



Tesis

Aproximació informàtica a les propietats específiques
de la realitat virtual, com a mitjà audiovisual digital interactiu
generat a temps real, a través del projecte interdisciplinari
Galeria virtual

per Narcís Parés i Burguès
Doctor en comunicació audiovisual

1. Introducció

El context d'aquest treball és el del doctorat en comunicació audiovisual. Dins les diverses branques de l'audiovisual, nosaltres ens centrem concretament en l'audiovisual digital, a través de la recerca que portem a terme dins l'Institut Universitari de l'Audiovisual. Aquesta branca estudia les tecnologies digitals de la informació i la comunicació com a mitjans de producció i transmissió d'informació, alhora que analitza la manera en què els receptors d'aquesta informació es relacionen amb ella i, segurament més important que això, organitzen, trien, interactuen, aporten, modifiquen i participen d'aquesta informació a través d'aquests mitjans.

Una d'aquestes tecnologies digitals és la realitat virtual (RV), que cada cop més s'integra en diversos sistemes, processos i canals de comunicació audiovisual. Tot i ser dins d'un àmbit d'humanitats, el fet de treballar amb tecnologia digital fa que tots els qui estem fent recerca en aquest camp haguem de moure'ns dins la tècnica i la ciència i que hi hagi especialistes de totes les àrees, creant equips veritablement interdisciplinaris. Cal, doncs, que els qui som especialistes en les qüestions tecnològiques també aportem la nostra visió des del nostre àmbit cap al món de les humanitats i, en aquest cas concret, de la comunicació audiovisual. És per aquestes raons que aquest treball es desenvolupa des de l'àmbit de la informàtica, entesa com a ciència de la computació, tot estudiant la relació de les qüestions tècniques respecte les de comunicació.

En començar el segle XXI ens trobem en una posició important en el món de l'audiovisual digital i en concret de la RV. Tot i la relativa curta història d'aquestes tecnologies, ja tenim un bagatge que ens permet començar a estudiar certs aspectes amb una mica de perspectiva i amb un corpus de coneixement ja força sòlid. La seva implantació en tots els aspectes de la nostra vida és ja indiscutible, i alhora decisiva en moltes de les activitats quotidianes que realitzem. Malgrat aquesta penetració tan gran, la RV encara ha de ser estudiada en molts àmbits i cal poder-ne conèixer les propietats específiques per tal de poder-la utilitzar en tot el seu potencial. També és important deslliurar-la del sensacionalisme que l'ha envoltat i que n'ha frenat el desenvolupament, l'estudi i la comprensió.

Aquest treball reflecteix aquesta feina, i aquest àmbit interdisciplinari és central en tot moment; es dona de forma natural en la RV, però segurament és molt més aparent en el nostre cas, en què ens movem entre dos flancs que la societat tendeix a separar i enfrontar: l'art i la ciència.

1.1. Fites i context

Les fites del present treball han estat les següents: en primer lloc, s'ha volgut contribuir a l'aclariment general de què és la RV per obtenir-ne una definició clara i concisa que no estigui lligada a una tecnologia en concret i que descrigui les components bàsiques d'aquest mitjà.

En segon lloc, s'ha volgut definir i formalitzar un nou camp de recerca i de producció que pateix de la manca d'història i de les dificultats que apareixen quan es combinen experts d'àmbits tecnològics, socials i culturals diferents. És el camp de la RV aplicada, no com a eina de simulació, si no com a mitjà de comunicació i producció. Això s'ha dut a terme a partir d'una plataforma tecnològica i conceptual anomenada *Galeria virtual*, i de cinc produccions artístiques experimentals de RV que s'han produït al llarg d'aquests anys. Amb això s'ha assolit un coneixement profund i detallat dels processos de disseny i desenvolupament d'aquest tipus de produccions i, per tant, de la RV com a *mitjà audiovisual digital interactiu generat a temps real*.

