

Simposi CAiiA-STAR: 'Paràmetres extrems. Noves dimensions de la interactivitat' (Barcelona, 11-12 de juliol de 2001)

## Una estratègia basada en la interacció per a aplicacions de realitat virtual



**Narcís Parés**

Professor investigador (Institut Universitari de l'Audiovisual)  
[npares@iaa.upf.es](mailto:npares@iaa.upf.es)



**Roc Parés**

Professor investigador (Institut Universitari de l'Audiovisual)  
[rpares@iaa.upf.es](mailto:rpares@iaa.upf.es)

**Resum:** Des de l'any 1993 la nostra investigació s'ha centrat en el ventall de possibilitats de la realitat virtual (RV) com a tecnologia, i en les propietats específiques de la RV com a mitjà audiovisual digital i interactiu generat en temps real. Estudiant les estratègies utilitzades per a desenvolupar les aplicacions de RV, vam descobrir que normalment el disseny de les aplicacions de RV segueix una estratègia que prioritza el contingut i el context de l'aplicació. En aquesta estratègia, el tema defineix un context i el context és determinant a l'hora de triar la metàfora utilitzada en els elements d'interacció i en la interfície. De totes maneres, l'enfocament basat en el contingut revela certes limitacions quan s'experimenta amb noves estratègies de disseny d'interfícies i quan s'exploren les qualitats específiques de la RV com a mitjà de producció artística o de comunicació audiovisual.

Hem definit una estratègia nova, que anomenem estratègia *basada en la interacció*, com una possible manera de superar aquestes restriccions. La idea és desenvolupar una aplicació centrant-nos en la manera com l'usuari ha d'interaccionar amb l'aplicació amb independència del contingut concret; en altres paraules, analitzant les interfícies, la interacció amb els elements i la participació, la manipulació o contribució de l'usuari de manera que els resultats obtinguts permetin l'aparició espontània del tema final, del contingut, etc., de l'aplicació. Això és especialment interessant en les aplicacions creatives o artístiques de RV, però també en les experiències d'interacció entre persona i màquina (CHI). Volem presentar el cas concret d'una aplicació artística de RV, de la qual ha sortit aquesta estratègia. Aquesta experiència de RV amb diversos usuaris, *El ball del fanalet*, ha estat presentada amb èxit a la Fundació Miró i al Centre d'Art Santa Mònica de Barcelona.

### Roc Parés

Bon dia. Gràcies. És un honor per a en Narcís i per a mi ser aquí amb vostès, en aquest interessant simposi i especialment en aquesta ciutat, on hi ha un gran interès per l'art i la tecnologia. Permetin-me que digui que, evidentment, no ens trobem a Finlàndia, ni a Silicon Valley; en certa manera estem apartats dels punts amb més activitat del mapa de la cultura digital. Tot i així, treballem de valent en tres aspectes concrets, que són la creació d'art amb noves tecnologies i ensenyar i dur a terme investigacions científiques sobre aquesta qüestió.

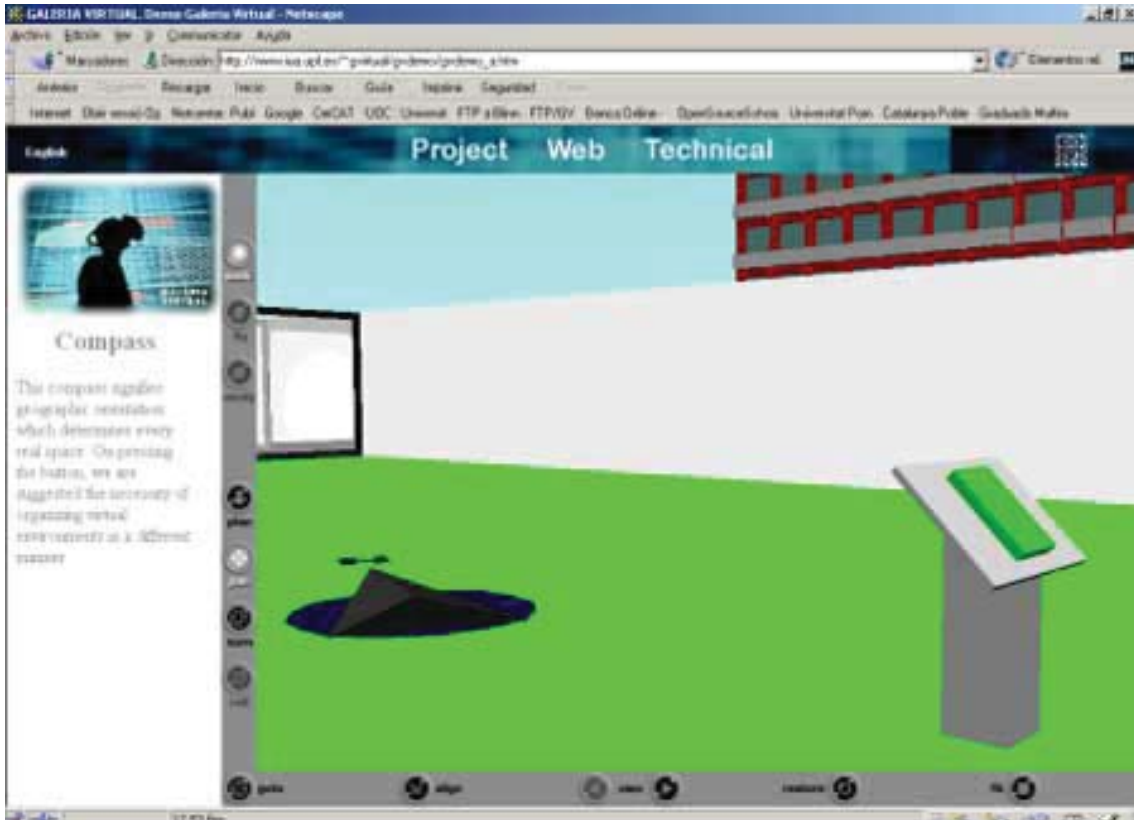
En Narcís i jo col·laborem des de l'any 1993 en un projecte anomenat Galeria Virtual, i el que avui els volem comunicar forma part d'aquesta producció de treball experimental i també de la investigació que hi ha al darrere. Començarem fent un repàs ràpid a aquesta primera meitat de la presentació, que només utilitza l'adaptació del que vam fer com a experiència introductòria a la realitat virtual l'any 1993, quan treballàvem com a equip independent al Museu de la Ciència de Barcelona, i ens centrarem en el que anomenem demo interactiva-immersiva de Galeria Virtual, en la qual intentem definir la nostra feina com a artistes treballant amb els nous mitjans audiovisuals interactius, i allunyant-ho al màxim possible de la idea o l'estratègia d'imitació, que interpretem com la duplicació de la percepció humana del món.

