cinema, etc) obliguen a mantenir una separació, una distància entre la imatge i l'espectador que la mira. En canvi la Realitat Virtual ha pogut trencar aquesta barrera, ja que l'usuari no té la constatació de quedar-se fora sinó que té la sensació de penetrar dins del que està veient i d'anar més enllà de la contemplació a través d'una capacitat d'interacció amb el que percep. Tal com afirma Diego Levis:

*“Las técnicas de comunicación y simulación digital representan una nueva etapa en el camino del ser humano en su empeño por superar los límites que le imponen el tiempo y el espacio.*

*En este contexto, los simulacros virtuales pueden verse como la culminación provisional del proceso de inmaterialización de lo real, del cual participan todos los medios de representación simbólica, desde las pinturas rupestres hasta el cine, la televisión, la holografía y los gráficos por ordenador y al que no son ajenos el alfabeto, la imprenta y las telecomunicaciones.*

*Gracias al simulacro virtual por primera vez es posible satisfacer el anhelo de traspasar la superficie lisa de la pantalla (o del cuadro), cara exterior de un mundo que intuimos maravilloso, que nos inquieta y atrae. Se produce de este modo una fractura simultánea del concepto tradicional de la narración y de la perspectiva renacentista, diluida la mirada del autor en ojos que miran por sí mismos desde dentro de la imagen que adquiere así una nueva dimensión temporal y espacial”.*<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> LEVIS, Diego. *Realidades inmatrimales: comunicación digital, realidad virtual y transformación social* [en línia]. Bellaterra: Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1998. Disponible a: <<http://www.bib.uab.es/comunica/tesi01.htm>>



## 3.2. Breu història de la Realitat Virtual

Tot i que hi ha consens en atorgar la paternitat de la Realitat Virtual a Ivan Sutherland, l'any 1965 en el seu article: *The ultimate display*<sup>25</sup>; durant els anys de la Guerra Freda ja hi havia cabines amb simulacions de combats aeris, amb avions com a eines d'entrenament militar. Com moltes de les tecnologies de la informació i de la comunicació, la Realitat Virtual també va tenir un origen militar. Tanmateix, no és fins als anys 80 que apareix per primera vegada el terme Realitat Virtual, encunyat per Jaron Lanier, el qual va distingir entre les simulacions per ordinador tradicionals i els entorns cada cop més immersius que estava intentant desenvolupar en els exercicis d'exploració espacial.

A Catalunya, l'any 1999 va tenir lloc una iniciativa pionera al sud d'Europa. La creació a Barcelona del Centre de Realitat Virtual (CRV), nascut com una iniciativa conjunta de col·laboració entre l'empresa T-Systems i la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)<sup>26</sup>. El CRV està dirigit pel Dr. Pere Brunet i combina la docència, la recerca i la producció de móns virtuals.

En els inicis d'aquesta tecnologia, tant el hardware com el software adequats per aquesta tasca eren tan cars que només els governs, unes poques universitats i les grans corporacions podien destinar fons per invertir en aquesta tecnologia. Tanmateix, la creixent introducció dels ordinadors en la vida diària de les persones i la simplificació dels accessoris perifèrics ha permès que actualment moltes persones tinguin la possibilitat d'explorar el món de la Realitat Virtual. Especialment important ha estat la incorporació de la Realitat Virtual en l'entreteniment i en el mercat dels jocs dirigits al gran públic. Encara que estem lluny d'aconseguir l'objectiu ideal de recrear móns virtuals que puguin ser percebuts com una veritable realitat física; actualment la

---

<sup>25</sup> SUTHERLAND, Ivan. *The ultimate display* [en línia]. Proceedings of IFIP Congress, 1965, p. 506-508. Disponible a: <<http://www.cs.uiowa.edu/~sbabu/The%20Ultimate%20Display.htm> >

Ivan Sutherland és considerat per molts com el creador dels gràfics per ordinador. Va ser pioner en la introducció als anys 60 de conceptes com el modelat en 3D, la simulació visual, el disseny assistit per ordinador (CAD) i la Realitat Virtual.

<sup>26</sup> *Centre de Realitat Virtual de Barcelona*. Universitat Politècnica de Catalunya i T.Systems. [www.crvbcn.com](http://www.crvbcn.com)

Realitat Virtual ja és una eina eficaç de formació, un poderós mitjà de comunicació i una atractiva modalitat d'entreteniment i diversió. A part de l'àmbit militar, on va néixer, la medicina, el disseny industrial, l'arquitectura, l'art, l'educació i els parcs d'atraccions ja apliquen tècniques de Realitat Virtual. No obstant, la tecnologia és tan jove que falta saber encara quina serà la forma definitiva que adoptaran aquestes aplicacions i els usos socials que acabaran imposant-se. Mentrestant cada cop són més les empreses i laboratoris d'investigació que treballen en perfeccionar i desenvolupar les potencialitats de la Realitat Virtual.

### 3.3. Softwares més utilitzats en educació

No és objecte d'aquesta tesi fer un repàs exhaustiu de tots els softwares que s'han emprat ni dels que actualment estan en actiu. La varietat és molt gran i en continua renovació. Per tant només ens centrarem en els softwares que són més usats i que es troben més fàcilment en el món de l'educació. En general aquests softwares s'agrupen en dos tipus: immersius i no immersius.

Els immersius són els que permeten unes sensacions més reals d'estar dins del món virtual.<sup>27</sup> Van acompanyats de perifèrics com cascs i guants (figures F3-3 i F3-4) que connecten els sentits de l'oïda, el tacte i la vista amb les imatges virtuals de l'ordinador de tal manera que l'usuari percep que ha fet una immersió quasi total en el món virtual. D'aquesta manera, el casc permet tenir la sensació que es camina físicament dins el món, és a dir que s'avança, literalment, amb les pròpies cames, i que el punt de vista canvia quan es gira el cap, s'inclina el cos o hom s'acota. Alhora, amb els guants es pot interactuar amb el món virtual tenint la sensació de tocar els objectes amb les mans.

És important aclarir que l'usuari té la sensació de ser transportat a un espai tridimensional virtual en el qual no hi ha cap ordinador, és a dir que no nota que n'estigui manipulant cap perquè, de fet, té la sensació d'haver entrat dins de la pantalla de l'ordinador.

Aquest tipus de software necessita d'un hardware i d'un software sofisticats i cars que no estan a l'abast dels centres educatius, especialment si no són universitaris.

---

<sup>27</sup> Quelcom similar és el que es pot trobar a les sales de joc, on per exemple una espècie de moto o cotxe amb comandaments quasi reals pot donar la sensació a l'usuari de córrer per la pista virtual.



**Figura F3-3.** Casc i guants de Realitat Virtual. Els cables estan connectats a un ordinador.



**Figura F3-4.** En aquesta imatge es poden comparar simultàniament un mitjà immersiu i un de no immersiu. El primer correspon a l'usuari que està dret davant d'una pantalla en forma de tríptic. El noi du al cap unes ulleres especials i a les mans un joystick. No veu la pantalla sinó tan sols l'esquelet, dins el qual pot navegar. A l'esquerra tenim un mitjà no immersiu en el qual hi ha un altre usuari que veu el mateix però des de la pantalla de l'ordinador. Imatge extreta del *Human Interface Technology Laboratory New Zealand*.

Els següents vídeos del Centre de Réalité Virtuelle de la Méditerranée poden ajudar a tenir una idea més clara sobre la immersió en un món virtual:



<http://www.youtube.com/watch?v=VZlsbn1quQ>



[http://www.youtube.com/watch?v=JdR3yPljb\\_Y&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=JdR3yPljb_Y&feature=related)



<http://www.youtube.com/watch?v=ojcTjbMLljc>



<http://www.youtube.com/watch?v=eHRuXiyd7ig&feature=related>

En relació als no immersius, aquests són els que permeten dissenyar móns virtuals per ser vistos en una pantalla d'un ordinador convencional i es poden manipular amb un simple teclat, un ratolí o un joystick (figura F3-5). Tot i que l'usuari disposa de la mateixa llibertat de moviments i la mateixa capacitat d'interacció que en els immersius, les sensacions d'estar-hi a dins són molt menys constatables, i per això alguns experts els consideren un grau menor en el món de la Realitat Virtual. En contrapartida, són més accessibles i tenen un cost assequible i actualment la majoria estan adaptats per ser descarregats per internet. Lògicament són els que tenen més futur en el món de l'educació.

Dins d'aquest grup hi ha dos tipus que han tingut molt d'èxit: el VRML i el Quick Time (QTVR).

### 1) VRML (Virtual Reality Modeling Language)

És un llenguatge que permet construir móns virtuals com si fossin maquetes tridimensionals. En un escenari o espai virtual el dissenyador va muntant totes les parts d'un edifici seguint un procediment similar al que fa un arquitecte quan

elabora una maqueta de paper o cartró, amb la diferència que tot és digital. Aquí l'usuari, per mitjà del teclat, el ratolí o el joystick, pot entrar en el seu interior i navegar sense restriccions en la direcció que vulgui, girar i interactuar amb els objectes talment com si estigués caminant a través de l'espai real.



**Figura F3-5.** Exemple de software i hardware no immersius.

Normalment, l'usuari no es descarrega el software de desenvolupament, tot i que ja n'hi comencen a haver alguns de disponibles per la xarxa, sinó que es baixa un petit *plugin* que li permet navegar per dins d'un món virtual ja preelaborat.

Molts softwares de modelatge o desenvolupament estan basats en aquest llenguatge, com per exemple: Superscape.vrt, X3D, Active Worlds, Virtools, Virtual Design 2, UPC-Alice, etc. A continuació senyalo alguns llocs web que poden donar una idea més clara sobre el VRML:

[www.arsvirtual.com](http://www.arsvirtual.com). És un portal que permet accedir a un bon nombre de recreacions virtuals de monuments històrics espanyols, llatinoamericans i del Marroc.

[www.xtec.cat/~ebiosca/cast.htm](http://www.xtec.cat/~ebiosca/cast.htm) Conté una reconstrucció virtual del castell de Mur.

## 2) QTVR (Quick Time Virtual Reality)

Alguns experts li neguen la categoria de Realitat Virtual ja que la sensació de tridimensionalitat és molt més reduïda. Aquests móns virtuals es construeixen a partir de fotografies reals i permeten veure panoràmiques bidimensionals en 360°. L'usuari pot girar el seu punt de vista però no pot avançar en la direcció que vulgui, la seva llibertat de moviments és molt més limitada i la interacció amb el món és escassa. Té l'avantatge que la seva elaboració és molt més senzilla i menys costosa que el VRML.<sup>28</sup>

A continuació senyalo alguns llocs web que poden donar una idea més clara sobre el Quick Time:

[http://www20.gencat.cat/docs/Patrimoni/Panoramiques/Castell\\_Mur\\_Castell\\_m.mov](http://www20.gencat.cat/docs/Patrimoni/Panoramiques/Castell_Mur_Castell_m.mov) Es tracta d'una visió actual del castell de Mur des de dins del pati.

<http://www.ecliptique.com/conques/#> Permet una visita de l'abadia de Santa Fe de Conques.

La diferència entre el VRML i el Quick-Time es nota molt en camps com l'arqueologia i la reconstrucció d'edificis en ruïnes o desapareguts, en els quals el VRML és més útil que el Quick Time, ja que no treballa a partir de fotografies actuals sinó que mitjançant una recerca prèvia va construint de nou totes les parts, una per una.

---

<sup>28</sup> Una prova de l'èxit del Quick-Time és el fet que actualment el trobem integrat al famós cercador Google-maps. En quasi tot el mapa del territori nord-americà i a la majoria de ciutats europees es pot navegar virtualment pels seus carrers utilitzant aquesta tecnologia.

Podem entendre millor aquestes diferències observant l'efecte i les possibilitats que ofereixen les dues tecnologies aplicades a la recreació virtual d'un mateix edifici. El castell de Mur és un important exponent de l'arquitectura civil dels castells de la Catalunya del segle XI i per aquest motiu ha estat recreat virtualment amb mitjans diversos. La universitat de Barcelona va publicar l'any 2000 en CD-ROM una reconstrucció virtual del castell elaborada amb el llenguatge VRML que ofería una imatge del castell tal com era segle XI i que era el resultat d'una intensa recerca arqueològica, documental i gràfica.<sup>29</sup> Posteriorment la Generalitat de Catalunya va publicar al seu web una imatge del castell tal com és en l'actualitat efectuada en llenguatge Quick-Time.

A continuació veurem a les figures F3-6 i F3-7 una comparació gràfica dels resultats dels dos llenguatges.



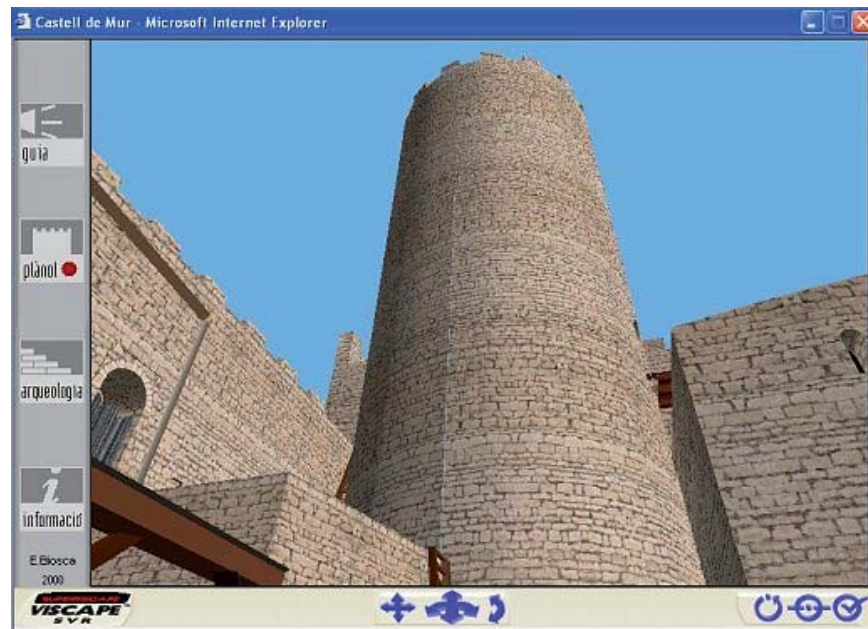
**Figura F3-6.** Quick Time: Vista de la torre des del pati. S'hi observa a l'esquerra de la torre la cisterna en ruïna i a la dreta uns forats d'embigats que denoten que hi havia un edifici annex a la torre.<sup>30</sup>

<sup>29</sup> L'equip que va impulsar i va treballar en el projecte estava integrat per la Dra. Teresa Vinyoles, la Dra. Marta Sancho i l'autor de la present tesi. BIOSCA, E; SANCHO, M; VINYOLES, T. *Viure en un castell de la frontera. Passeig Virtual pels segles XI i XII*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 2000

<sup>30</sup> Imatge extreta de:  
<[http://www20.gencat.cat/docs/Patrimoni/Panoramiques/Castell\\_Mur\\_Castell\\_m.mov](http://www20.gencat.cat/docs/Patrimoni/Panoramiques/Castell_Mur_Castell_m.mov)>



El Quick-Time només ofereix una imatge fotogràfica en 360º de les restes actuals del castell sense cap afegit, en canvi amb el VRML es poden dissenyar totes les parts del castell i cada una es pot col·locar i muntar, peça a peça, dins un escenari virtual. En el cas del castell de Mur això va permetre la plasmació visual i tridimensional de les diferents solucions arquitectòniques que un equip de recerca aportava amb l'objectiu d'aconseguir que la reconstrucció virtual ens acostés a la seva imatge original del segle XI.



**Figura F-3-7.** VRML (Superscape.vrt) Vista de l'entrada des del pati. La cisterna i l'edifici annex a la torre estan reconstruïts amb alguns afegits propis de l'època.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> Imatge extreta del CD-ROM: BIOSCA, E; SANCHO, M; VINYOLES, T. *Viure en un castell de la frontera. Passeig Virtual pels segles XI i XII*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 2000

## 3.4. Els inicis de la Realitat Virtual en l'educació

### 3.4.1. Incorporació tardana

Al començament, tot i que els experts eren conscients que les potencialitats en el camp de l'educació eren molt grans, l'ensenyament es va situar en els darrers camps on la Realitat Virtual es va introduir. Inicialment, tant el hardware com el software necessaris per desenvolupar aquesta tecnologia eren tan cars que només els governs, unes poques universitats i les grans corporacions podien destinar fons per invertir-hi. Els elevats costos que requeria la nova tecnologia i el complex nivell de formació que es requeria per manipular-la van contribuir a retardar la inversió en educació per part de les institucions públiques.