Finalment, un cop definit aquest camp, s'han volgut apuntar propietats específiques de la RV com a mitjà de comunicació audiovisual, per tal de poder-la diferenciar dels altres mitjans i aplicar-la amb més coneixement i sense la necessitat de suplir cap altre mitjà existent, sinó més aviat, trobant el seu àmbit natural d'aplicació i aprofitant les característiques que li són pròpies.

2. Context i metodologia

Per tal d'establir el context de treball que ha servit de suport a la recerca d'aquesta tesi, començarem fent una introducció a la idea que ens hauria de guiar al llarg de set anys de producció experimental i recerca: la idea de *Galeria virtual*. Després, passarem a descriure la metodologia que hem seguit en el procés experimental, tot diferenciant-la de la metodologia seguida en el procés de definició, estructuració i formalització de les hipòtesis, fonaments, propostes i discursos que han acabat per quallar en aquesta tesi. Finalment, establim quins són els camps afins al nostre treball.

2.1. Introducció a Galeria virtual

Galeria virtual és un binomi que, ja des dels seus inicis l'any 1993, pretén explicar les dues vessants del nostre treball: les vessants artística-humanística i la tecnològica-científica. *Galeria virtual* és un projecte interdisciplinari en el qual es coordinen noves motivacions estètiques amb tecnologies digitals. Però, a més d'un projecte, també és un equip de

recerca i producció experimental dedicat a projectes interdisciplinaris que integren l'art contemporani i les tecnologies audiovisuals digitals, amb especial atenció a la RV (Parés i Parés, 1993, 1994a, 1994b, 1995, 1996a, 1996b, 1996c, 1996d) (<http://www.iua.upf.es/~gvirtual>).

Aquest binomi pot donar lloc a confusió, en tant que pot donar a entendre que el projecte es basa en una galeria representada mitjançant gràfics en tres dimensions, amb parets, terra i sostre «virtuals», on s'hi «pengen» «quadres» digitalitzats o s'hi «exhibeixen escultures» en tres dimensions. Aquesta definició és diametralment oposada al que ens hem proposat al llarg del nostre treball. Mai no hem proposat una representació virtual arquitectònica d'una galeria. Es pot comprovar com, ja des dels inicis, la nostra fita era la de definir una plataforma interdisciplinària, tant tecnològica com conceptual, que servís de marc de referència i desenvolupament. O, dit d'una altra manera, de *metaprojecte*, on poder experimentar amb la tecnologia de la RV aplicada com a mitjà de producció artística, tot desenvolupant propostes que intentessin abastar el màxim del potencial d'aquest nou mitjà.

Així, doncs, *Galeria virtual* es planteja estudiar aquest mitjà de la RV de forma alternativa al seu ús habitual com a eina de simulació i, per tant, decideix treballar allunyant-se de la noció de *simulació* i produint propostes que no siguin realitzables amb altres mitjans.

2.2. Metodologia de treball i metodologia de tesi

A causa del plantejament eminentment experimental del projecte *Galeria virtual*, havíem d'aplicar una metodologia diferent a tot el procés de formalització de l'experiència obtinguda. Així, doncs, hem de diferenciar entre dues metodologies diferents aplicades a tot el nostre procés de recerca en aquests anys: la metodologia de treball i la metodologia de tesi.

2.2.1. Metodologia de treball

La metodologia aplicada al procés de cerca de les propietats específiques de la RV com a mitjà audiovisual digital interactiu generat a temps real, ha estat totalment basada en produccions experimentals. Aquesta metodologia és més propera a la de l'àmbit creatiu, on la pròpia experimentació amb el mitjà, desenvolupant produccions concretes, singulars i particulars, porta implícita una cerca de les propietats o qualitats essencials del mitjà.