De manera que el que farem ara és veure el que vam adaptar de l'experiència inicial, que utilitzava uns auriculars amb monitor. Vam immersir el participant en aquesta experiència VRML, que vostès mateixos poden provar a casa entrant al Web.



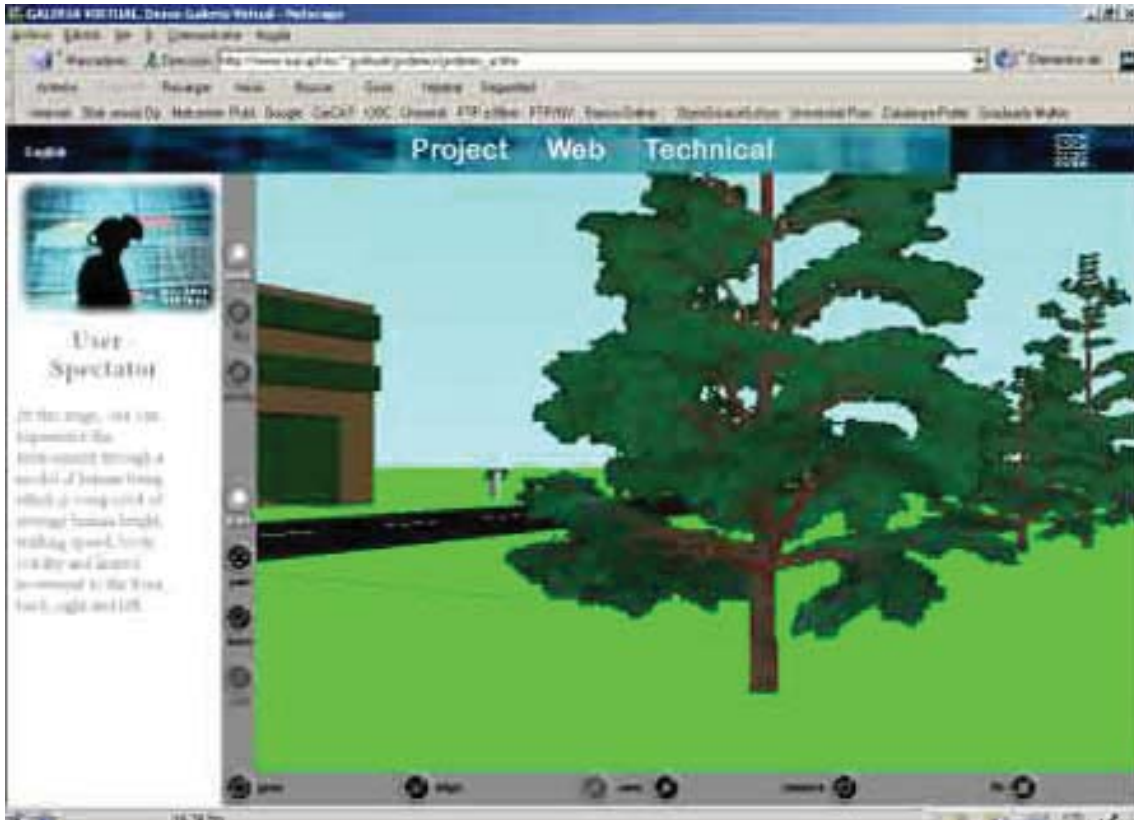
Imatge 1. Demo interactiva i immersiva de Galeria Virtual

El que intentem fer és tenir aquesta experiència organitzada sistemàticament, en el sentit que l'usuari o el participant noti la diferència entre la manera com volíem enfocar la tecnologia de la realitat virtual com a mitjà d'art i el que tradicionalment han estat la producció i la difusió de l'art en el món físic. De manera que comencem en aquest punt en què hi ha una brúixola a terra apuntant cap al nord, com a símbol de l'orientació geogràfica que té lloc en els espais físics.



Imatge 2. Inici de l'experiència de RV: brúixola a terra apuntant cap al nord

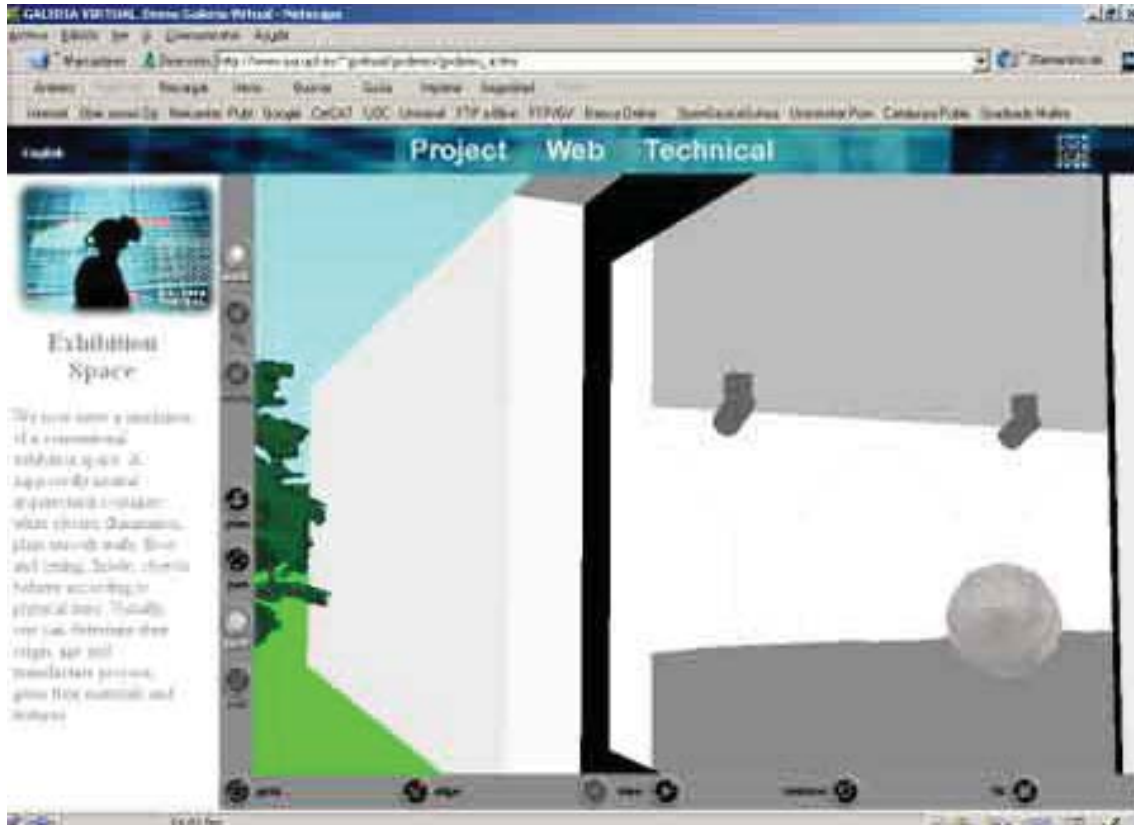
I si polsem un botó veiem que perdem l'orientació geogràfica. Això simplement suggereix que en la realitat virtual els artistes que treballen en la nostra plataforma, la Galeria Virtual, haurien de buscar les maneres concretes en què està organitzat l'espai virtual i intentar allunyar-se de la manera en què està organitzat l'espai físic.