Alhora, seguint a Diego Levis <sup>32</sup>, la pròpia indeterminació del que era la Realitat Virtual i la seva immaduresa com a mitjà van propiciar tot tipus de profecies i promeses, moltes d'elles producte més de la il·lusió d'alguns autors que d'un veritable anàlisi del potencial de la tecnologia. Aquestes especulacions sobre futures aplicacions, en més d'una ocasió, tenien el seu origen en els mateixos investigadors (a la recerca de finançament), els quals van trobar una magnífica caixa de ressonància en els mitjans de comunicació, sempre propensos al sensacionalisme. Exageracions que, si bé van afavorir la popularització del lema Realitat Virtual, van banalitzar l'abast real d'aquestes tècniques de comunicació i simulació, contribuint al seu desprestigi en alguns ambients acadèmics i científics que, amb escepticisme, tendiren a assimilar la noció de realitat virtual a una atracció de fira.

Levis també remarca que aquest escepticisme i aquests prejudicis probablement eren més forts en els Humanitats que en les Ciències, ja que

---

<sup>32</sup> LEVIS, Diego. *Realidades inmateriales: comunicación digital, realidad virtual y transformación social* [en línia]. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1997. Disponible a: <<http://www.bib.uab.es/comunica/tesi01.htm>>

tradicionalment les Humanitats han estat més allunyades dels ambients tecnològics, tant per formació com per àmbit de treball. I això potser explicaria que la introducció de la Realitat Virtual en el camp de les Humanitats arribés més tard que en el camp de les Ciències, malgrat les evidents i enormes potencialitats en Història o en arqueologia, per posar alguns exemples.

Per totes aquestes raons, P.J. Siddens <sup>33</sup> afirma que la incorporació de la Realitat Virtual en el camp de l'educació no es va fer fins a la dècada dels 90. La progressiva generalització dels ordinadors a les llars i als centres escolars ho va facilitar. També el desenvolupament de nous softwares de Realitat Virtual aplicables a ordinadors domèstics (especialment els que es basaven en el llenguatge VRML) i l'aparició d'un mercat al voltant dels jocs per ordinador que va estimular les empreses a invertir-hi.

### **3.4.2. Els pioners en l'aplicació de la Realitat Virtual a l'ensenyament.**

El naixement i el desenvolupament de la Realitat Virtual s'ha produït majoritàriament en el món de parla anglosaxona i té una forta preeminència nord-americana.

Clark <sup>34</sup> fixa com a un dels primers intents d'introduir la Realitat Virtual a l'aula el que va tenir lloc a l'institut West Denton a New Castle upon Tyne a Anglaterra, l'any 1991. Segons Rose, aquest primer esforç va ser seguit per la Universitat de Washington el 1994 que va construir diversos móns virtuals al voltant de l'ecologia dels aiguamolls per ser experimentats amb alumnes de 12-14 anys <sup>35</sup> i per la Universitat de Syracuse, on els estudiants entraven en una

---

<sup>33</sup> SIDDENS, P.J. *Virtual Reality and the communication classroom*. St. Louis: Southern States Communication Association, 1999.

<sup>34</sup> CLARK, M. *Virtual Reality: A real context for learning*. Virtual Reality and Education Laboratory Fact Sheet, 1992.

<sup>35</sup> ROSE, H. *Assessing learning in VR: Towards developing a paradigm*. Seattle W.A: University of Washington, 1995. Les observacions i les conclusions de l'estudi realitzat amb alumnes a partir de l'ecologia dels aiguamolls es troben a: OSBERG, Kimberley M. *Constructivism in practice: The case for meaning-making in the virtual world* [en línia]. Seattle: University of Washington, 1997. Disponible a:

<<http://www.hitl.washington.edu/publications/r-97-47/>>

simulació de vol sobre diverses regions de l'estat de Nova York, incloent-hi alguns llocs destacats com les cataractes del Niàgara.

En la dècada dels 90 la majoria d'experiències educatives en Realitat Virtual es van fer als USA i també, encara que en menor mesura, a la Gran Bretanya. L'estudi amb una visió més global que s'ha publicat fins ara i que recull i analitza totes aquestes primeres experiències és el de Christine Youngblut: *Educational uses of Virtual Reality Technology*<sup>36</sup>, el qual degut a la seva importància s'esmentarà sovint al llarg d'aquesta tesi.

D'acord amb Youngblut, en la dècada dels 90 hi va haver un boom. Un gran nombre d'estudiants i de professors es van involucrar en l'experimentació d'aquesta tecnologia i un gran nombre d'institucions acadèmiques van desenvolupar programes de recerca. Youngblut va calcular més de quaranta projectes, repartits a parts iguals entre primària, secundària i universitat amb un ventall de temes molt ampli, dividit equitativament entre art/humanitats i ciència. A més, més de vint escoles i instituts van avaluar aquesta tecnologia i la majoria dels experiments van ser inclosos en el currículum educatiu.

Les experiències es van classificar en dos tipus:

1. La majoria dels projectes es basaven en oferir als estudiants uns softwares que contenien uns móns virtuals elaborats prèviament per un grup de tècnics, quasi sempre de la mateixa institució que finançava i organitzava el projecte. El paper dels alumnes era el d'aprendre a través de la interacció amb aquests móns.
2. Un nombre més reduït consistia en oferir als alumnes un software que els permetés desenvolupar i dissenyar el seu propi món virtual. En aquest cas, el paper de l'alumne era molt més creatiu.

---

<sup>36</sup> YOUNGBLUT, Christine. *Educational uses of Virtual Reality Technology* [en línia]. Alexandria, Virginia: Institut for Defense Analysis, 1998. Disponible a: <<http://www.hitl.washington.edu/scivw/publications.html>>

En la majoria d'aquestes experiències l'estudiant interactuava de forma individual amb el món virtual. Només tres intents van ser experimentats entre usuaris múltiples i en aquests casos la seva interacció va ser molt limitada. Alguns projectes també van estar experimentats amb estudiants discapacitats físics i psíquics.

Tres quartes parts dels projectes van utilitzar un software de tipus immersiu. D'aquests, la majoria es van fer a segon cicle de primària. Tal com hem esmentat anteriorment, aquest tipus de projectes necessitaven molt més suport tècnic i un hardware més sofisticat que els no immersius, els quals tan sols requerien un ordinador convencional. Aquest fet demostra el gran interès i la gran esperança que les institucions que finançaven els projectes dipositaven en la Realitat Virtual, sense escatimar en els costos.

L'abundància de les experiències que s'estaven realitzant va donar lloc a l'aparició d'una revista on-line inicialment trimestral i que actualment encara es publica amb periodicitat anual: *Virtual Reality in Schools*<sup>37</sup> en la qual des de 1995 fins a l'actualitat han anat apareixent articles on s'exposen les experiències que es porten a terme a les aules i on s'informa als educadors dels softwares i els hardwares que són disponibles i a l'abast dels centres educatius, amb l'objectiu d'estimular i facilitar la introducció de la Realitat Virtual en l'educació.

### **3.4.3. Expectatives inicials**

Des del començament es van dipositar grans esperances en la Realitat Virtual, ja que es creia que serviria d'estímul i fonament per a un canvi profund en els sistemes d'aprenentatge. Les tècniques de Realitat Virtual van ser vistes per molts experts com el canal definitiu d'entrada de la informàtica en els processos

---

<sup>37</sup> *Virtual Reality in Schools* [en línia]. PANTELIDIS, Veronica; VINCIGUERRA, David.C (coedit.). Greenville, N.C.:The Virtual Reality and Education Laboratory (VREL). Department of Library Science. College of Education of East Carolina University. Disponible a: <<http://vr.coe.ecu.edu/pub.htm>>

de formació i aprenentatge. L'ensenyament havia de constituir un dels àmbits més prometedors per a la difusió d'aquest emergent mitjà de comunicació.

En aquell moment es creia que cap sistema multimèdia constituïa encara una veritable alternativa als mètodes pedagògics tradicionals, i que la Realitat Virtual seria el mitjà que havia de donar lloc a noves formes d'aprenentatge basades en la participació activa dels alumnes. Aquestes tècniques, en opinió d'autors com J.F. Colonna <sup>38</sup>, podien transformar completament la pedagogia.

Dintre de l'estesa tendència a magnificar l'abast de les tecnologies digitals, no faltaven experts que com R.V. Kelly <sup>39</sup> afirmaven que la realitat virtual i les xarxes telemàtiques redefinirien la manera com aprenem i que constituïria la primera veritable alternativa a les velles institucions educatives. En aquest sentit, també Tiffin i Rajasinghan deien:

*“La unión de las tecnologías informáticas y de las telecomunicaciones podría hacer de la clase virtual el principal lugar de aprendizaje de la sociedad”.* <sup>40</sup>

Aquestes previsions s'inscriuen en la inclinació que existeix d'atribuir a tota nova tecnologia de comunicació la capacitat de ser utilitzada per a l'educació. També va ser el cas de la ràdio, la televisió, el vídeo, la transmissió per satèl·lit i la microinformàtica, que van ser considerats en el seu moment com a mitjans que podrien transformar les pràctiques educatives. El pensador francès Pierre Lévy, per exemple, afirmava que la generalització dels ordinadors a tots els àmbits de la vida social obligaria a revisar el paper de l'educació i la forma d'accedir al coneixement. La qual cosa, en el cas dels professors els obligaria a canviar els mètodes didàctics que fins llavors havien anat aplicant.

---

<sup>38</sup> COLONNA, J.F. *Images du virtuel*. Paris: Addison-Wesley, 1994.

<sup>39</sup> KELLY, R.V. *The End of Cognitive Bulimia*. San Francisco: Virtual Reality Special Report, 1996, vol.3, núm.1, p. 38/46

<sup>40</sup> TIFFIN, J; RAJASINGHAM, L. *En busca de la clase virtual. La educación en la sociedad de la sociedad de la información*. Barcelona: Paidós, 1997.

*"La utilización multiforme de los ordenadores para la enseñanza se expande en la escuela, en el hogar en la formación profesional y continua. Esta utilización lleva en su germen una redefinición de la función educadora y de nuevos modos de acceso a los conocimientos.*

*(...)*

*El desarrollo de un modo de pensamiento específico ligado a la informática esta aquí en juego.*

*Antes incluso de influir sobre el alumno, el uso de los ordenadores obliga a los profesores a repensar la enseñanza de su disciplina.*

*(...)*

*El ordenador es igualmente un instrumento de precisión para la investigación en pedagogía".*<sup>41</sup>

Tanmateix, la lògica dels usos socials i de la rendibilitat econòmica acostuma a anar per uns camins diferents als previstos inicialment pels analistes i, al principi l'ensenyament assistit per ordinador i, en concret la Realitat Virtual, no va respondre a les exagerades expectatives dipositades. En opinió d'Eric Woods aquesta distància entre allò que s'esperava, excessivament sobredimensionat, i les veritables possibilitats reals, va significar un fre a l'expansió de la Realitat Virtual com a tecnologia educativa.

*"La realitat Virtual va emergir amb una gran expectativa publicitària i amb molta gent predisposada abans que fos realment madura i capaç d'estar a l'altura de les expectatives, per la qual cosa li va caure un estigma que ha estat difícil de treure i que, en opinió d'alguns, ha fet retardar l'adopció de la Realitat Virtual".*<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> LÉVY, P. *La machine univers. Création, cognition et culture informatique*. Paris : La Découverte, 1987. Recollit i traduït per: LEVIS, Diego. *Realidad Virtual y Educación*. 1997. Disponible a: <[http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/master\\_eduvirtual.pdf](http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/master_eduvirtual.pdf)>

<sup>42</sup> WOODS, Eric. Fragment d'una correspondència mantinguda entre l'investigador i l'autor de la present tesi. 21-05-2006. Traducció de l'autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l'empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l'educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)

L'espectacularitat i l'elevat grau de motivació que despertava unit a la novetat i a la important inversió econòmica i de formació que la seva posada en funcionament requeria provocaven una certa magnificació dels efectes positius sense tenir un sistema prou vàlid d'avaluació, cosa que alhora retroalimentava un elevat nivell d'expectatives. L'estudi brillant de Youngblut <sup>43</sup> que sintetitzava totes les experiències efectuades fins a 1998 va ser útil per centrar la investigació posterior en uns paràmetres reals i objectius i obtenir una panoràmica realista del fenomen.

Aquest relatiu incompliment de les expectatives generades, atribuïble només en part a les resistències que existeixen en amplis sectors socials a acceptar qualsevol canvi que afecti a l'educació, no va desanimar als valedors de la realitat virtual a l'ensenyament. J.A. Millán <sup>44</sup>, per exemple, sostenia que hi havia importants factors positius com la flexibilitat que aquest mitjà aporta a les relacions entre ensenyants i alumnes, i T. Maldonado <sup>45</sup> insistia en els notables graus de llibertat operativa que ofereix a qui aprèn i a qui ensenya, especialment quan s'utilitzen entorns virtuals.

Un altre dels principals factors esgrimits a favor de la incorporació de la RV a l'educació era el gran atractiu que exercia entre nens i joves que la convertia en un important element motivador en el procés d'aprenentatge.

---

<sup>43</sup> YOUNGBLUT, Christine. *Educational uses of Virtual Reality Technology* [en línia]. Alexandria, Virginia: Institut for Defense Analysis, 1998. Disponible a: <http://www.hitl.washington.edu/scivw/publications.html> >

<sup>44</sup> MILLÁN, J.A. *Educación y redes: Con el caballo de Troya del ordenador*. Madrid: Telos. Cuadernos de comunicación, tecnología y sociedad, 1996, n. 44

<sup>45</sup> MALDONADO, T. *Lo Real y lo Virtual*, Barcelona: Gedisa, 1994.



## 3.5. Estat de la qüestió i possibilitats de futur

### 3.5.1. Context general

Quan la recerca de la present tesi va iniciar la fase de recollida i anàlisi de les experiències i els estudis internacionals efectuats sobre el tema, aviat es va començar a posar de manifest que el ritme i el nombre d'estudis en aquest camp tenia un abans i un després que es podia situar a la ratlla de finals dels noranta. Tot semblava indicar que malgrat que a partir dels anys 1998 i 1999 s'havien continuat fent recerques, el seu nombre era molt més baix en relació a les efectuades abans d'aquestes dates. La correspondència mantinguda amb diversos especialistes destacats en el món del disseny i el desenvolupament d'experiències de Realitat Virtual a l'educació ha pogut corroborar que aquesta inicial percepció s'ajustava a la realitat. En aquest sentit, per exemple, Maria Roussou ha constatat que després del boom dels noranta, en la dècada següent hi ha hagut un alentiment en el nombre de recerques i d'experiments realitzats a les aules.

*“És cert que la majoria de la recerca efectuada al voltant del desenvolupament d'entorns virtuals per a l'educació es va concentrar a mitjans dels noranta. Hi va haver un gran boom que després s'ha desinflat. En els darrers anys sembla que s'ha fet més èmfasi en la formació i en els factors de viabilitat pràctica i econòmica”.*<sup>46</sup>

Tanmateix, aquest canvi en el ritme no ha significat la fi de les investigacions, ja que els especialistes consideren que els estudis efectuats fins ara indiquen un

---

<sup>46</sup> ROUSSOU, Maria. Fragment d'una correspondència mantinguda entre la investigadora i l'autor de la tesi. 04-03-2006. Traducció de l'autor de la present tesi. Maria Roussou és directora del *Virtual Environments and Computer Graphics Lab* del *Department of Computer Science* de l'*University College* de Londres. <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/M.Roussou/>

valor potencial suficient de la Realitat Virtual per justificar la continuació de la recerca, el desenvolupament d'activitats i l'increment de les avaluacions.<sup>47</sup>

La gran empenta inicial de la dècada dels noranta, motivada per unes expectatives exagerades en les possibilitats d'una tecnologia nova que es veia enlluernadora, no va donar els fruits que s'esperaven. Aquest xoc amb la dura realitat va comportar un fre en el nombre d'investigacions a realitzar però, com tota crisi, va obligar a les empreses i les institucions que van continuar creient en les possibilitats educatives de la Realitat Virtual, a cercar noves línies de recerca i nous plantejaments a partir de l'experiència acumulada. L'editorial de la revista SpringerLink de l'any 2006 reflectia clarament la situació de la Realitat Virtual:

*“Com passa amb qualsevol nova tecnologia, els primers impulsors de la utilització de la Realitat Virtual en l'educació sovint van ser massa generosos en les seves estimacions sobre els beneficis que aportaria. Aquest entusiasme inicial va ser seguit per una frenada, una reducció de la investigació i del finançament en projectes educatius. Aquest procés ha dut a alguns a caure per la cuneta, però també ha comportat un nivell de maduresa per a la comunitat científica i educativa, que es caracteritza per una major qualitat i valor de la recerca i dels projectes, l'aparició de marcs teòrics i de noves pràctiques que avancen en l'estudi de les estratègies adequades i de les característiques particulars de l'aprenentatge amb Realitat Virtual i, per part de l'enginyeria i les ciències de la informàtica, un interès en l'educació com a escenari legítim en el qual desenvolupar i provar aplicacions amb Realitat Virtual.*

---

<sup>47</sup> Encara hi ha prou activitat en aquest moment i constantment apareixen congressos. Per exemple, entre altres, anualment se celebren els:

- *Reencontres internationaux de la réalité virtuelle.* <http://www.laval-virtual.org/> a França.
- *IADIS International Conference Web Virtual Reality and Three-Dimensional Worlds* <http://www.web3dw-conf.org/> a Portugal.