Aquesta experimentació ha estat guiada per dues estratègies concretes. La primera, intentar no quedar-nos estancats en una propietat con-

creta de la RV. Per tant, la metodologia experimental aplicada ha estat una metodologia de cerca en *amplada* de l'arbre de possibilitats, en contraposició a una cerca en *profunditat* (utilitzant les accepcions *amplada* i *profunditat* de l'algorísmica). La justificació d'aquesta metodologia prové del context actual i de l'estat actual de recerca d'aquest mitjà (i, en general, de tots els mitjans audiovisuals digitals). Considerem que la curta història d'aquests mitjans ens situa en una posició de gran desconeixement i de pocs referents que ens ajudin a entendre el que tenim davant; en una fase de *balbuceig* de la tecnologia, com intentem explicar en la nostra producció «Babble: La Torre Virtual de Babel». Per tant, la idea de la nostra recerca en *amplada* és aconseguir tenir la major quantitat de referents possible, per tal d'assolir una visió el màxim d'oberta.

No obstant això, i és aquí on entra la segona estratègia, la cerca en *amplada* no implica anar obrint possibilitats de forma sistemàtica i no guiada, ni tampoc arbitrària. Evidentment, aquesta cerca en *amplada* de l'arbre ha de tenir un mecanisme de *poda* de possibilitats, que ja d'entrada s'entenen com a vies mortes o sense interès. Així, les nostres produccions han tingut sempre com element central la idea que el que estem fent no es pugui fer amb cap altre mitjà. Això es concreta en el fet de treballar sempre fora del concepte de *simulació*. La nostra hipòtesi és que, si no estem *simulant*, llavors allò que estem fent només es pot fer amb el mitjà de la RV i, per tant, estem analitzant propietats específiques d'aquest mitjà i solament d'aquest.

2.2.2. Metodologia de tesi

La metodologia de tesi defineix un procés que ha començat molt més tard que el de la producció, amb una primera fase de formalització que acabà el maig de 1999 amb el *treball de recerca del doctorat o tesina* (Parés, 1999), i una segona fase que ens ha dut fins a la tesi.

La metodologia de la tesi ha consistit, en una primera fase, en organitzar el coneixement adquirit en l'àmbit de la RV, tant des d'un punt de vista tecnològic, com des d'un punt de vista comunicacional i de creació. En una segona fase, s'ha analitzat aquest coneixement dins el context de les produccions experimentals realitzades i que expliciten les propietats de la RV que cada una potencia. Al llarg d'aquest procés s'ha anat configurant una definició pròpia de RV, la qual ens ha donat la possibilitat de centrar el nostre àmbit de coneixement. Finalment, a partir dels referents creats i l'experiència desenvolupada i posant-ho en correspondència amb els referents dels àmbits de coneixement afins, s'han pogut generalitzar una sèrie de conceptes, qualitats i propietats específiques de la RV.

2.3. Recorreguts d'àmbits de coneixement afins

Tenint en compte el caràcter innovador del nostre camp, la importància de la interdisciplinarietat del seu context, i la curtíssima història d'aquest àmbit al món, i encara més curta al nostre país, creiem important definir quins són els camps afins per situar als lectors.

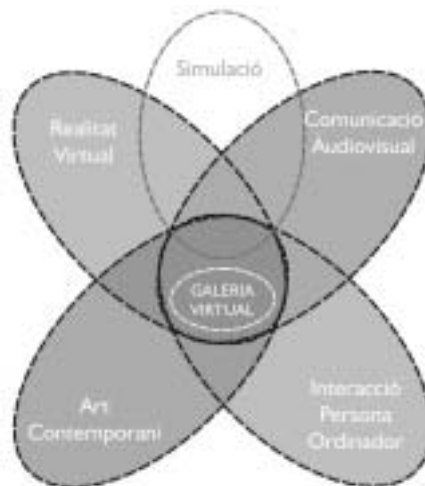
Aquests recorreguts tenen doncs un doble objectiu. Per una banda, introduir l'expert d'un dels camps afins d'aquest treball vers el nostre àmbit de coneixement híbrid, a fi que tingui una idea clara de com el seu camp contribueix al nostre. Per l'altra, donar a conèixer a aquest expert els elements bàsics de cada un dels altres camps afins, per tal de proveir-lo d'una base global de coneixement entorn aquesta tesi. Això s'ha fet mitjançant uns recorreguts traçats des de cada un dels àmbits de coneixement relacionats fins al nostre nucli de treball.