Imatge 3. Pèrdua de l'orientació geogràfica

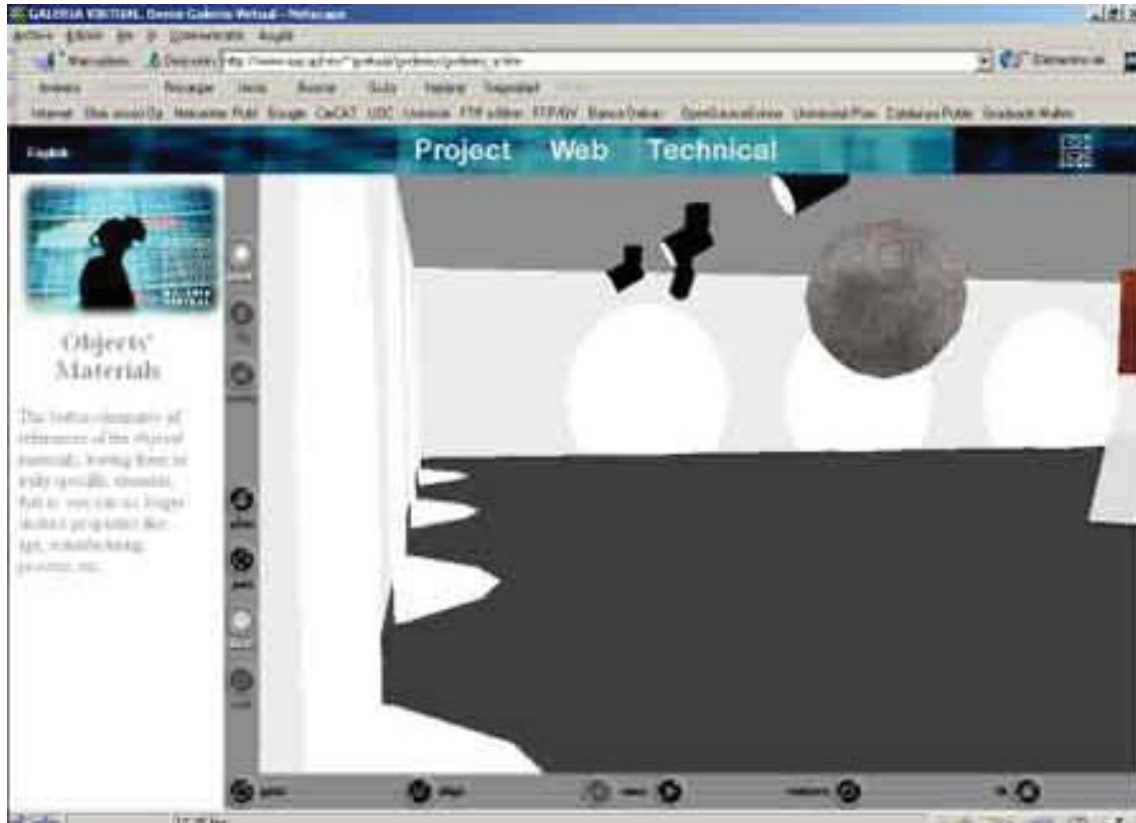
El que també podem veure és que estem interaccionant amb aquest entorn virtual a través del model virtual d'un objecte que és una posició en l'espai i que es pot moure, i també són les passes d'una persona que camina per un entorn urbà en aquesta primera fase. L'objecte virtual model té unes dimensions relatives que respecten els objectes en aquest entorn esquemàtic, o sigui que una persona és més baixa que un senyal de stop i també és més baixa que els edificis, és clar. El que veiem és que en l'espai físic urbà, per exemple, tenim tots aquests senyals, entre els quals hi ha els passos zebra i el senyal de stop, que fan possible funcionar en el món físic. Llavors ens vam plantejar quins senyals organitzarien el funcionament, els comportaments, etc., en la realitat virtual.

El mateix passa amb el temps i amb els factors climàtics. En la realitat virtual ens agradaria poder prescindir del sentit de linealitat del temps que, com a éssers humans, tenim en el món físic, de manera que en relació amb aquest punt només vam suggerir possibles canvis del que entenem com a linealitat del temps i dels canvis progressius entre el dia i la nit que percebem en el món físic.