*Ha arribat el moment de fer un balanç d'on estem i de mirar cap a on hem d'anar. És necessari estimular la imaginació i les idees, que ens ajudaran a desenvolupar la propera generació d'aplicacions, i el disseny de nous estudis que ens permetin avaluar la seva eficàcia. Sens dubte, la Realitat Virtual seguirà evolucionant".<sup>48</sup>*

Segons aquesta revista els principals reptes que havia d'afrontar la Realitat Virtual en l'educació eren:

- Aconseguir nivells més alts d'eficàcia en la comprensió dels continguts per part dels estudiants.
- L'estudi de les característiques singulars de la Realitat Virtual que permeten als estudiants aprendre més fàcilment el que d'altra manera seria més difícil d'aprendre.
- Aprofundir en el paper de la Realitat Virtual com un complement a l'ensenyament tradicional.
- Estimular la innovació tecnològica en el camp del disseny de materials adequats per a l'ús educatiu.
- La recerca de formes d'avaluar els resultats en l'aprenentatge, incloent-hi la possibilitat d'utilitzar la Realitat Virtual com a instrument d'avaluació.
- L'ús de la Realitat Virtual dels estudiants amb necessitats especials.

De fet, les dificultats que experimenta la introducció de la Realitat Virtual a l'ensenyament s'han d'entendre en un marc més ampli dins la problemàtica general que planteja la introducció de les TIC a l'aula. En aquest sentit, també a finals dels noranta alguns investigadors ja van començar a detectar quins eren els obstacles que apareixien en el camí de la implantació de les TIC en l'educació, els quals es poden resumir en un desfasament entre, per una banda, les altes expectatives despertades pels productors i venedors de software i hardware educatiu, àmpliament publicades per un corrent d'opinió

---

<sup>48</sup> *Using Virtual Reality in Education* [en línia]. Londres: SpringerLink, 2006. Disponible a: <<http://www.springer.com/10055>>. Traducció de l'autor de la present tesi.

favorable i sovint acrític que va influir fortament sobre la política educativa dels governs, i per l'altra, la resistència de gran part dels docents a aplicar-les en la seva tasca diària a l'aula, justificada, només en part, per la manca de resultats concloents en relació a les millores educatives esperades.

Tal com deia Oppenheimer l'any 1997:

*“El cicle comença amb les grans promeses realitzades pels desenvolupadors de tecnologia. Tanmateix, a l'aula els docents mai s'adhereixen realment a les noves eines i no es produeix cap millora acadèmica significativa.*

(...)

*Mentrestant poques persones qüestionen les demandes dels partidaris de les tecnologies. Tot i que no hi ha proves que la majoria d'usos dels ordinadors millorin significativament l'ensenyament i l'aprenentatge, els districtes escolars retallen els programes de música, art i educació física, que enriqueixen la vida dels infants, per donar cabuda a aquest dubtós objectiu. L'Administració Clinton ha adoptat el lema: "ordinadors a cada aula", amb un crèdul i costós entusiasme".<sup>49</sup>*

Una de les dificultats importants que ha d'afrontar el desenvolupament de les TIC és la definició dels usos educatius més apropiats. Les noves tecnologies són molt prometedores i capaces de revolucionar l'aprenentatge, però com qualsevol altra eina, tot depèn de l'ús que se'n faci. La temptació de fer servir les TIC com a suport a pràctiques tradicionals, sense l'aplicació d'un canvi metodològic és un camí que no permet desenvolupar les seves veritables potencialitats. En aquest sentit, l'any 2003 la UNESCO avisava:

*“Instalar buenos computadores y conexiones a Internet en las aulas no es suficiente. También se deben saber utilizar en la forma*

---

<sup>49</sup> OPPENHEIMER, Todd. *The computer delusion* [en línia]. The Atlantic Monthly Company, 1997. Vol.280, n. 1. Disponible a: <<http://www.theatlantic.com/issues/97jul/computer.htm>>. Traducció de l'autor de la present tesi.

*apropiada. Esto significa que las escuelas deberán cambiar su metodología y encontrar nuevas modalidades de transmisión de conocimientos. Las tecnologías de información y comunicación sólo tendrán una utilidad marginal si se les usa simplemente para producir versiones electrónicas de libros que ya existen o para poner lecciones escolares “en línea”.*<sup>50</sup>

En aquest sentit és molt important una adequada formació del professorat que no se centri exclusivament en un aprenentatge dels softwares. Els docents han de rebre capacitació no tan sols per aprendre a usar aquestes eines sinó a més per modificar el seu mètode d'ensenyament. Diego Levis afegeix que els frens detectats en la generalització i l'ús de les TIC a l'educació han estat condicionats en gran part per una política de formació del professorat insuficient i mal orientada.

*“Por otro lado, en la mayoría de los casos, no se prioriza la necesidad de capacitar adecuadamente a los docentes. La formación, cuando existe, acostumbra a limitarse a cuestiones operativas de carácter meramente instrumental de los dispositivos técnicos y de distintas aplicaciones básicas, dejando de lado el desarrollo de prácticas pedagógicas innovadoras que puedan contribuir a estimular la creatividad y la imaginación de los estudiantes”.*<sup>51</sup>

La resposta del professorat també és un repte que cal afrontar. Estan les escoles i els professors disposats a canviar? Aquest és un dels grans desafiaments que plantegen les tecnologies de la informació i la comunicació. Diego Levis, recollint una constatació molt estesa entre els especialistes, reconeix que hi ha una resistència entre el professorat a canviar la seva

---

<sup>50</sup> *Nuevas tecnologías: ¿Espejismo o milagro?* [en línia]. La educación hoy. Boletín del sector Educación de la UNESCO, 2003, n.7. Disponible a: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001319/131987s.pdf>.

<sup>51</sup> LEVIS, Diego. *Formación docente en TIC: ¿el huevo o la gallina?* [en línia]. Monterrey: Razón y Palabra, Instituto Tecnológico de Monterrey (México), 2008, n. 63. Disponible a: <http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/FormacionDocente.pdf> >

metodologia didàctica, que no només és deguda a la manca de formació adequada abans esmentada sinó també a que els professors no veuen clar quina millora educativa pot proporcionar la incorporació de les TIC.

*“No resulta demasiado arriesgado afirmar que en gran medida los docentes no muestran especial entusiasmo por incorporar las TIC en su tarea y en su trabajo porque no saben como utilizarlas de un modo innovador, entre otras cosas porque nadie se los enseñó, y no encuentran especial utilidad en reemplazar el pizarrón y otras herramientas educativas por el teclado y la pantalla de una computadora”.*

Sobre les dificultats que experimenta la introducció de les TIC a l'educació, Diego Levis conclou:

*“Si bien existe consenso básico acerca de la relevancia que tienen los medios informáticos en la sociedad contemporánea y de la necesidad de incorporarlos a la educación, los intentos de mejorar la enseñanza gracias a las TIC sufren de la ausencia de paradigmas educativos capaces de generar una renovación real”.*<sup>52</sup>

Hem d'afegir el fet que les experiències portades a terme fins ara, tant en Realitat Virtual com en les TIC descriuen en general un panorama massa voluntarista, és a dir que han estat fruit de l'interès i la voluntat de determinades institucions i de grups reduïts de professors carregats d'il·lusió i de moltes ganes de treballar. En aquest sentit Diego Levis avisa que per tal d'estendre les TIC cal plantejar-se el repte de com anar més enllà de la fase dels professors pioners caracteritzada per unes altes dosis d'esforç i motivació personal.

---

<sup>52</sup> LEVIS, Diego. *Formación docente en TIC: ¿el huevo o la gallina?* [en línia]. Monterrey: Razón y Palabra, Instituto Tecnológico de Monterrey (México), 2008, n. 63. Disponible a: <<http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/FormacionDocente.pdf> >

*“Es difícil imaginar una renovación de las prácticas educativas a partir de las iniciativas aisladas de docentes inquietos que utilizan los recursos tecnológicos de un modo creativo, de cursos fragmentados tomados por iniciativa personal de cada docente o a través de la distribución de contenidos educativos por medio de cedéroms o sitios web más o menos bien concebidos. La incorporación de computadoras y redes en los procesos de enseñanza y aprendizaje adquirirá su verdadero sentido cuando los docentes adopten su uso con la misma naturalidad con la que utilizan otros recursos en el aula (cuaderno, tiza y pizarrón, láminas, manual, etc.). Para ello, el uso de TIC debe integrarse en la formación docente con naturalidad, de modo tal que en el momento de integrarse al aula los docentes no sientan la sensación de extrañamiento que tan bien expresa la frase “Yo con la computadora no tengo nada que ver” que recoge Roxana Cabello en el título de un libro sobre las relaciones entre los maestros y las tecnologías informáticas en la enseñanza publicado en 2006”.*<sup>53</sup>

En aquest sentit l'estudi SITES 2006 a Catalunya també insisteix en la necessitat de trobar algun sistema d'incentius professionals que serveixin d'estímul i que compensin l'esforç suplementari que han d'esmerçar els professors en l'aplicació de les TIC en la seva pràctica diària a l'aula.

*“La incorporació de les TIC al sector educatiu posa al professorat en la tessitura d'haver de canviar plantejaments i pràctiques i d'haver d'afrontar noves obligacions i nous aprenentatges. En aquest sector, com en qualsevol altre sector professional, sovint es planteja la conveniència o l'exigència que s'ofereixin incentius per tractar amb*

---

<sup>53</sup> LEVIS, Diego. *Formación docente en TIC: ¿el huevo o la gallina?* [en línia]. Monterrey: Razón y Palabra, Instituto Tecnológico de Monterrey (México), 2008, n. 63. Disponible a: <<http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/FormacionDocente.pdf> >

El llibre citat és: CABELLO, Roxana; LEVIS, Diego. *Medios Informáticos en la Educación a principios del siglo XXI*. Buenos Aires: Prometeo, 2007.

*situacions que van més enllà del que era habitual abans que els canvis comencessin a introduir-se”.*<sup>54</sup>

Alhora, posa de manifest les dificultats d'articular un sistema d'incentius adequat, especialment en l'educació pública. Per una banda la gamma d'incentius no econòmics que es podria oferir és limitada, ja que no sembla convenient multiplicar els escalafons professionals, i per l'altra les compensacions de tipus econòmic es veuen obstaculitzades per la inflexibilitat de les estructures professionals del funcionariat.

Analitzant el cas europeu i avaluant les resistències i les expectatives que existeixen sobre les TIC en el camp educatiu, Divina Frau Meigs fa una anàlisi dels obstacles actuals, els quals es poden resumir en:

- L'escàs desenvolupament d'eines informàtiques adaptades als docents i als diferents nivells educatius.
- La manca de formació dels docents.
- El fet que les aproximacions pedagògiques realitzades en l'aplicació de les TIC a l'aula no van acompanyades d'una avaluació adequada i real dels coneixements, competències i capacitats dels educands.
- La distància que existeix entre la cultura mediàtica i la cultura escolar.<sup>55</sup>

A Catalunya, en l'estudi SITES 2006 <sup>56</sup> les opinions recollides entre els directors dels centres educatius estudiats expressen que les principals dificultats en la introducció de les TIC a aula són:

---

<sup>54</sup> PRATS, Joaquim (dir.). *Les TIC a l'ESO. Resultats i conclusions de l'estudi SITES 2006 a Catalunya. Avaluació de l'educació secundària obligatòria 2006*. Barcelona: Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu, Departament d'Educació, Generalitat de Catalunya, 2009. Informes d'Avaluació n.13, p.145.

<sup>55</sup> FRAU MEIGS, Divina. *Educación para los medios y las TIC en la era digital. Las prioridades simbólicas y estructurales para cambiar de escala en el caso europeo*. En CABELLO, Roxana; LEVIS, Diego. *Medios Informáticos en la Educación a principios del siglo XXI*. Buenos Aires: Prometeo, 2007.

<sup>56</sup> PRATS, Joaquim (dir.). *Les TIC a l'ESO. Resultats i conclusions de l'estudi SITES 2006 a Catalunya. Avaluació de l'educació secundària obligatòria 2006*. Barcelona: Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu, Departament d'Educació, Generalitat de Catalunya, 2009. Informes d'Avaluació n. 13, p.130.



- La manca de temps del professorat (pràcticament, tres quartes parts dels directors comparteixen aquesta opinió).
- La manca de destreses del professorat en les TIC (entre un 70,9% i un 62,5 %).
- Un insuficient nombre de personal tècnic qualificat de suport (un 65,8 %)
- A un nivell menor també es fa constar l'insuficient equipament de TIC per a la docència (51 %).

Quan l'estudi analitza les opinions del professorat no es detecta un rebuig a les TIC, ans al contrari, només un de cada deu professors indica que al seu centre no es consideren útils les TIC.<sup>57</sup> D'aquesta última dada se'n pot fer una lectura optimista en el sentit que en pocs anys s'ha recorregut un ampli camí que es manifesta en una acceptació quasi generalitzada del necessari paper de les TIC en l'educació, malgrat que quedi un llarg camí per portar-lo a la pràctica.

### **3.5.2. Per a quins objectius educatius és més adient la Realitat Virtual?**

La Realitat Virtual és una eina que s'adapta perfectament a la idea segons la qual un coneixement s'aprèn millor quan s'experimenta directament. La base d'aquesta teoria és el concepte de coneixement en primera persona descrit per De Antonio, Villalobos i Luna<sup>58</sup>, segons el qual un individu adquireix la majoria de coneixements de la seva vida diària mitjançant experiències naturals, directes, no reflexives i subjectives. Les experiències d'aquest tipus solen caracteritzar-se per l'absència de reflexió deliberada, ja que l'acció sorgeix directament des de la nostra percepció del món. A més, sovint aquest aprenentatge es realitza de forma implícita, ja que no som conscients de que estem aprenent alguna cosa.

---

<sup>57</sup> Idem, p. 271

<sup>58</sup> DE ANTONIO, A; VILLALOBOS, M; LUNA, E. *Cuándo y cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza*. Revista de Enseñanza y Tecnología. Gener-abril de 2000.

El concepte d'aprenentatge en primera persona s'oposa al d'aprenentatge en tercera persona, utilitzat en les metodologies educatives tradicionals. Aquest tipus de coneixement es caracteritza per realitzar l'aprenentatge a través de la descripció d'una altra persona, per la qual cosa resulta indirecte (ja que ha estat viscut per altri), col·lectiu, objectiu i explícit.

A l'ensenyament tradicional ha estat freqüent abusar del mètode expositiu, que converteix l'alumne en un ser receptiu-passiu, arribant a limitar el seu aprenentatge a un exercici reproductiu i ignorant el seu grau de motivació. Sens dubte és el seu potencial per fer que l'alumne assimili els coneixements en primera persona el que converteix la Realitat Virtual en un valuós instrument de formació, ja que pot recrear un univers artificial on l'alumne se submergeix i hi experimenta per sí mateix.

Per un altre cantó, cal destacar que la Realitat Virtual és, per la seva pròpia naturalesa, una eina extraordinàriament motivadora; fenomen que ja es preveia inicialment i que s'ha vist confirmat i superat en escreix per les experiències efectuades fins al moment.