2.3.1. Definició de camps afins

Així, doncs, cal definir quins són els àmbits de coneixement que conflueixen sobre el nostre de la RV com a mitjà audiovisual digital interactiu generat a temps real. Per una banda, tenim a la vessant tecnològica les disciplines de la informàtica: la realitat virtual i la interacció persona-ordinador (IPO o, en anglès, HCI o Human-Computer Interaction). Per l'altra, tenim la vessant humanística, amb la Comunicació Audiovisual i l'Art Contemporani.

Pot semblar estrany posar la RV com a camp afí, però en aquest cas estem parlant de la *tecnologia* de RV, o de la RV com a *eina científica* i no de la RV com a mitjà audiovisual.

Figura 1. Diagrama del nostre àmbit de coneixement



3. Què entenem per realitat virtual

Per poder iniciar un estudi sobre les qualitats de la RV com a mitjà audiovisual digital interactiu generat a temps real, cal deixar clar què entenem per RV. Per això, hem estudiat la història del desenvolupament tecnològic de la RV, hem analitzat quines definicions se n'han fet, quines terminologies s'utilitzen, quins conceptes s'hi han associat, i hem definit uns fonaments sobre els quals construir la nostra recerca, per poder comparar amb el que finalment ha estat la nostra definició de treball.

En aquest punt cal fer la següent reflexió: quan ens adonem que alguna activitat de la nostra vida ha canviat d'entorn, desplaçant-se del món físic al de la tecnologia digital, sovint utilitzem el terme *virtualitat*. No per això hem de pensar que totes aquestes activitats són RV. Així doncs, la RV és tan sols un petit subconjunt de totes aquestes tecnologies digitals de la informació i de la comunicació, i haurem d'aprendre a diferenciar-la de la resta.

3.1. *La nostra definició*: interacció amb estímuls digitals generats a temps real

Aquesta definició no solament intenta conjuminar i compatibilitzar totes les components que creiem importants i pròpies d'aquest mitjà, sinó que també intenta deslligar-la d'una tecnologia concreta que podria ser superada en qualsevol moment i, per tant, podria deixar la definició inconsistent, incoherent o desfasada. Tal i com diu Steuer (1992), «Aquest nou mitjà típicament és definit en termes d'una col·lecció concreta de maquinari tecnològic...» i afegeix «[aquestes definicions] no aconsegueixen donar cap idea sobre els processos o efectes derivats de l'ús d'aquests sistemes, no aconsegueixen establir cap marc conceptual des del que es puguin prendre decisions reguladores, no aconsegueixen aportar una estètica des de la qual crear productes de RV...».

En aquesta tesi s'han analitzat les diferents parts de la nostra definició per entendre a fons què estem incloent, què deixem fora i quines són les components bàsiques.

4. Conclusions i aportacions

Les aportacions del present treball de tesi es concentren en tres àrees concretes: (1) el plantejament de *Galeria virtual*, les seves produccions experimentals i per tant l'exploració de la RV com a mitjà de producció artística; (2) la nostra definició de RV, i (3) les propietats de la RV com a mitjà audiovisual digital interactiu generat a temps real que hem trobat i analitzat.