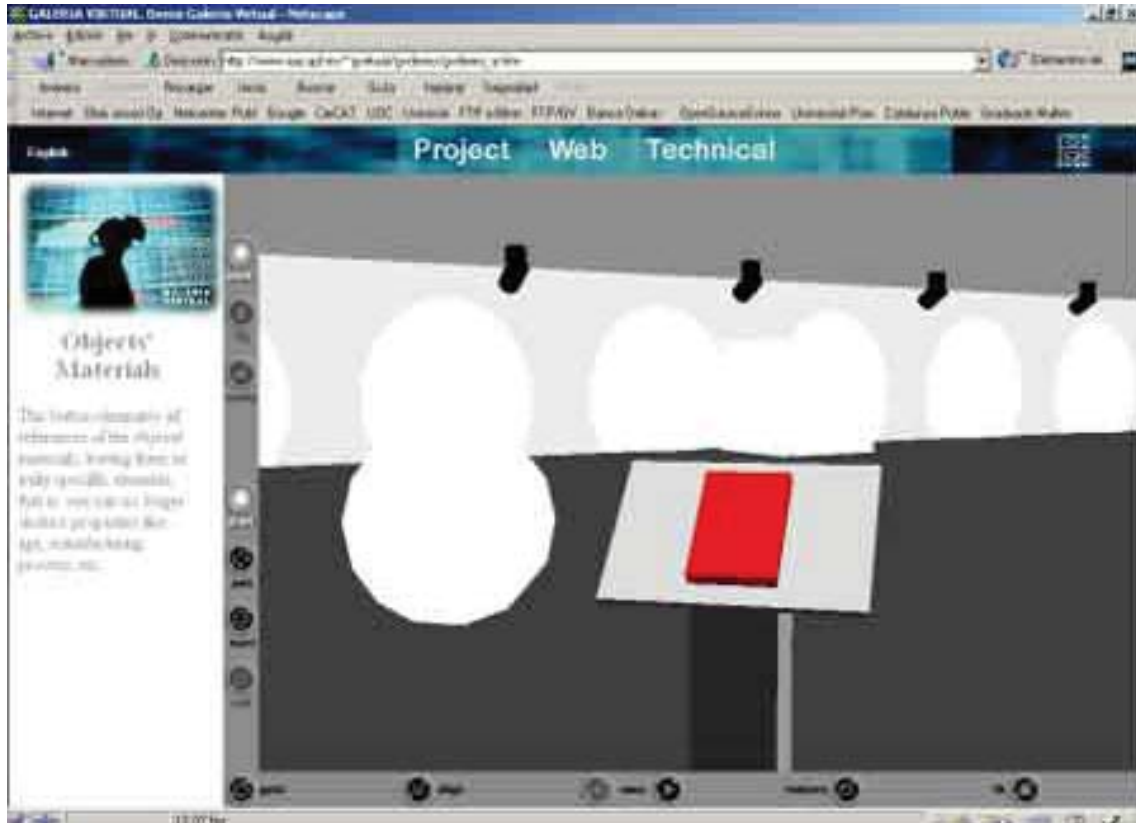
Imatge 4. Edifici amb elements arquitectònics neutres

Caminem per aquest entorn i trobem aquest edifici blanc que s'assembla a la típica arquitectura feta per a la comunicació de l'art –una galeria d'art o un museu. Té tots els elements d'una arquitectura neutra, d'un espai arquitectònic amb llum elèctrica, terra pla i parets blanques. L'objectiu de totes les característiques d'una arquitectura per a la difusió de l'art és la neutralitat. I vam pensar: "Què els passa a objectes com aquesta esfera de pedra o aquest bloc de fusta, que podrien ser escultures en l'espai en una exposició d'un museu en el món físic?" Fixem-nos, doncs, que en la realitat virtual els artistes no tan sols podrien treballar amb objectes nous, intentar determinar quins són els objectes concrets de la realitat virtual, sinó també intentar descobrir quins serien els comportaments concrets d'aquests objectes allunyant-nos de la idea d'haver-se perdut físicament.



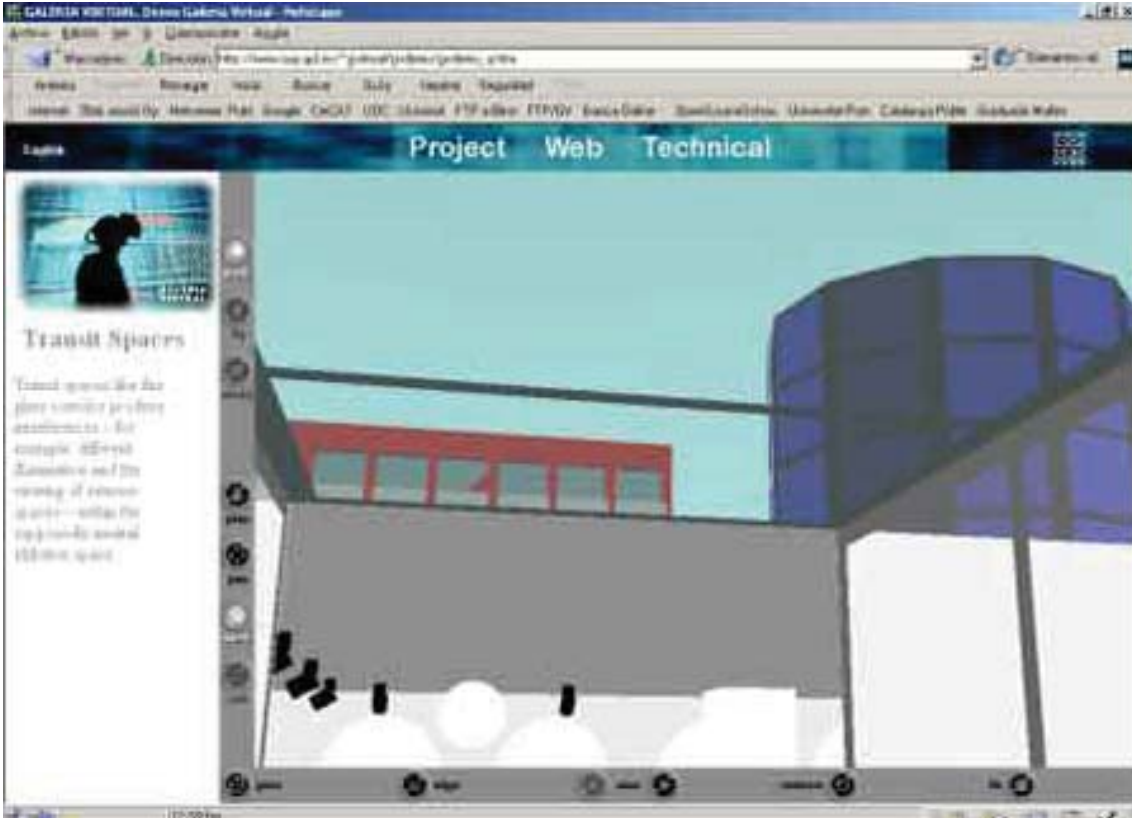
Imatge 5. Els objectes en un entorn virtual tenen un comportament determinat.