Un altre aspecte fonamental que hem de considerar és sota quines condicions és aplicable o no la Realitat Virtual a l'ensenyament. En aquest sentit, Veronica Pantelidis va proposar l'any 1997 un conjunt d'indicacions, que han esdevingut clàssiques en el món de la Realitat Virtual, i que ens ajuden a decidir sobre la seva conveniència o no d'incorporar aquesta tecnologia en un procés d'aprenentatge:

Així, segons Pantelidis, la Realitat Virtual és aplicable en els casos en què:

1. *Es pot usar una simulació*
2. *L'ensenyament o l'entrenament en el món real pot ser:*
  - *Perillós: per exemple, quan l'instructor o l'aprenent poden patir algun dany*
  - *Impossible: Per exemple, quan la situació real no permet experimentació real o natural.*

- *Inconvenient, en relació als problemes ètics i morals associats a la clonació humana, o als problemes de cost.*
3. *Poden succeir errors significatius per part de l'alumne en el món real. Aquests errors poden ser:*
    - *Devastadors o desmoralitzadors per a l'alumne*
    - *Perjudicials per a l'ambient*
    - *Causants d'avaries al sistema*
    - *Costosos*
  4. *La interacció amb el model és igual o més motivadora que la interacció amb la situació real. Per exemple, quan s'usa en format de joc.*
  5. *La realització d'una classe atractiva requereix viatges, diners i/o logística*
  6. *Es desitja assolir experiències compartides en grup.*
  7. *Es desitja crear un entorn simulat per assolir els objectius d'aprenentatge.*
  8. *És necessari fer perceptible el que és imperceptible. Per exemple, usar i moure figures sòlides per a representar col·lisions.*
  9. *Quan es vol desenvolupar entorns participatius i d'activitats que només poden ser generats per ordinador.*
  10. *Las tasques a ensenyar requereixen destreses manuals o moviments físics.*
  11. *És essencial fer l'aprenentatge més interessant i divertit. La motivació és un factor molt important, sobre tot en estudiants que tenen problemes d'atenció.*
  12. *És necessari proporcionar a una persona discapacitada l'oportunitat de realitzar experiments i activitats que d'una altra manera no podria realitzar.*

La realitat Virtual no és aplicable quan:

1. *Existeix un altre mecanisme més efectiu en el procés d'ensenyament o aprenentatge de la situació real.*

2. *És necessària la interacció amb humans reals*
3. *L'entorn virtual pot ser físicament danyí.*
4. *L'entorn virtual pot conduir a un síndrome de "literalització", en el que l'usuari podria confondre el model amb la realitat".*<sup>59</sup>

Per tal de resumir les orientacions de Pantelidis, Escartin sintetitza:

*"Algunas de sus excepcionales capacidades son la posibilidad de permitir a los estudiantes la visualización de conceptos abstractos, observar eventos a escalas atómicas o planetarias, o visitar ambientes e interactuar con eventos que la distancia, el tiempo o los factores de seguridad los hacen completamente inalcanzables en condiciones reales".*<sup>60</sup>

Molts altres investigadors han descrit les possibles aplicacions de la Realitat Virtual en relació a l'educació. Eric Woods apunta que seria arriscat dir que la Realitat Virtual és un mitjà que representa una millora en relació a tots els mitjans anteriors i, en aquest sentit, cal discriminar quins són els aspectes que ja tenen una solució tecnològica prou vàlida dels que la podrien tenir millorable gràcies a aquesta tecnologia.

*"Veig la Realitat Virtual com una eina. Té sentit triar la millor eina per a cada tasca. No hi ha cap eina que sigui perfecta per a tot. Algunes vegades els interactius 2D, el video (el Flash és útil) o els mètodes tradicionals són més idonis per a alguns objectius educatius. Crec que una bona manera de pensar sobre això és plantejar-se la*

---

<sup>59</sup> PANTELIDIS, Veronica. *Virtual Reality as an instructional aid: A model for determining when to use Virtual Reality* [en línia]. Greenville: Virtual Reality in Schools. University of East Carolina, 1997. Vol. 3, n. 1. Disponible a: < <http://vr.coe.ecu.edu/vredmod.html> >. Traducció de l'autor d'aquesta tesi.

<sup>60</sup> ESCARTIN, Emilio R. *La Realidad Virtual, una tecnología educativa a nuestro alcance* [en línia]. Cuba: Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría". Revista Pixel-Bit. Revista de medios y educación, 2000, núm. 15. Disponible a: <<http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n15/n15art/art151.htm> >

*pregunta següent: Tradicionalment, quins han estat els aspectes difícils que la Realitat Virtual podria fer més fàcils?*

*Els que poden contestar millor són els professors. Però en un sentit general la Realitat Virtual és ideal per treballar amb informacions visuals, espacials i temporals, per desenvolupar un sentit de l'escala i per entendre les relacions entre els objectes virtuals i entre els objectes i el món virtual. Aquests beneficis poden venir per diferents camins, incloent l'exploració, les activitats interactives i els jocs".*<sup>61</sup>

Passant a un camp més concret i per tal d'exemplificar els conceptes descrits més amunt, mostrarem algunes aplicacions que en aquests moments ja s'estan experimentant amb la tecnologia de Realitat Virtual.

En el camp de les ciències la Realitat Virtual pot ser útil per construir laboratoris virtuals de física que serveixen, per exemple, per controlar les propietats físiques dels objectes (control de la gravetat, coeficients de fricció, etc) o manipular les variables temporals d'un procés, de tal manera que el professor, accelerant o detenint el seu desenvolupament, pot mostrar als seus alumnes cada fase del fenomen estudiat.<sup>62</sup>

La Realitat Virtual sembla també molt apropiada per a l'ensenyament de l'arquitectura i de l'urbanisme, ja que permet construir maquetes virtuals dels projectes dissenyats pels estudiants. La utilització de maquetes virtuals permet obtenir un sentit de l'espacialitat del que manca qualsevol altre tipus de sistema de representació. Permet una comprensió millor i més ràpida de l'arquitectura, ja que es fa per mitjans naturals sense l'ús de representacions bidimensionals (plantes i alçats) que comporten un cert nivell d'abstracció mental.

---

<sup>61</sup> WOODS, Eric. Fragment d'una correspondència mantinguda entre l'investigador i l'autor de la present tesi. 21-05-2006. Traducció de l'autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l'empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l'educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)

<sup>62</sup> Molts exemples d'aquestes aplicacions es poden veure a: JONG-HEON KIM. *Virtual Reality Simulations in Physics Education* [en línia]. Corea: Kongju National University, 2001. Disponible a: <<http://imej.wfu.edu/articles/2001/2/02/printver.asp>>

La seva utilització permet que el professor recorri el projecte en companyia dels seus alumnes i pugui avaluar en el seu conjunt tots els aspectes relacionats amb la concepció del projecte. D'aquesta manera és possible detectar els defectes, posar a prova l'adequació del projecte a les necessitats i condicions dels possibles usuaris o estudiar el possible impacte ambiental abans de posar el primer maó. Hem de tenir en compte que una de les primeres aplicacions de la realitat virtual en l'àmbit civil va ser, precisament, la creació d'edificis sintètics destinats a presentacions conegudes com *passeigs virtuals*. Visites en les quals el participant pot recórrer sense cap tipus de restriccions l'interior del model virtual.

Amplíssim també és el camp de l'arqueologia i el de la història de l'art. La Realitat Virtual és molt útil per elaborar rèpliques virtuals d'edificis i monuments històrics i artístics, i de llocs arqueològics com coves rupestres, tombes egípcies i altres similars, que per diferents motius siguin inaccessibles, estiguin parcialment o totalment destruïdes, o simplement es trobin molt distants i la seva visita sigui difícil i molt costosa. La Realitat Virtual també pot fer ressorgir del record edificis i monuments desapareguts fa dècades o segles. Alhora, pot corregir l'impacte del temps, encara que sigui de forma virtual, i restituir a una construcció existent però en ruïnes, la seva imatge original.

En tots els casos cal una investigació prèvia que sustenti les decisions adoptades en el camp gràfic. L'aspecte visual de la reconstrucció virtual ha d'estar justificat per uns coneixements i unes bases científiques. Tanmateix, la Realitat Virtual no s'ha de limitar a ser una simple versió gràfica tridimensional dels resultats d'una recerca històrica o científica prèvia, sinó que també, en ser una simulació, en el transcurs del procés de disseny pot convertir-se en una eina que incideix en el propi procés de recerca, posant a prova les hipòtesis proposades i despertant o descobrint aspectes nous que sobre el paper passaven despercebuts.

Per exemple, en la reconstrucció virtual del castell de Mur els autors reconeixíem que el fet de transformar en una Realitat Virtual allò que s'havia decidit prèviament sobre el paper (col·locar una porta o una paret, les

dimensions dels espais, etc), sovint posava de manifest la seva inviabilitat pràctica o plantejava noves incògnites que empenyien la recerca en una direcció no prevista inicialment.

*“Sovint la mateixa reconstrucció virtual ens feia adonar de la impossibilitat que en la realitat funcionessin determinades solucions que es proposaven a priori, i en múltiples ocasions els detalls més insignificants acabaven determinant la ubicació d'un espai o un altre. En molts casos l'arqueologia confirmava posteriorment aquestes decisions. El detall més insignificant pren una gran rellevància quan saps que l'usuari s'hi podrà apropar i ho podrà virtualment tocar”.*<sup>63</sup>

### **3.5.3. “Guia al costat” vs “mestre a l'escenari”**

En el seu extens estudi Youngblut esmenta que quasi totes les experiències pedagògiques i els estudis de casos amb Realitat Virtual durant la dècada dels noranta es van programar seguint el mètode de l'aprenentatge autònom i actiu que es deriva de l'aplicació de la teoria constructivista a l'ensenyament.<sup>64</sup> Chen descriu el mateix en les experiències efectuades amb posterioritat, almenys fins a l'any 2006.<sup>65</sup>

De fet, entre els investigadors hi ha consens en pensar que la pròpia essència i el funcionament de la Realitat Virtual la converteixen en una tecnologia que en el camp educatiu respon molt bé als postulats del constructivisme i, en el marc d'aquesta teoria, a una didàctica basada en l'aprenentatge autònom i actiu. Tot seguit es mostra un esquema en el qual es presenta la complementarietat entre aquesta tecnologia i les bases teòriques del mètode didàctic.

---

<sup>63</sup> BIOSCA, Eloi; SANCHO, Marta; VINYOLLES, Teresa. *Viure en un castell de la frontera. Passeig virtual pels segles XI i XII*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 2000.

<sup>64</sup> YOUNGBLUT, Christine. *Educational uses of Virtual Reality Technology* [en línia]. Alexandria, Virginia: Institut for Defense Analysis, 1998. Disponible a: <<http://www.hitl.washington.edu/scivw/publications.html>>

<sup>65</sup> CHEN, C.J. *The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment* [en línia]. Australasian Journal of Educational Technology, 2006, p. 39-63. Disponible a: <<http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet22/chen.html>>

<b>REALITAT VIRTUAL</b>	<b>CONCEPCIÓ CONSTRUCTIVISTA DE L'APRENTATGE I L'ENSENYAMENT <sup>66</sup></b>
Dóna una gran autonomia i llibertat a l'alumne.	Parteix de la base que el coneixement de totes les coses és un procés mental de l'individu, que es desenvolupa de manera interna conforme l'individu obté la informació i interactua amb el seu entorn.
Facilita una extraordinària interactivitat amb el mitjà.	Suggereix que l'aprenentatge s'assoleix millor partint del contacte directe amb el que es vol conèixer. (objectes, fets, entorns, contextos, etc) S'aprèn mitjançant l'experimentació i no a partir d'una explicació ordenada i lògica del fenomen que és objecte d'estudi. Els alumnes han de fer les seves pròpies inferències, descobriments i conclusions.
<p>Permet a l'alumne la construcció d'objectes, edificis i móns virtuals dins de l'ordinador.</p> <p>En aquest sentit, les línies de recerca més innovadores actualment aboquen els seus esforços en el disseny de softwares de Realitat Virtual que estiguin a l'abast dels educadors i dels alumnes per tal que aquests puguin construir els seus propis productes.</p>	<p>Manifesta que és més fàcil que algú aprengui quan se li demana construir o elaborar un producte, un objecte, una màquina, un programa d'ordinador o un llibre. Això és molt més fàcil avui en dia gràcies a la possibilitat de <i>crear coses</i> en un ordinador.</p>

<sup>66</sup> L'expressió és de Cèsar Coll. En base a que, en síntesi, el constructivisme és una teoria psicològica sobre la manera com la ment aprèn, aquest investigador no creu que es pugui dir que hi ha una metodologia didàctica constructivista; el que hi ha és una estratègia didàctica general de naturalesa constructivista que pot concretar-se en múltiples metodologies didàctiques particulars segons el cas. De tota manera, en la majoria dels estudis de cas consultats en aquesta tesi i que procedeixen de països anglosaxons, és habitual i freqüent l'ús de termes com didàctica constructivista o simplement constructivisme en referència a un mètode didàctic basat en l'aprenentatge autònom i actiu i que s'inspira en les idees de la teoria constructivista.

COLL, C; MARTIN, E; MAURI, T. *et al. El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó, 1997.



<p>Potencia un aprenentatge progressiu.</p> <p>L'alumne va descobrir aspectes i coneixements a mesura que, per exemple, avança en un passeig virtual, o va experimentant en una simulació.</p>	<p>Sosté que l'aprenentatge és un procés psicològic que no es dona a partir del buit, ni és una simple reproducció o còpia del que s'ha d'aprendre, sinó que els estudiants aprenen la informació que se'ls presenta construïnt a partir del coneixement que ja prèviament posseeixen. No n'hi ha prou amb la presentació d'una informació a un individu per a que l'apregui, sinó que és necessari que la construeixi mitjançant la seva pròpia experiència interna.</p>
<p>Canvia el rol del professor. L'alumne aprèn pel seu compte, en primera persona, i el paper del professor és el de guia.</p>	<p>Considera que l'instructor és una persona que posa facilitats, que provoca situacions riques en possibilitats d'aprenentatge, no qui transmet coneixement. El paper del professor, però, no és sols observar i determinar sinó també connectar amb els estudiants mentre estan treballant, plantejant-los preguntes per tal d'estimular el raonament. Els professors també intervenen quan es presenta un conflicte, també creen situacions i coneixements; tanmateix, ells simplement faciliten als estudiants eines per tal que facin les seves pròpies resolucions i estimulen l'autoregulació, amb un èmfasi en que els conflictes són dels alumnes i han de resoldre'ls per ells mateixos.</p>
<p>Afavoreix un aprenentatge diferenciat que s'adapta al nivell i el ritme de cada alumne.</p>	<p>Es basa en el principi que l'apreciació de la realitat és completament diferent per dos individus diferents. El coneixement que cada individu construeix és divers encara que les condicions d'aprenentatge siguin semblants, degut al fet que no és possible crear condicions perfectament iguals en la ment de dos subjectes diferents.<sup>67</sup></p>

<sup>67</sup> El contingut dels quadres es basa en les aportacions de constructivistes com: Ausubel, Dewey, Papert i De Vries entre d'altres.

Youngblut arriba a afirmar que el mètode seguit en l'aprenentatge autònom i actiu és l'ideali per a la Realitat Virtual i, trencant una llança a favor d'aquest mètode didàctic, fins i tot planteja que caldria investigar fins a quin punt els bons resultats han estat deguts més al propi mètode que a la tecnologia.

*“La majoria dels usos de la tecnologia han inclòs els aspectes d'aprenentatge constructivista<sup>68</sup> i és impossible determinar si els resultats positius es deuen a la utilització d'aquest mètode d'aprenentatge, l'ús d'un món virtual, o alguna combinació dels dos. Tanmateix, aquesta distinció és probablement poc important, ja que, a llarg termini, l'impacte més significatiu de la tecnologia és probable que sigui el suport que presta a aquest aprenentatge constructivista”.*<sup>69</sup>

En contrapartida, aquesta generalització de mètodes didàctics innovadors, pràcticament no ha tingut en compte la possibilitat d'aplicar la Realitat Virtual a mètodes més tradicionals. Es pot afirmar que molt pocs experiments han estat encaminats a analitzar activitats com, per exemple, l'ús de la Realitat Virtual com a suport visual en una classe magistral. I això fa que no puguem tenir dades per fer una comparació.

No sabem quins factors han condicionat aquesta preferència, però es podrien apuntar algunes possibles causes. En primer lloc, s'ha de remarcar que tot i que la majoria dels experiments s'han realitzat en centres educatius de primària i de secundària, el paper dels docents en elles ha estat molt poc determinant, sovint convertits en simples ajudants o mers actors que segueixen i posen en pràctica unes orientacions dictades per altri. En segon lloc, generalment, les experiències que he consultat han estat dirigides per professionals que provenen dels instituts de recerca de les universitats i dels centres

---

<sup>68</sup> En la immensa majoria de les experiències a l'aula consultades, especialment quan es tracta d'estudis en llengua anglesa (nordamericans, britànics, australians i novazelandesos), l'aprenentatge constructivista és identificat amb l'aprenentatge autònom i actiu.

<sup>69</sup> YOUNGBLUT, Christine. *Educational uses of Virtual Reality Technology* [en línia]. Alexandria, Virginia: Institut for Defense Analysis, 1998, p.95. Disponible a: <http://www.hitl.washington.edu/sciww/publications.html> >

d'investigació en Realitat Virtual, que són els que han tingut la iniciativa i que, per principi, cal suposar que són partidaris de la innovació pedagògica. Probablement aquests factors hagin influït en la manca d'interès en adaptar la Realitat Virtual a pràctiques educatives més tradicionals. Tal com esmentarem més endavant amb més detall, la manca d'experiències en el camp de la pedagogia tradicional pot constituir un dels frens en la introducció de la Realitat Virtual a l'aula.