4.1. El plantejament de Galeria virtual

— Aquest plantejament ens ha permès obrir de forma innovadora el ventall del repertori conceptual de l'art contemporani mitjançant cinc produccions ben diverses: «Topofonia: Música Terrenal» (http://www.iaa.upf.es/~gvirtual/topofoni/topof_c.htm); «Babble: La Torre Virtual de Babel» (http://www.iaa.upf.es/~gvirtual/babble/babble_c.htm); «Lightpools o El Ball del Fanalet» (http://www.iaa.upf.es/~gvirtual/lghtpls/lghtpl_c.htm); i «Desplaçaments» (http://www.iaa.upf.es/~gvirtual/lghtpls/lghtpl_c.htm). Cadascuna d'aquestes produccions ha mostrat un conjunt de qualitats de la RV com a mitjà de producció artística diferent i s'han fet aportacions concretes en diversos camps tecnològics i conceptuals de les parts d'una experiència de RV: l'estudi dels estímuls digitals, l'estudi dels mapejos, l'estudi de les interfícies lògiques, i l'estudi de les interfícies físiques.

— El plantejament innovador de *Galeria virtual* ha permès entendre en profunditat els processos de desenvolupament de les aplicacions de RV, quins agents participen del desenvolupament i quina és la interdisciplinarietat real d'aquestes produccions.

— *Galeria virtual* ha fet accessible la RV a artistes i ha possibilitat propostes a les que segurament no haguessin accedit altrament.

— Aquest plantejament també ha permès desenvolupar una nova definició de RV sense les restriccions que apareixen en la gran majoria de definicions que s'han anat fent al llarg de la història de la RV.

4.2. La nostra definició

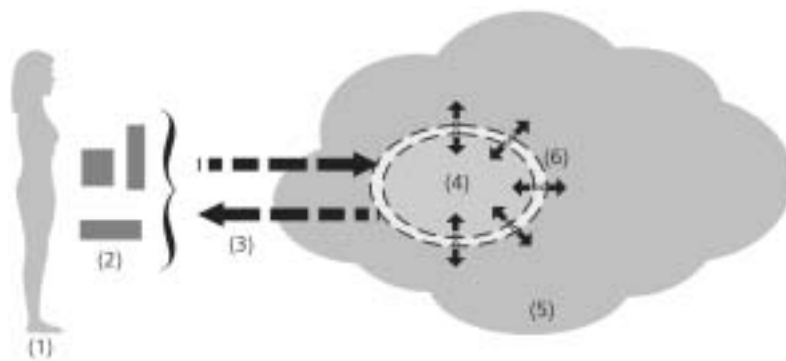
— Hem aconseguit desenvolupar una nova definició de RV que no està lligada a una tecnologia en concret i que per tant no es veurà desfasada en aquest sentit.

— Aquesta definició: *interacció amb estímuls digitals generats a temps real*, unida a l'esquema d'interacció i comunicació persona-experiència de RV, l'esquema *subjecte{subjecte virtual}↔entorn virtual*, hem pogut comprovar que és prou general com per englobar tot allò que l'entorn científic de la RV entén per RV, inclús englobant tendències i tecnologies que quedaven fora d'una gran part de definicions aportades per experts de renom, i que, en canvi, són plenament acceptades com RV.

— Aquesta definició també engloba tota la producció de molts artistes que treballen amb la RV *no* com eina de simulació (entre els quals ens hi comptem) i que per aquest fet, quedaven sistemàticament exclosos de les definicions donades des del món científic.

— L'esquema *subjecte{subjecte virtual}↔entorn virtual* ha definit la forma en que un usuari es relaciona, comunica i interactua amb una experiència de RV, cosa que encara mai s'havia formulat de manera clara i completa. L'esquema aporta la claredat necessària per diferenciar tots els agents i components que intervenen i per a entendre quina és l'aportació de cadascun.

Figura 2. Diagrama d'interacció usuari-entorn virtual:
 (1) usuari, (2) interfícies físiques, (3) mapejos, (4) interfície lògica, (5) entorn virtual, (6) comportaments de la interfície lògica.