Llavors veiem que aquests objectes han estat dissenyats amb unes textures que són textures digitalitzades de materials coneguts en el món físic. Si polsem un botó els objectes perden la referència, per exemple, al bloc de fusta –la fusta és una referència a un arbre, un arbre és una referència a un bosc, un bosc ho és a una muntanya, a la naturalesa, al món, etc.



Imatge 6. Els objectes perden la referència al món físic.

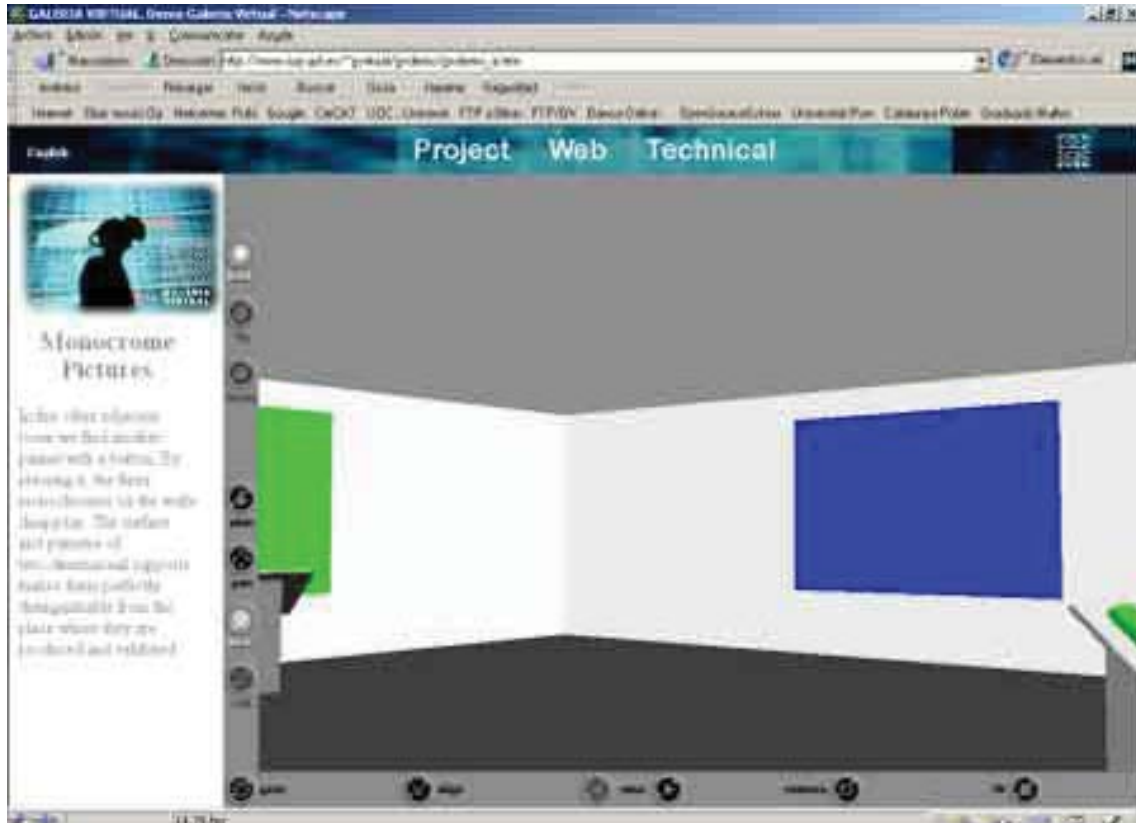
O sigui que desconstruïm aquestes condicions i intentem descobrir com poden ser els objectes continus en el cas dels minimalismes i altres tendències de l'escultura dels seixanta i dels setanta, que ja buscaven un sentit més precís de què podia ser un objecte específic, en terminologia de Donald Jugg, que parla d'objectes específics i inespecífics.



Imatge 7. En la realitat virtual els llocs de pas probablement desapareixeran.

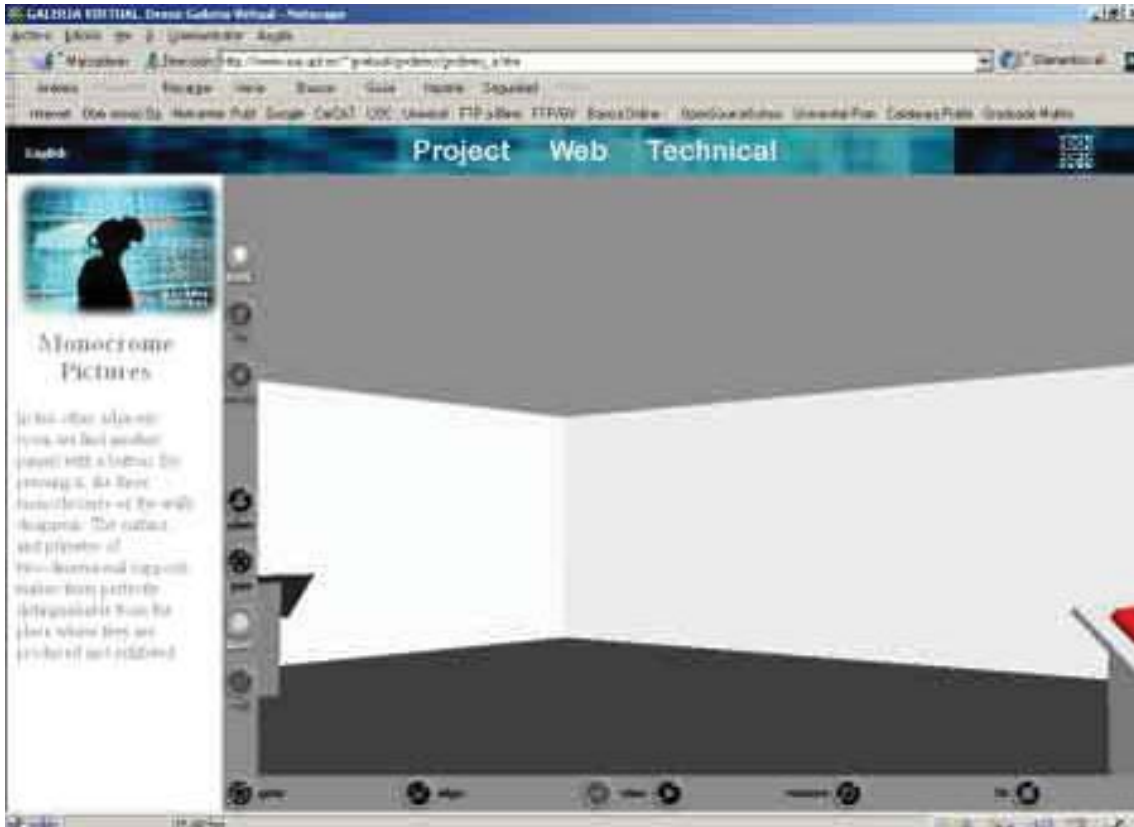
Ara som en un espai de trànsit, que és aquest passadís de vidre. En arquitectura tenim aquests espais de trànsit perquè ens hem de traslladar d'una habitació a una altra. I de fet, ens pensàvem que en la realitat virtual els espais de trànsit probablement desapareixerien, perquè ens podem traslladar d'un lloc a un altre, possiblement enllaçant amb entorns diferents o de la manera que sigui.