#### **3.5.4. A la recerca d'un mètode d'avaluació**

Segons Youngblut, en la dècada dels noranta el món de la Realitat Virtual aplicada a l'ensenyament encara era molt exploratori i no se sabia gaire com avaluar-ne els resultats (coneixements, competències i capacitats dels educands) perquè no hi havia uns sistemes preestablerts d'avaluació. Per tant els investigadors es basaven en el seu criteri subjectiu.

Alhora, tots els projectes només es van provar una sola vegada i no van tenir continuïtat; i per tant no es va arribar a tenir dades de com els alumnes respondrien a llarg termini.

Youngblut detecta una absència d'estudis previs, els quals haurien pogut aportar un marc conceptual sobre el qual sostenir les investigacions, i una manca de treballs addicionals per polir els primers resultats i per respondre a qüestions específiques com: quins aspectes de la tecnologia són més idonis per a cada tipus d'aprenentatge i com s'hauria d'integrar l'ús d'aquesta tecnologia en altres activitats educatives.

Youngblut va analitzar les avaluacions que s'havien fet sobre les experiències dutes a terme fins a 1998. En general el sistema d'avaluació es basava en proves de tipus test per avaluar els resultats i els investigadors confessaven que no havien trobat una manera adequada d'avaluar. Uns quants estudis de casos també havien volgut comparar els resultats obtinguts amb les tecnologies de Realitat Virtual amb els que resultaven d'haver utilitzat només mètodes

tradicionals. En aquests estudis, tot i que els resultats eren bons no es van trobar diferències significatives entre els que utilitzaven la Realitat Virtual i els que usaven mètodes tradicionals.

En l'estudi de cas efectuat a la *Kellogg Middle School*, on es va experimentar el projecte titulat *Wetland Ecology*, es va descobrir que la Realitat Virtual havia millorat els resultats dels alumnes menys capacitats però no havia fet augmentar el nivell dels alumnes més capacitats. De tota manera, en aquest estudi sobre l'ecologia dels aiguamolls, K. Osberg va recollir els comentaris dels alumnes en unes entrevistes en les quals es detectava que la seva visió era molt més positiva. Creien que havien après molt més que en un altre sistema més tradicional principalment a causa de ser un aprenentatge pràctic. Osberg va seleccionar unes mostres d'aquests comentaris:

*Alumne 1: Jo no vaig entendre el cicle del nitrogen quan el professor me'l va explicar. En canvi, ara sí.*

(...)

*Alumne 2: És més difícil entendre aquestes coses d'un llibre, aquí ho he pogut aprendre mentre anaven succeint les coses. Ho controlava.*

(...)

*Alumne 3: Jo no sabia absolutament res sobre aquest tema abans de construir el meu món en realitat virtual. Vaig fer-lo servir per aprendre. Vaig aprendre un procés. Com que va ser divertit segur que ho recordaré més.*

(...)

*Alumne 4: Ho entenc millor ara que ho he experimentat.*<sup>70</sup>

Youngblut conclouia que no es podia valorar l'efectivitat de la Realitat Virtual perquè faltaven més estudis per poder aïllar l'impacte de factors com la

---

<sup>70</sup> OSBERG, Kimberley M. *Constructivism in practice: The case for meaning-making in the virtual world* [en línia]. Seattle: University of Washington, 1997. Disponible a: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-97-47/>

La tesi doctoral es va fer sobre un total de 117 alumnes d'edats compreses entre 12 i 14 anys a la Kellogg Middle School de North Seattle.

pedagogia, el currículum i el mètode; i per determinar quan i com la Realitat Virtual podria formar part de les activitats de classe.

*“Sobre la base dels resultats d’aquests estudis, no es pot arribar a cap conclusió sobre l’eficàcia de l’aplicació de la Realitat Virtual en comparació amb les practiques tradicionals a l’aula. Calen més estudis addicionals per poder aïllar l’impacte de factors tals com la pedagogia, el currículum, i determinar quan i com el desenvolupament de móns virtuals hauria de formar part de les activitats de la classe.*

*(...)*

*En aquest moment, no hi ha dades disponibles sobre l’efectivitat de la Realitat Virtual en l’aprenentatge ni en la relació cost-efectivitat en educació”.*<sup>71</sup>

A unes conclusions similars arribava Diego Levis quan afirmava:

*“Sin embargo, a pesar de la existencia de algunas experiencias piloto, por ahora resulta prácticamente imposible prever la eficacia y aceptación que puede tener la utilización de métodos de enseñanza basados en el uso de estas técnicas de simulación”.*<sup>72</sup>

En relació als problemes detectats per Youngblut sobre la dificultat de trobar un mètode adequat d’avaluació, també Maria Roussou i Eric Woods han insistit en la necessitat de trobar una eina d’avaluació que vagi més enllà de la típica prova test en paper, que sigui específica per al nou mitjà tecnològic i que tingui en compte la manera com aquesta tecnologia condiciona el procés d’aprenentatge:

---

<sup>71</sup> YOUNGBLUT, Christine. *Educational uses of Virtual Reality Technology* [en línia]. Alexandria, Virginia: Institut for Defense Analysis, 1998, p. 97. Disponible a: <<http://www.hitl.washington.edu/scivw/publications.html>>

<sup>72</sup> LEVIS, Diego. *Realidad Virtual y Educación* [en línia]. 1997. Disponible a: <<http://www.diegolevis.com.ar>>

*“Usar paper i ploma en la forma estandarditzada de test no és una manera efectiva per avaluar una experiència d’aprenentatge virtual. Com que la Realitat virtual és una eina d’aprenentatge dinàmica, l’avaluació hauria d’estar fermament lligada amb el real procés d’aprenentatge”.*<sup>73</sup>

*“Els nous estils d’ensenyament han d’anar acompanyats de nous estils d’avaluació”.*<sup>74</sup>

El panorama no ha millorat gaire a partir del 2000 ja que, malgrat els estudis i les experiències que s’han efectuat en posterioritat i fins al moment, encara no s’ha aconseguit trobar uns criteris adequats sobre com avaluar l’efectivitat d’aquesta tecnologia ni unes modalitats d’avaluació àmpliament acceptades. Així Chen conclou que malgrat el reconeixement del gran potencial educatiu de la Realitat Virtual, encara queden molts camins oberts i un llarg recorregut per investigar.

*“Tot i que la Realitat Virtual està reconeguda com una impressionant eina d’aprenentatge, encara hi ha moltes qüestions que requereixen noves investigacions. Aquestes inclouen:*

- *La identificació de les teories i / o models per orientar el seu disseny i desenvolupament.*
- *Investigar la forma en què els seus atributs són capaços de donar suport a l’aprenentatge.*
- *Esbrinar si el seu ús pot millorar el rendiment i la comprensió.*

---

<sup>73</sup> ROUSSOU, Maria; JOHNSON, Andrew ; MOHER, Thomas. *et al. Learning and Building together in an immersive virtual world* [en línia]. Chicago: Electronic Visualization Laboratory, (EVL) and Interactive Computing Environments Laboratory (ICE), University of Illinois, 2000. Disponible a: <<http://www.evl.uic.edu/aej/papers/presence/presence.html>> Traducció de l’autor de la present tesi.

<sup>74</sup> WOODS, Eric. Fragment d’una correspondència mantinguda entre l’investigador i l’autor de la present tesi. 21-05-2006. Traducció de l’autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l’empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l’educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)

- *La investigació dels mitjans que permetin assolir un aprenentatge més eficaç quan s'utilitza aquesta tecnologia.*
- *La investigació del seu impacte sobre els alumnes amb diferents aptituds”.*<sup>75</sup>

La situació descrita té molts punts de contacte amb el panorama que ens ofereix el món dels videojocs aplicats a l'ensenyament. Begoña Gros i el grup F9 han analitzat en profunditat les investigacions realitzades fins al moment en relació a l'eficàcia educativa que proporcionen els jocs i han arribat a la conclusió que és molt difícil aconseguir uns resultats concloents mentre es mantinguin uns mètodes d'avaluació inadequats, bàsicament pensats per a uns ensenyaments més tradicionals, i mentre l'avaluació se centri principalment en la valoració dels continguts apresos deixant al marge la valoració d'altres tipus de competències més relacionades amb la creativitat i les capacitats d'exploració, anàlisi, deducció i decisió.

*“Las investigaciones sobre la relación entre los videojuegos y los resultados académicos (Mitchell y Savill-Smith,2005) son amplias, pero de resultados poco concluyentes. En realidad, hay que tener presente que, más allá de los aspectos sociales y de motivación obvios, encontrar la evidencia empírica de las ventajas académicas del juego es difícil si se mantienen los mismos enfoques pedagógicos (Kafai, 1998). En realidad, el uso del videojuego en la escuela supone un cambio metodológico y, en consecuencia, un cambio también en el foco de aprendizaje. No se trata sólo de aprender competencias relativas al uso de la tecnología y a unos contenidos concretos, sino que el juego también permite el trabajo de competencias relacionadas con la negociación, la toma de decisiones, la comunicación y la reflexión”.*<sup>76</sup>

---

<sup>75</sup> CHEN, C.J. *The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment*[en línia]. Australasian Journal of Educational Technology, 2006, p. 39-63. Disponible a: <<http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet22/chen.html>>

<sup>76</sup> GROS, Begoña. *Juegos digitales y aprendizaje*. En: GROS, Begoña (coord.). *Videojuegos y aprendizaje*. Barcelona: Graó, 2008, p.20.

### 3.5.5. La resposta del professorat

Youngblut <sup>77</sup> va analitzar la reacció dels professors que van participar en les experiències educatives que es van portar a terme en la dècada dels 90 fins l'any 1998. En general es van mostrar disposats a incorporar la Realitat Virtual en les seves pràctiques educatives sempre i quan la tecnologia fos assumible, aplicable i fàcil d'usar per a professors i estudiants.

Preguntats per quin tipus de recerca creien que era necessària van respondre que els dissenyadors i els educadors haurien de treballar junts en el disseny de programes educatius; i van suggerir àrees de recerca com: estudiar els avantatges d'aprendre a partir de la Realitat Virtual per damunt de representacions 2D, estudiar quin seria l'entorn virtual més efectiu en l'aprenentatge, i crear estàndards per mesurar i crear l'efectivitat. També creien que les àrees més útils eren aquelles on els estudiants podien interactuar amb factors que en la vida real serien impossibles d'experimentar.

La resposta del professorat al repte que comporta la introducció de la Realitat Virtual en la pràctica educativa és un aspecte complex que convé analitzar en detall en els següents apartats.

#### 3.5.5.1 Dificultats de formació tècnica

Una de les principals dificultats que des del principi es van haver d'afrontar en tots els casos analitzats per Youngblut va ser que l'ús dels softwares de Realitat Virtual exigien del professorat un nivell de formació tècnica molt específic i complex que els permetés poder-los posar en funcionament i ser capaços de resoldre tots els problemes tècnics que amb tota probabilitat sorgirien. Per tant calia esmerçar temps i recursos en la formació dels professors i que aquests hi volguessin dedicar el seu esforç.

---

<sup>77</sup> YOUNGBLUT, Christine. *Educational uses of Virtual Reality Technology* [en línia]. Alexandria, Virginia: Institut for Defense Analysis, 1998. Disponible a: <<http://www.hitl.washington.edu/scivw/publications.html>>



A causa d'aquestes dificultats en la formació del professorat i per por a que els professors no poguessin fer front a les múltiples incidències de tipus tècnic que la complexitat del hardware i del software feia suposar que donarien; la majoria de les experiències en centres educatius es van portar a terme per tècnics i professionals de la pròpia institució que dirigia la recerca (universitat, departament o empresa), amb un suport més secundari del professorat de l'escola.

Amb el temps, tots els investigadors han constatat que, malgrat l'enorme potencial educatiu que té la Realitat Virtual, la introducció d'aquesta tecnologia a l'aula no passarà de ser un àmbit de recerca restringit a determinades universitats o centres d'investigació si no s'aconsegueix una implicació més directa del professorat. I aquesta manca de suport és potser una de les raons més importants que explicaria la frenada que van patir les experimentacions a partir de 1998.

Naglaa Ali i Richard Ferdig ja avisaven en *Why not Virtual Reality? The barriers of using Virtual Reality in Education*<sup>78</sup> que entre els frens detectats hi havia:

- El fet que els professors no saben com posar en pràctica la Realitat Virtual en les seves aules.
- L'escassetat de tallers de formació que capacitin als mestres en la utilització de les noves tecnologies en les seves aules.
- La considerable bretxa entre els educadors i els creadors del software i el hardware utilitzat.

Aquesta situació va estimular alguns centres de recerca a invertir en el disseny de softwares tenint en compte factors de viabilitat econòmica, que fossin fàcils d'usar per al professorat i els estudiants i que el seu aprenentatge no comportés un gran esforç. Tal com diu Maria Roussou:

---

<sup>78</sup> ALI, Naglaa; FERDIG, Richard. *Why not Virtual Reality?: The Barriers of Using Virtual Reality in Education* [en línia]. Chesapeake (Virginia): Society for Information Technology and Teacher Education International Conference (SITE), 2002. Disponible a: [http://www.editlib.org/index.cfm?fuseaction=Reader.ViewAbstract&paper\\_id=10946](http://www.editlib.org/index.cfm?fuseaction=Reader.ViewAbstract&paper_id=10946)  
Traducció de l'autor de la present tesi.

*“Sembla que en els darrers anys s’ha donat més èmfasi a la formació i a investigar com incrementar la viabilitat econòmica i pràctica de la Realitat Virtual”.<sup>79</sup>*

En aquesta línia cal destacar la feina que estan realitzant Eric Woods i Veronica Pantelidis. Eric Woods dirigeix l’empresa *MindSpace Solutions Limited* i està treballant a Nova Zelanda en el disseny de móns virtuals per a l’educació, d’alta qualitat i fàcils d’usar.<sup>80</sup> Alhora, Veronica Pantelidis codirigeix el Virtual Reality and Education Laboratory (VREL) a l’East Carolina University. En els darrers anys ha posat els esforços en ensenyar Realitat Virtual de forma *on-line* en cursos dissenyats per a estudiants de pedagogia i per a professors i altres educadors.<sup>81</sup> En aquest sentit, Pantelidis reconeix que per engrescar els professors a usar la Realitat Virtual i per aconseguir que trobin el temps necessari per dedicar-s’hi, cal que hi hagi més softwares disponibles i a l’abast dels centres educatius tant dels del punt de vista econòmic com de la seva facilitat d’ús.

*“Jo penso que ara els actuals reptes als U.S.A. són que els professors trobin temps en el dia a dia de l’escola per usar les tecnologies de la Realitat Virtual. No hi ha gaire software disponible a la venda i que estigui a l’abast, i els professors no tenen temps per aprendre software. Esperem que això lentament canviï”.<sup>82</sup>*

Un altre exemple de l’evolució de la Realitat Virtual en l’educació és la creació del Departament de Tecnologia Educativa de la Universitat de Florida que basa

---

<sup>79</sup> ROUSSOU, Maria. Fragment d’una correspondència mantinguda entre la investigadora i l’autor de la tesi. 04-03-2006. Traducció de l’autor de la present tesi. Maria Roussou és directora del *Virtual Environments and Computer Graphics Lab* del *Department of Computer Science* de l’*University College* de Londres.

<sup>80</sup> Les seves realitzacions es poden veure a: [www.mindspacesolutions.com/imaginality](http://www.mindspacesolutions.com/imaginality) i [www.mindspacesolutions.com/portfolio](http://www.mindspacesolutions.com/portfolio)

<sup>81</sup> Es pot accedir al curs a: <http://vr.coe.ecu.edu/6242/edtc6240hp.html>. El VREL també desenvolupa un software lliure, *Active Worlds*, que permet dissenyar móns virtuals de forma fàcil tant a professors com alumnes. <http://www.activeworlds.com>

<sup>82</sup> PANTELIDIS, Veronica. Fragment d’una correspondència mantinguda entre la investigadora i l’autor de la tesi entre el 28-12-05 i el 19-01-06. Traducció de l’autor de la present tesi.

les seves investigacions en la utilització del software Quick-Time (QTVR) que permet a professors i estudiants construir en tres dimensions representacions d'objectes a partir de fotografies bidimensionals. Aquest software té l'avantatge que permet crear un entorn virtual sense necessitat de costosos equips i programari. Els professors poden crear aquests entorns de Realitat Virtual amb els seus alumnes i aquests poden aprendre i al mateix temps participar en el procés de desenvolupament.<sup>83</sup>

Tanmateix, queden per investigar àmplies qüestions com, per exemple, preparar els professors per a un nou rol i definir quins tipus de recursos es necessiten. En aquesta línia, Eric Woods creu que el secret està en elaborar softwares de Realitat Virtual que no semblin complicats als professors. La dificultat que presenta l'ús dels softwares produïts fins al moment ha estat un factor que ha inhibit la seva aplicació a l'aula per part dels docents. S'ha de procurar que en els nous softwares els seu aprenentatge no comporti una dedicació de temps i d'esforç que els professors puguin considerar excessiva.