4.3. Propietats de la RV com a mitjà audiovisual digital interactiu generat a temps real

A través de tot l'estudi i recerca descrit en aquesta tesi, s'han pogut fer dues aportacions importants al camp de les propietats de la RV com a mitjà:

— S'han diferenciat dues aproximacions o estratègies al desenvolupament d'aplicacions de RV: la *content-driven* (o dirigida pel contingut) i la *interaction-driven* (o dirigida per la interacció), on l'aportació d'aquesta tesi ha estat la formalització de la primera i la definició precisa de la segona com a innovació.

— La definició de l'estratègia *interaction-driven* ha estat possible gràcies al plantejament de treballar lluny de la simulació de *Galeria virtual*, i, en concret, a partir de la producció *Lightpools* o *El Ball del Fanalet*.

— Aquesta nova estratègia permet estudiar amb més llibertat i atenció les possibilitats del disseny d'interfícies i la interacció persona-experiència de RV, que en definitiva és la IPO.

— A través de l'aplicació sistematitzada de la teoria de la pregnància semàntica modulada (Ruiz Collantes, 1997), hem pogut obtenir el co-

neixement següent de les experiències fetes amb RV, en contrast amb el coneixement existent sobre mitjans *visuals no interactius* com són el cinema, la televisió, la fotografia, el còmic, etc.

— Hem pogut diferenciar les característiques d'usuari/lector i d'autor entre la RV com a mitjà i els altres mitjans *visuals no interactius*. Més concretament la diferència en la lectura d'imatges i l'estructuració que fa l'usuari del món presentat per l'autor en:

- La modulació a partir de *guions* i *plans*.
- La modulació a partir de marques de text.
- Hem pogut veure quines propietats i recursos pot utilitzar un autor d'experiències de RV, també a diferència dels mitjans *visuals no interactius*, concretament:
- El disseny de l'entorn virtual.
- El disseny del subjecte virtual.

— Hem posat en correspondència aquestes teories de recerca d'una *gestalt* proposicional, amb la nostra definició de RV i l'esquema *subjecte{subjecte virtual}↔entorn virtual*. Això ens ha ratificat i consolidat el concepte de *subjecte virtual* en el nostre esquema d'interacció persona-experiència de RV.

4.4. Raonaments finals

El fet d'haver treballat en RV des del camp de la comunicació audiovisual ha permès, a través de la teoria de la pregnància semàntica modulada, que obtinguéssim un nou coneixement de com l'usuari s'enfronta a una experiència de RV i com aquest nou mitjà es diferencia dels altres. L'estudi dels esquemes de comunicació coneguts també ens ha permès fer l'aportació del nostre esquema *s{sv}↔ev*.

El fet d'haver treballat des de la producció artística contemporània ens ha donat la llibertat suficient per desenvolupar produccions que han aportat nou coneixement al desenvolupament de la RV, però, a més, ens ha donat un marc conceptual molt sòlid amb una sèrie de recursos molt rics des d'on plantejar aquestes produccions.

Finalment, el fet de treballar en un àmbit híbrid amb ple coneixement de les possibilitats tecnològiques de fons ens ha oferit la possibilitat de portar a la pràctica les propostes que posteriorment ens han permès guanyar coneixement teòric.

A través d'aquestes aportacions hem pogut comprovar que la hipòtesi inicial de treball que apostava per moure'ns en la RV *allunyant-nos ex-*

plicitament de l'àmbit de la simulació, ha donat molt bons resultats tant en la recerca com en la pràctica. S'han pogut eixamplar els horitzons de la RV com a tecnologia i com a mitjà, s'han pogut trencar les restriccions que altres definicions imposaven de forma injustificada i s'han pogut conèixer en detall els processos de desenvolupament d'aplicacions de RV i, per tant, de les possibilitats d'aquest nou mitjà audiovisual digital interactiu generat a temps real.