Imatge 8. En els entorns virtuals no es distingeix entre l'obra i l'espai artístic.

En aquesta petita habitació tenim tres monocroms penjats a la paret. Volíem creure que en un entorn virtual no hi ha diferència entre l'obra d'art i l'espai d'art. Per exemple, els tres monocroms penjats a la paret poden desaparèixer: el seu perímetre i la seva superfície eren els dos límits de la peça d'art que els feien diferents i distingibles en l'espai d'exposició.

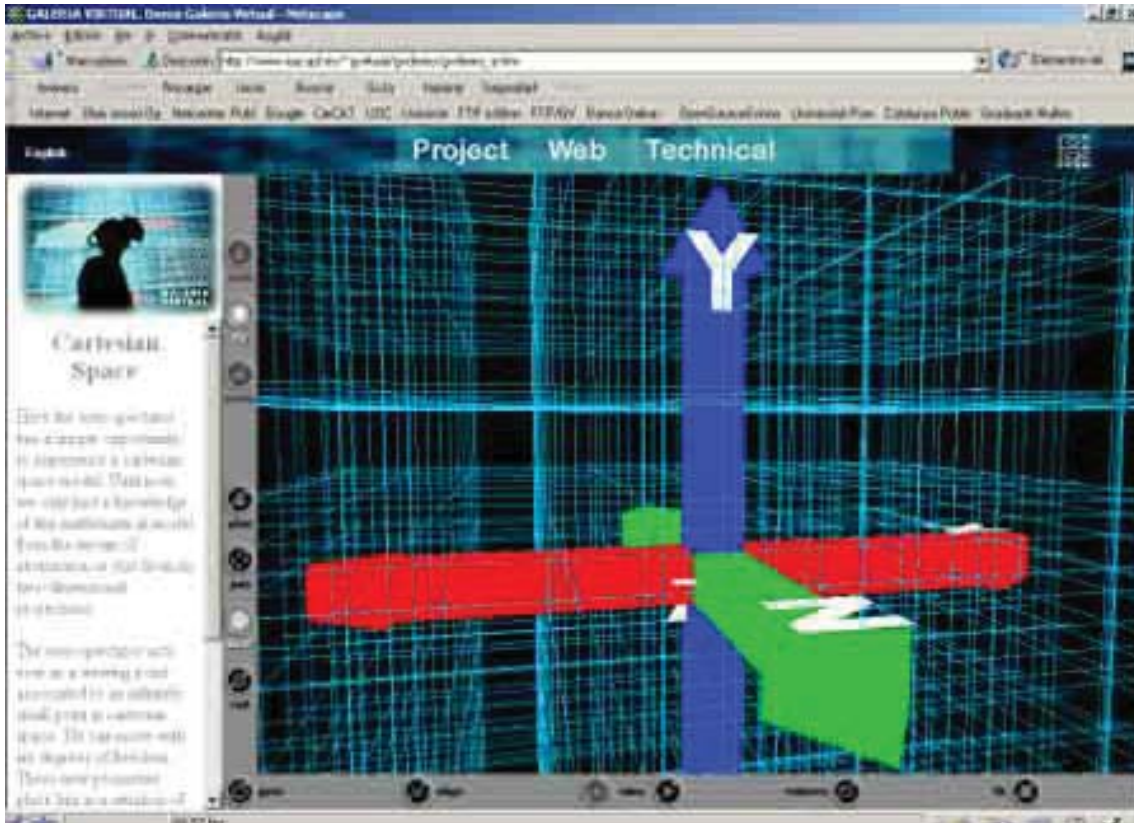


Imatge 9. Els tres monocroms penjats a la paret poden desaparèixer: el seu perímetre i la seva superfície eren els dos límits de la peça d'art que els feien diferents i distingibles en l'espai d'exposició.

Però en la realitat virtual volem treballar amb artistes que trobin aquesta continuïtat en el desenvolupament dels conceptes d'espai, dels objectes, etc.

El que veiem ara és que si hem estat desconstruint les condicions dels objectes, de l'espai i del temps, de fet, tot allò que realment és exterior a l'objecte virtual, també podem treballar amb la supressió de la corporeïtat –una de les propietats que donava a l'espectador una experiència limitada de l'espai, limitada perquè no podia travessar les parets, ni el sostre o el terra de l'entorn. Així, perdent la corporeïtat de l'objecte virtual, tenim una percepció totalment diferent del que encara és un model esquemàtic de l'entorn virtual.

I el que realment volíem fer és això, i ho vam fer tornant a començar i dient: "Entesos. Deixem estar la metàfora de l'espai físic i intentem buscar les propietats específiques dels entorns virtuals".