*“Penso que molts professors ja s'espanten davant del prospecte d'instal·lació i davant de l'aprenentatge que han de fer. En aquest sentit el software de Realitat Virtual acostuma a ser més complicat que la mitjana. Per tant hi ha dos reptes, fer el software més fàcil d'usar i convèncer als professors que és fàcil d'usar. Suposo que l'ús d'internet fa menys por i per tant hi ha una oportunitat si la Realitat Virtual entra per aquest camí.*

*La realitat virtual té molt de potencial i si es desenvolupa correctament es pot arribar a adoptar amb normalitat, com ho han estat altres tecnologies. Però ha de ser fàcil d'entendre, d'usar i d'integrar en les seves classes i en el currículum tenint en compte l'escàs temps de què disposen els professors. Altrament serà llençada a la “cistella dels casos massa difícils”.*

---

<sup>83</sup> ALI, Naglaa; FERDIG, Richard. *Why not Virtual Reality?: The Barriers of Using Virtual Reality in Education* [en línia]. Chesapeake (Virginia): Society for Information Technology and Teacher Education International Conference (SITE), 2002. Disponible a:

[http://www.editlib.org/index.cfm?fuseaction=Reader.ViewAbstract&paper\\_id=10946](http://www.editlib.org/index.cfm?fuseaction=Reader.ViewAbstract&paper_id=10946)

Traducció de l'autor de la present tesi.

*Per exemple, "Inquiry Based Learning" està esdevenint popular a Nova Zelanda, principalment a les escoles de primària, i en alguns instituts. Actualment hi ha un nombre creixent de professors que troben útil aquesta tecnologia".<sup>84</sup>*

Begoña Gros apunta un altre factor a tenir en compte, en aquest cas referit al món dels videojocs, però que degut a la similitud entre la seva problemàtica educativa i la de la Realitat Virtual és interessant d'esmentar. Gros avisa de la sensació d'inferioritat que pot tenir el professorat davant de la facilitat dels alumnes en l'ús dels videojocs, com un dels factors que acomplexen i desmotiven el professorat. Un sentiment que no té en compte que la veritable raó de ser del professor no és la de saber manipular tots els comandaments millor que l'alumne sinó el de convertir-se en un guia i estímul del treball de l'alumne orientant-lo en la reflexió i en l'adquisició d'un punt de vista crític.

*"Los profesores piensan que sus estudiantes van a saber jugar mucho mejor que ellos y se siente inseguros. Es preciso que el profesorado entienda la importancia de no competir con las habilidades de sus alumnos. Los niños tienen mayor experiencia y conocimientos instrumentales, pero carecen de la reflexión y los elementos críticos que el profesor debe aportar".<sup>85</sup>*

En un altre ordre de coses, Woods també opina que l'expansió de la Realitat Virtual en l'educació es donarà quan els softwares de Realitat Virtual permetin als professors i als estudiants poder dissenyar i elaborar els seus propis objectes tridimensionals i els seus propis móns virtuals sense gaires dificultats. És a dir, anar un pas més enllà i passar de ser usuaris consumidors de móns virtuals a convertir-se en els productors de les creacions virtuals. Però abans

---

<sup>84</sup> WOODS, Eric. Fragment d'una correspondència mantinguda entre l'investigador i l'autor de la present tesi. 21-05-2006. Traducció de l'autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l'empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l'educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)

<sup>85</sup> GROS, Begoña. *Videojuegos y aprendizaje*. Barcelona: Graó, 2008. Cap. 1. *Juegos digitales y aprendizaje: fronteras y limitaciones*, p.28.

d'arribar aquí, Woods reconeix que cal consolidar un context previ, és necessari que el món educatiu estigui familiaritzat en l'ús i el consum de productes de Realitat Virtual. Per tant, el primer pas consisteix en animar els professors a introduir móns virtuals a les seves aules.

*“En tota tecnologia hi podem veure una evolució històrica. La creació de materials per a cada mitjà va començar sent una cosa exclusiva dels professionals i al final va anar progressant cap al punt on tothom ho podia fer.*

*Cal fer notar que els altres mitjans van aparèixer com a objectes de consum i després, una vegada suficientment socialitzats i una vegada la tecnologia es va posar a l'abast, llavors els estudiants i el públic en general van començar a crear el mateix tipus de productes que prèviament només havien pogut consumir. Per exemple, productes audiovisuals com el vídeo, primer es van introduir a l'aula com a objecte de consum, però recentment, la gravació i l'edició de vídeo, que eren tècniques que només podien controlar els professionals, s'han convertit en eines valuoses a les escoles; per això crec que a la Realitat Virtual li passarà el mateix.*

*Ara bé, no es pot pretendre que molts estudiants puguin ser capaços de crear objectes i móns virtuals abans que s'hagin habituat en el seu ús i en les seves capacitats. Penso que no hem de voler córrer abans d'aprendre a caminar, altrament ens arrisquem a forçar els estudiants i els professors a adoptar tecnologies i eines que no els són familiars.*

*És veritat que el món de les animacions en 3D ha experimentat una expansió, però això és molt diferent a la interactivitat de la Realitat Virtual. Des d'una perspectiva pessimista, si esquivem la fase consumista i anem directe a la fase de creació ens arrisquem a fer més mal que bé. Si els professors i les escoles l'estigmatitzen com a massa dura, podria costar molt treure's de sobre aquest estigma, i el resultat seria un progrés escàs o fins i tot un retrocés.*

*Per tant, estic centrat en fer productes virtuals d'alta qualitat i fàcils d'usar abans de centrar-me en els reptes de fer més fàcil per a qualsevol de crear els seus propis continguts".<sup>86</sup>*

### 3.5.5.2. El rol del professor a l'aula canvia

Deixant al marge algunes teories, més pròpies de la ciència ficció, segons les quals la Realitat Virtual implicaria la supressió del professor en el procés d'aprenentatge, un altre dels obstacles amb els que topa la Realitat Virtual és que la seva introducció a l'aula ha anat lligada normalment amb l'adopció de nous estils didàctics en els quals molts professors encara no s'hi senten còmodes, especialment degut a que descobreixen o intueixen que el seu rol canvia. Tal i com assenyalava Diego Levis:

*"En este nuevo contexto el papel tradicional del profesor cambia, dejando de ser un mero transmisor de conocimientos más o menos válidos, para convertirse en el de instructor de unos estudiantes que aprenden gracias a la ayuda de la tecnología, que es la que proporciona recursos interactivos de aprendizaje".<sup>87</sup>*

En els estudis analitzats per Youngblut es va observar que el rol del professor canviava i els mateixos professors que hi estaven involucrats se n'adonaven. En lloc de ser un professor amb totes les respostes, es convertia en un ajudant i facilitador de tasques per als alumnes. Entre les dificultats que els professors detectaven hi havia la impossibilitat d'atendre a tots els alumnes alhora i de dirigir la classe amb un ritme homogeni, igual per a tots. En una aula amb ordinadors cada alumne o grup d'alumnes anava al seu ritme i el professor es trobava que havia de gestionar una considerable diversitat.

---

<sup>86</sup> WOODS, Eric. Fragment d'una correspondència mantinguda entre l'investigador i l'autor de la present tesi. 21-05-2006. Traducció de l'autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l'empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l'educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)

<sup>87</sup> LEVIS, Diego. *Realidad Virtual y Educación* [en línia]. 1997. Disponible a: [http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/master\\_eduvirtual.pdf](http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/master_eduvirtual.pdf)

En aquest sentit, Diego Levis sosté que el que és difícil per als professors és monitoritzar les activitats dels alumnes contínuament. El gran nombre de preguntes i d'incidències formulades per cada alumne o grup d'alumnes pot arribar a ser esgotador i estressant per al professor que les ha de resoldre durant el poc temps que dura la classe. Tampoc els actuals materials no donen guies per avaluar l'aprenentatge de l'alumne ni consells per resoldre els problemes amb els que es pugui trobar l'estudiant. La integració de tutors intel·ligents en les aplicacions de Realitat Virtual sembla el pas següent lògic que pot ajudar a resoldre aquests problemes.

Per últim, alguns especialistes intueixen que la Realitat Virtual no hauria de lluitar contra tants fronts. Si es vol que arribi a ser una tecnologia normal a l'aula cal que el professorat no la vegi com un problema afegit. És difícil que un professor o professora que està acostumat a uns mètodes més tradicionals vulgui incorporar la Realitat Virtual si això li significa el doble esforç de formar-se tecnològicament i alhora, adoptar nous estils pedagògics que signifiquin una transformació radical de la seva forma d'ensenyar i de portar una classe. Sense parlar dels possibles prejudicis que cal vèncer en molts casos quan la Realitat Virtual és vista com una tecnologia de barraca de fira.

En aquest sentit Eric Woods senyala que malgrat que ja hi ha alguns professors que estan aplicant la Realitat Virtual amb nous estils didàctics, encara en són molt pocs, i creu que l'estratègia per augmentar el seu nombre ha de seguir dues etapes. En primer lloc, familiaritzar i estimular els docents en els nous estils didàctics, especialment els relacionats amb l'aprenentatge autònom i actiu, i només a continuació animar-los a adoptar les tecnologies que com la Realitat Virtual són més idònies per a aquests mètodes. Si es pretén estendre una tecnologia sense haver preparat els professors en la pràctica dels mètodes didàctics associats a ella, és molt fàcil que aparegui un rebuig que freni els propòsits esperats.

*“Penso que el problema del professorat té que veure més en l'adopció de nous estils d'ensenyament que amb la tecnologia. Crec que s'han de seguir dos passos: primer animar els professors en l'ús*

*de nous estils pedagògics i després adoptar la tecnologia que usa aquests estils. Si no es fa així, els professors poden arribar a rebutjar la tecnologia que usa aquests estils, ja que pot ser una experiència negativa que seria difícil que es volgués repetir.*<sup>88</sup>

Amb tot, Woods creu que també hi pot haver una via alternativa que consistiria en una fase en la qual la nova tecnologia s'adaptés als mètodes didàctics més tradicionals. És a dir, caldria trobar softwares i productes de Realitat Virtual que es poguessin aplicar en una classe tradicional sense que això suposés un canvi en la forma de fer la classe del professor implicat. D'aquesta manera, el pas posterior cap a l'adopció de nous mètodes didàctics que comportessin un major aprofitament de les possibilitats educatives de la tecnologia, es podria fer d'una forma més tranquil·la i natural.

*“Una altra estratègia a ser considerada és desenvolupar una tecnologia que pugui ser usada en ambdós estils: “savi a l'escenari” i “guia al costat”, i que ofereixi una clara i suau transició entre els dos sistemes pedagògics. Així, un professor tradicional pot començar en un territori familiar i ser estimulat a canviar cap al nou territori quan estigui preparat”.*<sup>89</sup>

### **3.5.6. La rigidesa del currículum**

En el nombre de casos que s'han pogut consultar, les experiències efectuades fins al moment s'han centrat en treballar un aspecte concret dels continguts

---

<sup>88</sup> WOODS, Eric. Fragment d'una correspondència mantinguda entre l'investigador i l'autor de la present tesi. 21-05-2006. Traducció de l'autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l'empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l'educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)

<sup>89</sup> WOODS, Eric. Fragment d'una correspondència mantinguda entre l'investigador i l'autor de la present tesi. 21-05-2006. Traducció de l'autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l'empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l'educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)



especificats dins el currículum educatiu. El desenvolupament de l'experiència a l'aula amb alumnes i professors ha acostumat a ocupar un nombre d'hores variable en funció del tipus d'experiència, però sempre ha estat més gran que el que un mètode tradicional exigiria per treballar el mateix aspecte o tema. Aquest fet provoca que els problemes per acabar el currículum augmentin per falta de temps i per tant torna a plantejar un antic dilema pedagògic, la dificultat de fer compatibles el compliment estricte del currículum amb la introducció de mètodes didàctics alternatius en combinació amb les noves tecnologies.<sup>90</sup>

Una problemàtica similar és la descrita per Begoña Gros en el món dels videojocs educatius. Malgrat que els professors els reconeixen un alt valor educatiu i motivador, remarquen que la dificultat principal rau en fer compatibles la seva aplicació a l'aula amb el compliment del currículum. És a dir, es queixen de la manca de temps per poder combinar aquests dos objectius simultàniament.

En aquest sentit Gros afirma:

*“McFarlane y su equipo (2002) se plantearon también la evaluación de los conocimientos adquiridos a partir del uso de los videojuegos en primaria y secundaria. La investigación fue realizada a partir de las opiniones expresadas por los profesores en cuanto a los límites y posibilidades de los videojuegos. Los resultados obtenidos expresan que la mayoría de los profesores consideran muy positivo el uso de los juegos de aventuras y, sobre todo, de las simulaciones. Sin embargo, a la vez que hay una valoración muy positiva, se*

---

<sup>90</sup> Molts pedagogs es refereixen a les mateixes dificultats en relació a les TIC i en un aspecte més general. Per exemple Juana M. Sancho diu: “El ordenador es sólo un instrumento para el aprendizaje. Las TIC son caras y hay que buscar las maneras más efectivas para su buen uso. Es decir, hay que vincularlas a un proceso creativo de transformación de la escuela, pero si los integramos en practicas docentes ya caducas, estaremos en el camino contrario. Sin embargo, la concepción curricular y de los espacios en la escuela de hoy suponen un freno a las nuevas tecnologías que apuntan hacia otra dirección, la de abrir espacios de aprendizaje y diferentes tipos de organización escolar”. Entrevista a Juana M<sup>a</sup> Sancho [en línia]. Andalucía Educativa, 2006. Núm. 57., disponible a:

<[http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portal/com/bin/Contenidos/IEFP/ANDALUCIA\\_EDUCATIVA/ANO2006/N57/1215607515954\\_entrevista.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portal/com/bin/Contenidos/IEFP/ANDALUCIA_EDUCATIVA/ANO2006/N57/1215607515954_entrevista.pdf)>

*manifiesta la dificultad de poder usar los juegos de simulación en la enseñanza secundaria por falta de tiempo y de adaptación a los programas que deben cumplirse. Éste es un aspecto crítico en la mayoría de las investigaciones ya que, a pesar de obtener una opinión favorable y valorar de forma positiva las experiencias, el profesorado parece tener dificultades para incorporar los videojuegos como herramienta de aprendizaje en el aula”.*<sup>91</sup>

Analitzant l'opinió que les directives dels centres tenen en aquest assumpte, també l'estudi SITES 2006 a Catalunya posa de manifest que per als directors i directores l'obstacle més important per a l'assoliment dels objectius pedagògics en relació a la introducció de les TIC en l'educació, és que el currículum és massa estricte i no deixa espai ni temps per emprar les TIC. El 55'8% dels directors opina que això representa una dificultat força o molt rellevant i només un de cada nou (11'6%) indica que això no és gens rellevant.<sup>92</sup> El fet que més de la meitat dels directors consideri que el mateix currículum constitueix un obstacle força o molt important per a l'ús de les TIC, possiblement posi de manifest tant el caràcter excessivament ampli i prescriptiu de les seves especificacions com que les TIC es veuen més com a complements o afegitons que no pas com a elements bàsics dels aprenentatges i de la mateixa aplicació del currículum.

Els mètodes didàctics amb els que s'experimenten els jocs educatius i la tecnologia de Realitat Virtual tendeixen a afavorir "Aprendre com aprendre" i a profunditzar en uns quants temes seleccionats, en lloc d'adquirir molts coneixements més superficials i repartits en una àmplia varietat de temes. En molts casos, això ha frenat la introducció de la Realitat Virtual a l'aula, ja que alguns centres educatius, condicionats per l'existència de proves externes, han donat preferència al compliment del currículum. És el fenomen que descriu Veronica Pantelidis en referència concreta als U.S.A, on la valoració dels

---

<sup>91</sup> GROS, Begoña. *Videojuegos y aprendizaje*. Barcelona: Graó, 2008. Cap. 1. *Juegos digitales y aprendizaje: fronteras y limitaciones*.p.20

<sup>92</sup> PRATS, Joaquim (dir.). *Les TIC a l'ESO. Resultats i conclusions de l'estudi SITES 2006 a Catalunya. Avaluació de l'educació secundària obligatòria 2006*. Barcelona: Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu, Departament d'Educació, Generalitat de Catalunya, 2009. Informes d'Avaluació n.13, p.334.

resultats dels exàmens de revàlida té importants conseqüències per a l'escola i per al lloc de treball del docent. La pressió i la competitivitat per aconseguir uns bons resultats provoca que el professorat prefereixi no arriscar-se a adoptar mètodes didàctics innovadors i tecnologies massa joves com la Realitat Virtual, si això pot comportar no poder complir, per manca de temps, amb tot el temari i els objectius del currículum.