5. Vies de continuació

Aquesta tesi ha deixat obertes una sèrie de vies que poden ser continuades des del mateix posicionament informàtic d'aquest treball, o bé també des de plantejaments comunicacionals, audiovisuals, estètics i/o conceptuals.

— L'extensibilitat de l'aplicació de la teoria de la pregnància semàntica modulada a tots els estímuls de les experiències de la RV.

— Estudiar el que sospitem que és una propietat important: la tendència no narrativa de la RV com a mitjà.

— Estudiar a fons les característiques comunicacionals de la RV com a mitjà de comunicació per tal de no caure en els casos restrictius de:

- veure la RV únicament com a mitjà de comunicació interpersonal quan s'estudia en la seva faceta multiusuari distribuïda per xarxa.
- deixar de banda les configuracions de la RV en monusuari *off-line* i multiusuari *off-line*.

— Caldria també estudiar les tècniques de desenvolupament allunyades de la simulació en aplicacions de RV fora de l'àmbit de l'art. D'aquesta manera, es podria veure com aquestes tècniques poden ajudar a obtenir noves solucions i obrir noves possibilitats.

Bibliografia

AUSTAKALNIS, S.; BLATNER, D. (1992). *El Espejismo de Silicio. Arte y ciencia de la Realidad Virtual*. Barcelona: Página Uno.

BERENQUER, X. (1991). «Les Imatges Sintètiques». A: *Temes de Disseny*, núm. 5.

BURDEA, G. C.; COIFFET, P. (1994). *Virtual Reality Technology*. Nova York: John Wiley & Sons Inc.

EARNSHAW, R. A.; GIGANTE, M. A.; JONES, H. [ed.] (1993). *Virtual Reality Systems*. Londres: Academic Press Ltd.

- EARNSHAW, R. A.; VINCE, J. A.; JONES, H. [ed.] (1995). *Virtual Reality Applications*. Londres: Academic Press Ltd.
- ELLIS, S. R. (1993). «Prologue». *Pictorial Communication in Virtual and Real Environments*. 2a. ed. Londres: Taylor & Francis Ltd., p. 3-11.
- FONTCUBERTA, J.; PARÉS, N.; PARÉS, R. (1995). «Topophonie: Terrestrische Musik». A: *Wundergarten der Natur*. Salzburg: Österreichischen Fotogalerie im Rupetinum.
- (1999). «Topofonía: Música Terrenal». A: *Micromegas*. Cuenca: MIDE.
- GIGANTE, M. A. (1993). «Virtual Reality: Definitions, History and Applications». A: EARNSHAW, R. A.; GIGANTE, M. A.; JONES H. [ed.]. *Virtual Reality Systems*. Londres: Academic Press Ltd.
- HOBERMAN, P.; PARÉS, N.; PARÉS, R. (1999). «El Ball del Fanalet or Lightpools». A: *Proceedings of International Conference on Virtual Systems and Multimedia*. Dundee, UK: VSMM'99, p. 270-276.
- (1999). «Lightpools o El Ball del Fanalet». A: *CEIG'99. IX Congreso Español de Informática Gráfica*. Jaén: Universidad de Jaén.
- KALAWSKY, R. S. (1993). *The Science of Virtual Reality and Virtual Environments*. Reading, MA: Addison-Wesley Ltd.
- KRUEGER, M. (1991). *Artificial Reality II*. Reading, MA: Addison-Wesley Inc.
- LANIER, J. (1988). «A Vintage Virtual Reality Interview» A: *Whole Earth Review magazine*. Point Foundation Publishing Co. [<http://www.wholeearthmag.com/>, <http://www.well.com/user/jaron/vrint.html>]
- LAUREL, B. [ed.] (1998). *The Art of Human-Computer Interface Design*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1990. [11a edició]
- LOEFFLER, C. E.; ANDERSON, T. [ed.] (1994). *The Virtual Reality Casebook*. Nova York: Van Nostrand Reinhold.
- MYERS, A. B. (1998). «A brief history of Human Computer Interaction Tecnology». A: *ACM Interactions*. Vol. 5. Núm. 2, p. 44-54.
- PARÉS, N. (1997). *Tutorial de VRML97*. Barcelona: <http://www.iaa.upf.es/~npares/docencia/vrml/tutorial.htm> [Format HTML i VRML]
- PARÉS, N.; PARÉS, R. (1993). «Galeria Virtual». A: *Proceedings First Eurographics Workshop on Virtual Environments*. Barcelona: Eurographics.
- (1994a). «Galeria Virtual: a platform for non-limitation in contemporary art?» A: *Proceedings Virtual Reality and Applications*. Leeds, UK: Computer Graphics Society.