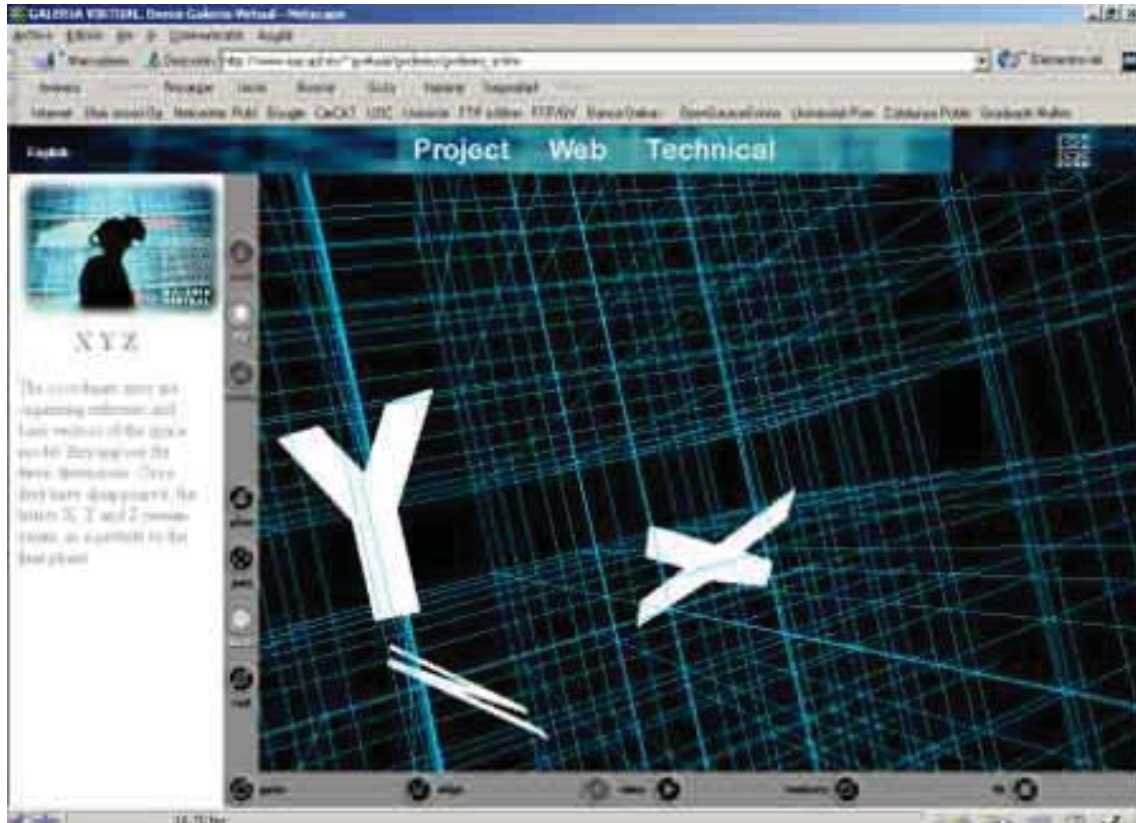


Imatge 10. La realitat virtual, quan abandona la imitació del món físic, també pot arribar a ser una manera d'experimentar conceptes matemàtics, com ara l'espai cartesià.

Tenim, doncs, aquest model d'espai cartesià on veiem aquests tres vectors de tres colors diferents –vermell, verd i blau–, i les tres últimes lletres de l'alfabet que designen els tres vectors organitzadors de l'espai cartesià.

L'espai cartesià, tal com el veiem ara, és una cosa que com a concepte només l'hem experimentat d'una manera limitada, veient diagrames, models o esquemes impresos, o en una pissarra quan apreníem matemàtiques a l'escola. Però mai no hem experimentat l'espai cartesià com a éssers humans. Veiem que la realitat virtual, quan abandona la imitació del món físic, també pot arribar a ser una manera d'experimentar conceptes que podrien ser matemàtics. Està en l'esperit d'Ivan Sutherland, un dels fundadors de la realitat virtual: donar els fenòmens al món dels nombres de la mateixa manera que tenim una experiència del món físic.

Però no volíem arribar al final amb aquesta idea que la no-limitació que buscàvem desemboca en aquest món més conceptual de l'espai cartesià, perquè creiem que la ciència i la literatura, i també el cinema, han trobat les seves pròpies estratègies per crear el seu propi espai, diferent de l'espai físic, i no necessàriament un espai cartesià.



Imatge 11. Tenim altres tipus d'espais hiperbòlics o de geometria no euclidiana, com la geometria fractal.

Tenim espais fractals, tenim altres tipus d'espais hiperbòlics o de geometria no euclidiana, com la geometria fractal, i per aquest motiu també hem decidit deixar de banda aquest constrenyiment mental residual –l'espai cartesià–, i hem acabat obrint la nostra plataforma, la Galeria Virtual, en aquest buit virtual, que és el punt de partida que utilitzem per a convidar els artistes, per a convidar persones com vostès, persones que pensen i que treballen, pràctics i teòrics que intenten treballar en les propietats específiques de les tecnologies audiovisuals, al més allunyats possible de les velles metàfores estereotipades dels edificis i de l'arquitectura, i al més lluny possible de la metàfora dels mitjans impresos, especialment, del llibre.

Aquest, doncs, va ser el punt de partida de la nostra investigació i de la nostra producció experimental. Ja no era un text sinó una experiència de realitat virtual, i des d'aquí passem a una peça que vam fer en col·laboració amb Perry Hoberman –estic segur que la major part del públic coneix la sorprenent obra d'aquest artista que viu a Nova York. La peça es titula *El ball del fanalet* i la farem servir de cas paradigmàtic per a la ponència que presentem avui; descriurem la possibilitat de comptar amb una estratègia dirigida per la interacció per desenvolupar una experiència de realitat virtual, contrària a la idea de desenvolupar experiències de realitat virtual mitjançant un enfocament basat en el contingut.

En Narcís ens en farà la presentació i després passarem un vídeo curt per il·lustrar-ho.

### Narcís Parés

Tot aquest treball de producció o recerca l'hem fet a l'Institut Universitari de l'Audiovisual de la Universitat Pompeu Fabra. I l'objectiu d'aquest institut és dur a terme investigació i producció experimental, així com ensenyar els diversos mitjans digitals. Som responsables d'explorar les propietats de la RV com a mitjà audiovisual oposat a una eina de simulació. A partir d'aquí hem intentat apartar-nos de la simulació per explorar quines són les propietats específiques d'aquest

mitjà. En la recerca i en la producció hem formalitzat un enfocament nou per al disseny d'aplicacions de les experiències de realitat virtual.