*“Actualment als U.S.A. els professors no tenen temps per usar la Realitat Virtual a l'aula perquè també tenen molt de programa per cobrir i els estudiants han de fer exàmens de revàlida. Un professor i una escola són valorats pel nombre d'estudiants que passen els exàmens i pels seus resultats. Si el nombre és baix, el professor perd part del salari i l'escola pot perdre diners de l'estat.*

*Per aquesta raó, hi ha molta pressió en usar mètodes que són ben coneguts. El professor ha d'assegurar-se que els alumnes podran passar els exàmens i no té temps per intentar quelcom nou que, a més, té resultats desconeguts o difícils d'avaluar.*

*Els professors prefereixen dedicar els seus esforços i recursos en utilitzar altres tecnologies amb resultats més segurs com l'accés a internet i les PDA<sup>93</sup> que actualment ja són molt comuns a les aules”.<sup>94</sup>*

D'acord amb els resultats de l'estudi SITE 2006 a Catalunya i en referència a les TIC en general, aquesta opinió coincideix amb l'expressada pel 25 % dels directors, segons els quals la pressió per obtenir una puntuació alta en un sistema d'exàmens tradicional és un obstacle important en el desplegament de

---

<sup>93</sup> Una PDA (*Personal Digital Assistant*) és un ordinador de butxaca amb aproximadament les mateixes funcions que un ordinador i que pot incorporar funcionalitats de telefonia mòbil i d'accés a internet.

<sup>94</sup> PANTELIDIS, Veronica. Fragment d'una correspondència mantinguda entre la investigadora i l'autor de la tesi entre el 28-12-05 i el 19-01-06. Traducció de l'autor de la present tesi. Veronica Pantelidis codirigeix el Virtual Reality and Education Laboratory (VREL) a l'East Carolina University i la revista digital *Virtual Reality in Schools*.

l'ús educatiu de les TIC. Aquest mateix obstacle es percep tres vegades més gran en el conjunt de països de SITES que a Catalunya.<sup>95</sup>

En aquest sentit, la pressió per acabar el currículum que pot provenir de l'existència d'unes proves externes, és molt probable que pugui incidir negativament en la generalització d'aquest tipus d'experiències innovadores, especialment si l'avaluació dels seus resultats s'arriben a recollir en la qualificació de l'alumne o arriben a influir en la consideració professional del professorat i del centre educatiu.

Atès que les possibilitats de la introducció de la Realitat com a eina educativa són àmplies si s'emmarquen dins d'un aprenentatge autònom i actiu, és important analitzar la problemàtica general que comporta l'adaptació dins l'organització escolar de qualsevol aprenentatge que es basi en aquest mètode. Molts investigadors apunten que a causa de les característiques d'aquesta metodologia la seva implementació entra en contradicció amb alguns aspectes del sistema educatiu.

Carretero opina que l'aprenentatge dins un entorn d'aprenentatge autònom i actiu requereix la dedicació d'un nombre d'hores lectives molt superior al que esmerçaria una pedagogia tradicional. Si bé la qualitat del coneixement après és significativament superior al resultant d'una metodologia tradicional i permet el desenvolupament d'altres competències educatives també molt importants, és evident que el temps lectiu que, en el mateix aspecte del temari, hi dedica una classe magistral basada en l'explicació del professor o en l'ús del llibre de text és incomparablement menor.

Tenint en compte l'elevada i excessiva densitat de temes contemplada en els continguts curriculars oficials, en la pràctica diària el professor que decideixi treballar un aspecte d'aquests continguts a partir d'un aprenentatge per

---

<sup>95</sup> PRATS, Joaquim (dir.). *Les TIC a l'ESO. Resultats i conclusions de l'estudi SITES 2006 a Catalunya. Avaluació de l'educació secundària obligatòria 2006*. Barcelona: Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu, Departament d'Educació, Generalitat de Catalunya, 2009. Informes d'Avaluació n. 13, p. 335-337.

descobriments hauria de plantejar-se deixar de treballar molts altres temes del currículum, atès que aquesta temàtica ocupa una mínima part dels continguts curriculars del nivell educatiu corresponent.

Tal com apunta Carretero:

*“Por otro lado, conviene considerar que una enseñanza que se basa en el cambio conceptual mediante el conflicto cognitivo puede llevar más tiempo del que se piensa porque, como hemos señalado, la reorganización cognitiva no es inmediata. Esto supone que probablemente no es posible mantener tantos contenidos como poseen en la actualidad muchos programas escolares. Evidentemente, la reducción de contenidos no es un problema en los primeros niveles de la enseñanza, pero sí lo es en la enseñanza secundaria. Esto nos conduce a un dilema muy relacionado con lo que hemos expuesto hasta ahora. Nos referimos a la dicotomía entre enseñanza activa por descubrimiento frente a enseñanza expositiva. Tradicionalmente, éste ha sido un enfrentamiento que se ha presentado en términos aparentemente incompatibles”.*<sup>96</sup>

En aquesta línia Cèsar Coll esmenta un altre obstacle important, el qual rau en la rigidesa dels currículums escolars derivada d'una voluntat de control dels governs i les administracions educatives sobre l'activitat escolar que limita l'autonomia i la capacitat d'iniciativa i de creativitat del professorat, reduint els docents a simples executors de les directrius emanades. Un aprenentatge autònom i actiu és incompatible amb una estructura educativa d'aquest tipus, ja que requereix que el professor pugui decidir tant els aspectes del currículum que vol prioritzar com el temps que hi vol dedicar. Només una concepció del currículum més oberta i flexible pot integrar còmodament un aprenentatge autònom i actiu.

---

<sup>96</sup> CARRETERO, Mario. *Constructivismo y educación*. Saragossa: Luis Vives, 1993. Col·lecció Edelvives, n. 9, p. 59.

*“Al igual que en otros países con una fuerte tradición centralista y burocrática, en España la Administración Educativa se ha reservado siempre, con pequeños matices atribuibles a las circunstancias del momento, la competencia y la responsabilidad exclusivas en el establecimiento del currículum escolar, relegando a los profesores al papel de simples ejecutores de un plan previamente establecido y reduciendo hasta límites irrisorios su capacidad de autonomía y de iniciativa.*

*Parece claro, sin embargo, que la concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza es incompatible con un planteamiento de esta naturaleza. Si aprender consiste fundamentalmente en construir significados y atribuir sentido a lo que se aprende, y si los alumnos llevan a cabo este proceso de construcción a partir de los conocimientos, capacidades, sentimientos y actitudes con los que se aproximan a los contenidos y actividades escolares; si esto es así, entonces parece lógico tener en cuenta esta información dejando un amplio margen de maniobra a los profesores para que puedan tomar las decisiones curriculares oportunas en cada caso atendiendo, entre otros extremos, a las características de sus alumnos. La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza se vincula pues, claramente con un planteamiento curricular abierto y flexible que rompe con la tradición de currículos cerrados y altamente centralizados”.*<sup>97</sup>

En conseqüència sembla que tant les TIC com, en aquest cas concret, la Realitat Virtual, en comportar un canvi metodològic i didàctic, obliguen a plantejar el repte de modificar els currículums i els criteris d'avaluació, amb totes les enormes dificultats que això comporta. Alguns investigadors proposen esquivar aquest conflicte buscant vies intermèdies. Així, Eric Woods esmenta que el fet que recentment en molts països pioners en la introducció de la Realitat Virtual a l'aula s'hi detecti una tendència creixent a incrementar el

---

<sup>97</sup> COLL, César. *Constructivismo e intervención educativa*. En BARBERÀ, E.; BOLÍVAR, A.; CALVO, J.R. et al. *El constructivismo en la práctica*. Barcelona: Graó, 2000. p. 23.

nombre d'objectius curriculars, com per exemple Nova Zelanda, o a vigilar l'estricta observació del currículum, com és el cas dels U.S.A., no implica, contra el que es podria pensar, que hi haurà menys espai per adoptar nous estils pedagògics. Woods creu que encara hi ha moltes oportunitats de mantenir el currículum i alhora usar nous estils, per exemple desenvolupant enllaços a nombrosos elements curriculars dins una sola unitat o projecte. També fa constar que les escoles primàries semblen tenir menys confiança en el currículum i per tant tenen més possibilitats de seguir amb aquests projectes.<sup>98</sup>

En un sentit similar, Diego Levis proposa que la pràctica diària a l'aula hauria de poder combinar tota mena de recursos didàctics intentant buscar una complementarietat entre els més tradicionals i els més innovadors. Alhora, en un món on la informació i els coneixements són cada vegada més abundants i fàcils d'accedir, una de les tasques més importants dels professors hauria de ser la de saber seleccionar, prioritzar i jerarquitzar els continguts i les tècniques didàctiques més apropiades en cada cas.

*“En el futuro, habrá que encontrar una armonía entre el aprovechamiento pedagógico de todos los recursos multimedia disponibles en cualquier soporte y el uso de materiales didácticos de otra naturaleza, entre el aula virtual y el aprendizaje en el aula convencional, todo ello bajo la dirección, orientación y supervisión experta de profesionales de la enseñanza. Profesionales cuya función, ante la avalancha de información, será jerarquizar y elegir los contenidos. Darles un sentido”.*<sup>99</sup>

---

<sup>98</sup> Idees extretes d'una correspondència mantinguda entre Eric Woods i l'autor de la present tesi. 21-05-2006. Traducció de l'autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l'empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l'educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)

<sup>99</sup> LEVIS, Diego. *Realidad Virtual y Educación* [en línia]. 1997. Disponible a: [http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/master\\_eduvirtual.pdf](http://www.diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/master_eduvirtual.pdf)

### 3.5.7. Un èxit entre els estudiants

En la quantitat d'estudis als quals s'ha pogut tenir accés és pràcticament unànime la constatació que els estudiants demostren experimentar poques dificultats en l'aprenentatge dels softwares de Realitat Virtual, no troben especialment difícil la tecnologia i són bastant tolerants als problemes tècnics que poden aparèixer, i que molt sovint es donen, en el transcurs del seu aprenentatge. Aquest aspecte és curiós de comparar en relació amb el que hem descrit que succeeix entre el professorat.<sup>100</sup>

Una altra constatació general és que la Realitat Virtual és una tecnologia altament motivadora. En l'estudi de Youngblut, milers d'estudiants<sup>101</sup> de diferents edats i amb independència del tipus de software utilitzat i del tipus d'experiència didàctica portada a terme, van coincidir en una aclaparadora evidència: la Realitat Virtual els despertava un gran interès i motivació. Segons Youngblut, aquest elevat grau de motivació feia que l'atenció a l'aula i l'interès per la matèria s'incrementessin, la qual cosa redundava en un major rendiment escolar. A més, la motivació es mantenia fins i tot després que el factor novetat s'hagués dissipat.

En l'estudi de cas efectuat a la Kellogg Middle School, K. Osberg va descobrir que l'element motivador era especialment determinant i útil entre els alumnes que presentaven més dificultats o demostraven menys interès en seguir adequadament una classe tradicional.

*“El desenvolupament d'entorns virtuals pot ser una eina útil per a aquells estudiants que potser no els agrada, o no responen bé a pràctiques a l'aula tradicional. La construcció d'aquests móns virtuals i l'experimentació són especialment motivadores per als nens amb*

---

<sup>100</sup> Youngblut fins i tot va detectar que, a diferència del professorat, la informació textual que podia aparèixer en la pantalla no resultava còmoda als estudiants, els quals la veien més aviat com una nosa, i va arribar a suposar que en el futur seria substituïda per informació parlada.

<sup>101</sup> El nombre d'estudis de casos analitzats per Youngblut havien implicat un total de més de 3.000 alumnes.



*un rendiment menor a l'escola, i també, encara que en menor mesura, per als alumnes amb un rendiment més alt".*<sup>102</sup>

En les seves conclusions Osberg indica que a gairebé tots els estudiants els va agradar el projecte i consideraven que els aspectes positius superaven amb escreix els efectes negatius. A més, una de les crítiques que expressaven sovint i obertament era que haguessin preferit disposar de més temps per aprendre-ho tot sobre el software de modelatge i d'aquesta manera arribar a crear tots els objectes que haguessin volgut.

Tanmateix, en la majoria dels estudis analitzats per Youngblut el grau de motivació no es va demostrar uniforme, ja que disminuïa conforme augmentava l'edat i es detectaven diferències en qüestions de gènere: els nois el tenien més elevat que les noies i el seu rendiment era més alt.<sup>103</sup> L'estudi de Youngblut no va entrar a analitzar les causes d'aquestes constatacions ni hi va plantejar cap hipòtesi al respecte. Els estudis analitzats tampoc no van prendre en consideració qüestions d'ordre i disciplina a l'aula. Són qüestions que no hi van entrar com a objecte d'estudi i ni tan sols s'hi van esmentar. Hem de suposar, per tant, que eren considerades absolutament irrelevantes.

### **3.5.8. És cara la Realitat Virtual?**

Un aspecte molt important que cal plantejar és la consideració del cost econòmic d'implantar les tecnologies de Realitat Virtual. Es tracta de veure si és assumible per a un centre educatiu i si la seva rendibilitat compensa la inversió.

---

<sup>102</sup> OSBERG, Kimberley M. *Constructivism in practice: The case for meaning-making in the virtual world* [en línia]. Seattle: Human Interface Technology Laboratory, University of Washington, 1997. Disponible a: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-97-47/>> Traducció de l'autor de la present tesi.

<sup>103</sup> YOUNGBLUT, Christine. *Educational uses of Virtual Reality Technology*. Alexandria, Virginia: Institut for Defense Analysis, 1998. YOUNGBLUT, Christine. *Educational uses of Virtual Reality Technology* [en línia]. Alexandria, Virginia: Institut for Defense Analysis, 1998. Disponible a: <http://www.hitl.washington.edu/sci/vw/publications.html> >

En els inicis d'aquesta tecnologia, els softwares i els hardwares necessaris per portar a terme una experiència en Realitat Virtual eren molt cars. Especialment els immersius, ja que comportaven una forta inversió en hardware i en perifèrics com guants, cascs, ulleres, etc. En canvi els experiments no immersius, els quals usaven un software que estava adaptat per a ordinadors convencionals, eren més assequibles. Tanmateix, ambdós sistemes tenien l'inconvenient que no estaven preparats per circular per internet.

En la mesura que els ordinadors domèstics es van generalitzar i internet va anar entrant a les llars i en els centres educatius, les empreses i els centres de recerca van anar potenciant el software no immersiu, el qual en aquest moment constitueix la tecnologia més madura per al seu ús pràctic i la que està més a l'abast en relació qualitat-preu.

Tanmateix, actualment el software educatiu en Realitat Virtual encara no té un mercat desenvolupat, ans tot el contrari, és un mercat que es contrau i això de retruc influeix en la poca disponibilitat de nou software educatiu que pugui estar a l'abast, ja que les empreses es mostren menys incentivades a invertir-hi. És com un peix que es mossega la cua: si no hi ha mercat les empreses no produeixen, i la manca de producció fa disminuir la popularització de la Realitat Virtual i, per tant, restringeix el mercat potencial.

Els centres educatius es resisteixen a comprar-ne a causa de tots els factors que hem esmentat més amunt i, si és el cas, prefereixen accedir per internet a softwares i creacions virtuals gratuïtes. Eric Woods esmenta el fet que és fàcil trobar per internet diferents tipus de móns virtuals.

*“Els móns virtuals estan només a l'abast quan es troben lliures per internet i n'hi ha d'infinita variabilitat en qualitat i usabilitat”.*<sup>104</sup>

---

<sup>104</sup> WOODS, Eric. Fragment d'una correspondència mantinguda entre l'investigador i l'autor de la present tesi. 21-05-2006. Traducció de l'autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l'empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l'educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)

El 2005 va aparèixer un interessant article al New York Times titulat “*Once a Booming Market, Educational Software for the PC Takes a Nose Dive*”<sup>105</sup> que mostrava que la venda de software educatiu per a ordinadors domèstics va caure dels 498 milions de dòlars el 2000 als 152 milions el 2004. En la mateixa línia, la quantitat gastada en software per les escoles K-12 era de 2,3 bilions el 2004 enfront dels 3,4 bilions el 2001.