- (1994b). «Galeria Virtual». A: *Anys 90. Disitència Zero*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura.
- (1995). «Galeria Virtual: a platform for non-limitation in contemporary art?». A: EARNSHAW, R. A.; VINCE, J. A.; JONES, H. [ed.]. *Virtual Reality Applications*. Londres: Academic Press Ltd.
- (1996a). «Galeria Virtual». A: ATHERTON, K. [ed.]. *Virtual Reality and the Gallery*. Londres: Chelsea College of Art & Design i Tate Gallery [CD-ROM].
- (1996b). «MACBA En Línia». A: *The Annual Conference of the Museum Computer Network*. Ottawa: Museum Computer Network.
- (1996c). «MACBA En Línia». A: *Seventh International Symposium on Electronic Art*. Rotterdam: ISEA.
- (1996d). «Interacción con estímulos digitales en tiempo real». A: LEBRERO, J. *Tecnología punta y disidencia cultural*. Donostia: Arteleku.
- (1997). «Galeria Virtual». A: *FORMATS. Revista de Comunicació Audiovisual*. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Vol. 1. Secció Documents [Revista Digital a Internet: <http://www.iaa.upf.es/formats/>]
- (1998). «Sis textos per a Singular Electrics». A: MARZO, J. L.; BADIA, T. [ed.]. *Singular Electrics*. Barcelona: Pub. Fundació Joan Miró.
- (2000a). «La Realidad Virtual, última revolución informática». A: *Anuario de los Temas y sus Protagonistas 1999*. Barcelona: Planeta-De Agostini. Vol. II. P. 294-325. [Inclou dos CD-ROM en que també s'hi ha col·laborat]
- (2000b). «Interaction-driven virtual reality application design. A particular case: 'El Ball del Fanalet or Lightpools'». A: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. Cambridge, MA: MIT Press. [En premsa]
- RUIZ COLLANTES, F. X. (1997). «Pregnància semàntica modulada i lectura d'imatges. Com un lector determina quina és la informació que es vehicula a través d'una imatge». A: *FORMATS. Revista de Comunicació Audiovisual*. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. Vol. 1. [Revista Digital a Internet: <http://www.iaa.upf.es/formats/>]
- SERRA, M.; PARÉS, N.; PARÉS, R. (1996). «Babble, The Virtual Tower of Babel» A: *Seventh International Symposium on Electronic Art*. Rotterdam: ISEA.
- (2000). *Babble: La Torre Virtual de Babel*, dossier del projecte.
- STEUER, J. (1992). «Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence». A: *Journal of Communication*. Austin, TX: International Communication Association. Vol. 42, p. 73-93.

- SUTHERLAND, I. (1965). «The Ultimate Display». *Proceedings IFIP Congress*, p. 506-508.
- (1968). «A Head-Mounted Three-Dimensional Display». A: *AFIPS Conference Proceedings*. Vol. 33. Part I. P. 757-764.
- VINCE, J. (1995). *Virtual Reality Systems*. Londres: Addison-Wesley.
- WAXELBLAT, A. [ed.] (1993). *Virtual Reality Applications and Explorations*. Londres: Academic Press Inc.