Pot ser comprensible que les companyies no vulguin invertir en un mercat que es contrau. En aquest sentit, aquest article també proposa algunes raons per les quals aquest mercat està davallant. En el fons les raons són una barreja del que s’ha dit fins ara: molt software educatiu havia prioritzat la quantitat per damunt de la qualitat i descoratjava els compradors; molts *websites* van començar a oferir continguts educatius i entreteniments lliures i gratuïts; l’increment de la banda ampla també va facilitar l’accés a aquests webs gratuïts; l’augment de la disponibilitat d’ordinadors a les escoles, que va fer que disminuís l’ús de l’ordinador a casa i per tant també les compres de software educatiu; i per últim, la influència dels nois i noies en la decisió de comprar, els quals tenint en compte l’estigma que l’educació no és divertida, trien entreteniment abans que educació.

Veronica Pantelidis hi apunta una altra causa, la preeminència dels jocs. Els fabricants prefereixen invertir en l’elaboració de softwares amb una exclusiva component lúdica, deixant de banda les possibles aplicacions educatives, ja que consideren que el mercat educatiu és poc rendible.

*“No sé perquè no hi ha gaire software de Realitat Virtual disponible. Crec que és degut a que el mercat està abocat als jocs 3D i altres aplicacions. Les companyies que fabriquen el software de Realitat Virtual s’inclinen per fer negocis amb els jocs, a alts preus. El seu software és en general massa avançat per què els professors el puguin aprendre, i massa car. El mercat de l’educació és massa petit*

---

<sup>105</sup> *Once a Booming Market, Educational Software for the PC Takes a Nose Dive* [en línia]. Nova York: The New York Times, 22 d’agost de 2005. Disponible a: [www.nytimes.com/2005/08/22/technology/22soft.html?ex=1142485200&en=56547a356f7f6351&ei=5070](http://www.nytimes.com/2005/08/22/technology/22soft.html?ex=1142485200&en=56547a356f7f6351&ei=5070) >

*per encoratjar a les companyies a fabricar software de Realitat Virtual per als ensenyants”.*<sup>106</sup>

Bruce Carey corrobora la desviació de capital cap a la fabricació de jocs en perjudici de la inversió en educació:

*Hi ha un alt potencial en el desenvolupament tecnològic de la Realitat Virtual però no hi ha prou diners. Tot està focalitzat en els jocs.*<sup>107</sup>

Malgrat que totes aquestes influències externes empenyen cap a una espirall descendent en la producció, Eric Woods i Bruce Carey creuen que encara hi ha una oportunitat per al software educatiu si aquest sap adaptar-se al mercat. Una possibilitat a tenir en compte és que les empreses i els centres de recerca innovin combinant l'aspecte atractiu de l'entreteniment amb el vessant educatiu. En relació al futur de la Realitat Virtual en l'educació, Woods conclou que la generalització de la Realitat Virtual passa per reduir costos i augmentar la presència de productes d'alta qualitat al mercat.

*“Penso que hi ha un buit que ha de ser emplenat amb habilitat professional i continguts virtuals d'alta qualitat que siguin rellevants i fàcils d'usar.*

*Els ordinadors cada vegada seran més potents i això incrementarà el nombre d'escoles que podran tenir ordinadors capaços de mostrar Realitat Virtual.*

*Tanmateix, la millora dels ordinadors es pot estancar fins que hi hagi suficients proves que els costos seran sensiblement menors que els beneficis educatius. També dependrà de la quantitat de productes*

---

<sup>106</sup> PANTELIDIS, Veronica. Fragment d'una correspondència mantinguda entre la investigadora i l'autor de la tesi entre el 28-12-05 i el 19-01-06. Traducció de l'autor de la present tesi.

<sup>107</sup> CAREY, Bruce. Fragment d'una correspondència mantinguda entre l'investigador i l'autor de la tesi. 02-03-06 Traducció de l'autor de la present tesi. Bruce Carey és professor a l'Evans Bay Intermediate School, a Wellington, Nova Zelanda. Ha publicat diversos articles sobre les seves experimentacions amb Realitat Virtual a l'aula i amb els seus alumnes a la revista *Virtual Reality in Schools*.

*educatiu d'alta qualitat i a l'abast que disposi el mercat. L'adopció de la realitat virtual continuarà sent molt lenta fins que es demostrï que hi ha prou continguts i eines de creació virtuals a l'abast i d'alta qualitat que ho justifiquin".<sup>108</sup>*

### **3.5.9. Un estudi de cas: Estudiants de primària australians.**

L'estudi que a continuació s'esmentarà té una rellevància especial perquè és l'única experiència prèvia, de la que s'ha pogut tenir constància, efectuada amb el mateix software amb el que es basa tot el present treball de camp i que ha seguit una mínima similitud amb els objectius marcats.

L'any 2000 es va publicar a la revista *Virtual Reality in Schools* un article titulat: *Introducing Primary Students to Virtual Reality with Do 3D*<sup>109</sup> que resumia els resultats d'una experimentació d'un software de Realitat Virtual amb alumnes de primària australians. Aquesta experiència, dirigida per David Ainge, usava el mateix software que la que és objecte d'aquesta tesi, *Superscape*, però en una versió molt més senzilla que l'empresa productora havia comercialitzat en aquella època: *Superscape Do 3D*.

David Ainge treballava a la James Cook University de Townsville, North Queensland, Austràlia, i va posar en pràctica l'experiència en 20 escoles de primària de tot l'estat. Hi va passar un dia a cada escola i una hora per cada grup. Els grups eren de quatre alumnes.

---

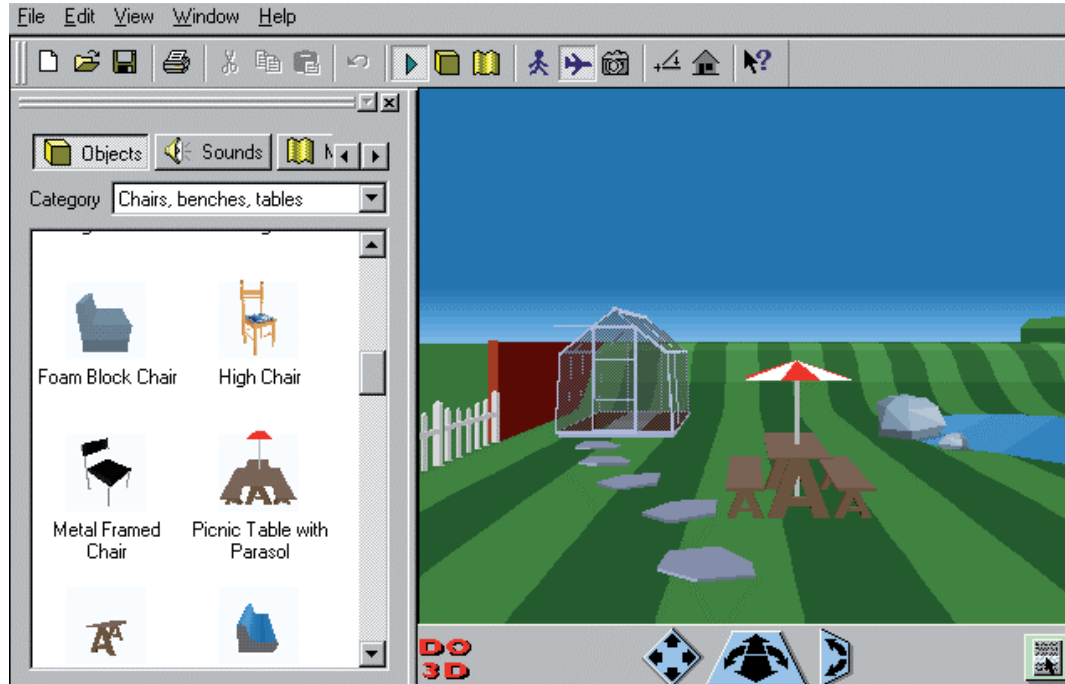
<sup>108</sup> WOODS, Eric. Fragment d'una correspondència mantinguda entre l'investigador i l'autor de la present tesi. 21-05-2006. Traducció de l'autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l'empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l'educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)

<sup>109</sup> AINGE, David. *Introducing Primary Students to VR with Do 3D* [en línia]. Greenville: Virtual Reality in Schools, 2000, vol. 4, n. 3. Disponible a: <<http://vr.coe.ecu.edu/vrits/4-3Ainge.htm>>

L'objectiu que s'havia marcat era que els alumnes aprenguessin l'ús d'un software de Realitat Virtual a partir de la pràctica de dissenyar un jardí virtual. Els objectes que els alumnes havien d'utilitzar ja venien predissenyats dins d'unes llibreries que ja portava incorporades el software.

Ainge va triar aquest software per dos motius:

- En primer lloc perquè donava unes facilitats d'aprenentatge que altres softwares que ja havia provat fins al moment no oferien. En general, els softwares existents exigien moltes més hores d'aprenentatge i això frenava la implicació del professorat.
- En segon lloc perquè tenia unes característiques que el podien fer molt atractiu als estudiants, especialment la capacitat de fer que els personatges i els objectes virtuals es poguessin animar i poguessin incorporar sons.



**Figura F3-8.** El jardí virtual amb la llibreria d'objectes predissenyats a l'esquerra. L'alumne només ha de clicar l'objecte i arrossegar-lo a l'escenari virtual.

Malgrat que el coneixement d'aquesta experiència no va influir en el disseny del present treball de camp, ja que aquest és bastant previ al moment en que vaig descobrir l'article, em sembla important de ressaltar algunes coincidències en relació a tot el que s'ha explicat fins ara. També és rellevant per comparar els seus resultats amb els que s'obtindran a partir del present treball de camp.

En aquest sentit, D. Ainge insistia en els punts següents:

- Bon nivell de resultats. Tots els estudiants van ser capaços de navegar dins el món virtual i d'aprendre els rudiments bàsics necessaris per poder construir el jardí. Cap estudiant va fracassar.
- Autonomia de treball. Els comentaris de les escoles indicaven que els estudiants, un cop introduïts en el software per mitjà d'un tutorial eren capaços de treballar de forma autònoma sense l'ajuda dels mestres, fins al punt de poder ensenyar el seu funcionament a altres alumnes.
- Elevat grau de motivació. Tots els estudiants van mostrar entusiasme en l'aprenentatge del software.
- Manca de continuïtat en l'experiència. Ainge va constatar que després del seu pas per les escoles, les experiències, en la majoria dels casos, no tenien continuïtat i ho atribuïa a la manca d'implicació del professorat. Els professors, tot i que reconeixien el gran potencial educatiu i estaven disposats a animar els alumnes en el seu ús, no ho posaven en pràctica i donaven com a raó principal la manca de temps. Tot i així, set mestres van continuar enviant informes del seu ús.

### 3.6. Recapitulació

El panorama que actualment ofereix la introducció de la Realitat Virtual com a eina educativa es pot resumir en els següents punts:

La Realitat Virtual és una tecnologia recent i innovadora que es caracteritza pel seu alt nivell d'interactivitat amb la imatge gràfica. En un entorn virtual l'usuari es pot moure lliurement i rebre estímuls i sensacions a través dels sentits talment com si es pogués en un espai real.

Les aplicacions de la Realitat Virtual en l'educació van començar a aparèixer en la dècada dels noranta, especialment als Estats Units d'Amèrica i en menor mesura al Regne Unit, època en la qual va experimentar una forta empenta dins el món educatiu anglosaxó. Un gran nombre d'estudiants i de professors es van involucrar en l'experimentació d'aquesta tecnologia i un gran nombre d'institucions acadèmiques van desenvolupar programes de recerca.

El relatiu incompliment de les excessives expectatives dipositades en aquesta tecnologia en el camp de l'educació va comportar una ralentització de les recerques i dels treballs de camp a partir de finals de la dècada dels noranta. Aquest xoc amb la dura realitat va comportar un fre en el nombre d'investigacions a realitzar però, com tota crisi, va obligar a les empreses i les institucions que van continuar creient en les possibilitats educatives de la Realitat Virtual, a cercar noves línies de recerca i nous plantejaments a partir de l'experiència acumulada.

Malgrat tot han estat àmpliament reconegudes les considerables possibilitats com a mitjà que permet un acostament a fenòmens i realitats de difícil accés, com per exemple, reconstruccions de monuments desapareguts o en ruïnes, simulacions de les forces que actuen en física, recreacions virtuals d'òrgans de sers vius, etc. Alhora, totes les recerques efectuades fins al moment coincideixen en l'enorme potencial que té com a eina motivadora entre els alumnes. L'èxit indiscutible i general entre els alumnes es deu principalment a



l'alt nivell d'interactivitat i d'autonomia en el treball que ofereix, i redunda en uns rendiments escolars més elevats.

De fet, les dificultats que experimenta la introducció de la Realitat Virtual a l'ensenyament s'han d'entendre en un marc més ampli dins la problemàtica general que planteja la introducció de les TIC a l'aula.

Un dels principals frens és la predisposició del professorat. Treballar amb Realitat Virtual dins l'aula exigeix als docents un nivell de formació tècnica determinat per poder manipular adequadament els softwares i, alhora, haver d'incorporar un canvi metodològic en la forma de fer classe. En aquest sentit, les recerques aplicades a l'educació han tendit clarament a seguir uns mètodes didàctics basats en l'aprenentatge autònom i actiu en el qual l'alumne és el que crea el seu propi coneixement i el professor adopta el paper d'un guia que corregeix, orienta i avalua. A més, el fet que totes aquests estudis hagin requerit el fet de ser organitzats per centres de recerca amb la col·laboració de grups de professors molt motivats, constitueix un clar condicionant a l'hora d'aconseguir una generalització d'aquesta tecnologia entre el major nombre possible de centres i de professors.

Una segona dificultat ha consistit en la dificultat de trobar un mètode d'avaluació adequat tant a la nova tecnologia de Realitat Virtual com també al mètode didàctic emprat. La majoria d'estudis conclouen que és molt difícil avaluar les competències i els coneixements adquirits a partir de tècniques d'avaluació tradicionals basades en les proves-test i que cal trobar uns sistemes nous des de dins mateix de la tecnologia.

El tercer problema té relació amb la rigidesa del sistema educatiu. La dificultat d'implementar projectes educatius basats en l'ús de la Realitat Virtual dins de les estructures organitzatives dels centres rau en la constatació que aquest tipus d'experiències necessiten d'una disponibilitat d'hores lectives superior al que s'esmerçarien en una didàctica més tradicional treballant el mateix nivell de continguts. L'existència d'uns currículums educatius massa densos i la pressió

de les proves externes finals són uns factors que condicionen, en part, les resistències del professorat.

L'última dificultat té a veure amb el cost econòmic i la rendibilitat de la introducció de la Realitat Virtual a l'aula. Al començament, el preu elevat dels softwares de Realitat Virtual i les exigències en un nivell determinat de hardware feia inaccessible aquesta tecnologia per als centres educatius de primària i de secundària. Posteriorment, el progrés que ha significat la generalització de softwares adaptats a plataforma PC s'ha vist mediatitzat pel fet que el software educatiu no té un mercat adequat, la qual cosa constitueix una manca d'estímul en la recerca per part de les empreses productores. Tanmateix, tot sembla indicar que aquesta problemàtica és més fàcil de superar que totes les altres, ja que actualment diversos centres de recerca i disseny en software educatiu estan treballant amb èxit en la direcció de produir software a l'abast dels professors i dels centres educatius.

Per últim i com a síntesi de tot l'exposat anteriorment, les següents paraules d'Eric Woods ofereixen un retrat breu i clar de les principals dificultats que ha de superar la Realitat Virtual en l'educació:

*“Independentment del nivell d'innovació i d'adequació a que pugui arribar la tecnologia, així com del grau d'interès i motivació que presenti l'alumnat; sense els professors adequats, el suport necessari i un currículum adient, tot l'esforç pot acabar en no res. Les escoles amb les que he tingut contacte estan tan ocupades en fer front a un currículum sobrecarregat, i els mestres estan tan desbordats de feina, que és difícil que utilitzin un software de Realitat Virtual en la pràctica docent, encara que sigui gratis i als nens els agradi molt”.*<sup>110</sup>

---

<sup>110</sup> WOODS, Eric. Fragment d'una correspondència mantinguda entre l'investigador i l'autor de la present tesi. 10-06-2009. Traducció de l'autor de la present tesi. Eric Woods és el director de l'empresa de Nova Zelanda *MindSpace Solutions Limited* dedicada a la producció de software de Realitat Virtual especialment adaptat a l'educació. Web: [www.MindSpaceSolutions.com](http://www.MindSpaceSolutions.com)