Normalment el disseny de les aplicacions de RV segueix una estratègia dirigida pel contingut, que prioritza el contingut de l'aplicació i el context. És a dir, els promotors tenen una idea i se centren en aquesta idea per dirigir un altre desenvolupament, que inclou el desenvolupament conceptual, i per posar aquestes idees en pràctica. De manera que el tema defineix el context i el context és absolutament vital per a la metàfora, per als elements d'interacció i per al disseny de la interfície.

Les fases elementals d'una estratègia dirigida pel contingut són, en primer lloc, definir el tema de l'aplicació, i després definir el tipus d'aplicació i el tipus d'usuari. A partir d'aquí s'han d'identificar diverses coses, com ara els objectes virtuals necessaris, les dades implicades, els processos que tindran lloc, les interfícies d'entrada i de sortida, les eines per modelar objectes i les eines de desenvolupament de les aplicacions. Aquesta estratègia també es pot descriure com una "estratègia de dalt a baix", perquè passem d'un elevat grau d'abstracció al nivell més baix del desenvolupament, l'eina.

Però aquesta estratègia dirigida pel contingut té limitacions evidents per a les persones que experimenten amb aplicacions artístiques o per a persones que hi volen treballar i que volen estudiar les propietats específiques d'aquest mitjà, les qualitats d'interacció i les interfícies que es poden dissenyar. A partir d'aquí, definim l'estratègia dirigida per la interacció.

Quan desenvolupem una aplicació centrant-nos en com hi interaccionarà l'usuari, l'anomenem una estratègia dirigida per la interacció. Encara no tenim cap idea del contingut, només sabem quin tipus d'interacció volem que hi tingui l'usuari. Volem determinats models específics d'interacció entre l'usuari i l'experiència de realitat virtual, o sigui que en primer lloc analitzem les interfícies, analitzem la interacció amb els elements, la participació, la manipulació o la contribució de l'usuari i això dóna lloc a una aparició espontània del contingut, el tema o l'aroma específic de l'aplicació.

Les etapes bàsiques d'aquesta estratègia són començar amb les interfícies d'entrada, les interfícies de sortida i el tipus d'usuari amb el qual es vol treballar. A continuació es defineix el tipus d'aplicació. I a partir d'aquí, s'obté, si cal, el tema de l'aplicació que permet identificar metàfores i totes les coses que giren al voltant. I llavors passem al nivell baix del desenvolupament, que inclou definir els processos, els objectes virtuals, etc. O sigui que, en cert sentit, també podríem denominar aquesta estratègia, estratègia "de baix a dalt", si bé no és exactament oposada a l'estratègia dirigida pel contingut.

Aquesta estratègia dirigida per la interacció la vam descobrir experimentalment, perquè la peça *El ball del fanalet*, de Perry Hoberman i nostra, va ser dissenyada d'aquesta manera, però sense ser-ne realment conscients. Mentre la desenvolupàvem, vam començar definint què volíem que fessin els usuaris i no va ser fins més tard que vam obtenir tots els temes, i va ser durant aquest procés que ens vam fer conscients de l'existència d'una estratègia nova, perquè enfocàvem el disseny de les aplicacions de realitat virtual d'una manera diferent.

A continuació veurem un vídeo curt sobre la peça i llavors acabarem fent un resum i veient com aquesta estratègia va emergir de la peça.



Imatge 12. *El ball del fanalet*

[Vídeo]

*El ball del fanalet és una experiència amb diversos usuaris que utilitza la tecnologia de la realitat virtual (RV). Un component important de l'obra és l'exploració de les possibilitats socials d'aquest mitjà.*

*L'experiència té lloc en una pista circular d'aproximadament sis metres de diàmetre sobre la qual es projecta des de dalt i en temps real una imatge generada per ordinador.*



Imatge 13. *El ball del fanalet té lloc en una pista circular.*



Imatge 14. Els participants reben un dels quatre fanalets.

*Entrant a la pista els usuaris reben un dels quatre fanalets.*



Imatge 15. © Pel·lícula "La Plaça del Diamant", TVE

*El fanalet conté una bombeta de color amb una pila i un sensor de posició. El sensor informa l'ordinador de la posició del fanalet i permet seguir la posició de cada fanalet en un espai tridimensional.*



Imatge 16. Un sensor permet seguir la posició de cada fanalet en un espai tridimensional.

*Les dues dimensions horitzontals es fan servir per a col·locar un cercle de llum de color que es projecta a terra, directament a sota de cada fanalet. La tercera dimensió (altura) es fa servir per a determinar la mida i la brillantor d'aquest feix de llum, o sigui que el seu comportament imita l'efecte d'una font de llum que surt del fanalet: quan s'abaixa el fanalet, el feix es fa més petit i més intens; quan s'enlaira, el feix de llum es fa més gran i es torna borrós. Això fa que l'usuari tingui la impressió que el feix de llum és projectat directament pel seu fanalet i els proporciona una sensació intuïtiva i immediata de com interaccionar amb l'obra.*



Imatge 17. Les dues dimensions horitzontals es fan servir per a col·locar un cercle de llum de color que es projecta a terra, directament a sota de cada fanalet.

*Cada feix de llum és una espècie de finestra que dóna a un pla virtual sobre el terra el qual, altrament, queda sumit en la foscor. Espontàniament i a l'atzar es generen per la pista uns petits tetràedres de colors (protoobjectes) que brillen una estona com brases incandescents abans de desaparèixer.*

*Els protos són d'un dels quatre colors dels fanalets.*



*Si un usuari aconsegueix il·luminar el proto durant la seva curta vida amb el feix de llum adequat i amb la intensitat suficient, el proto creix i es metamorfosa en un objecte articulad. Efectivament, l'objecte s'alimenta de llum.*



Imatge 18. El protoobjecte creix i es metamorfosa en un objecte articulad.

*Els objectes cobreixen un ample ventall: tant poden ser objectes mecànics com biomòrfics, abstractes o ornamentats. Quan l'objecte arriba a tenir la mida suficient, es manté estable i passa a estar sota el control de l'usuari. Si en aquest moment l'usuari no aconsegueix disminuir la intensitat de la llum aixecant el fanalet, l'objecte creix fins que explota i escampa tota una nova collita de protos de colors per terra. Aquests protos poden ser alimentats per altres usuaris i així el cicle continua.*

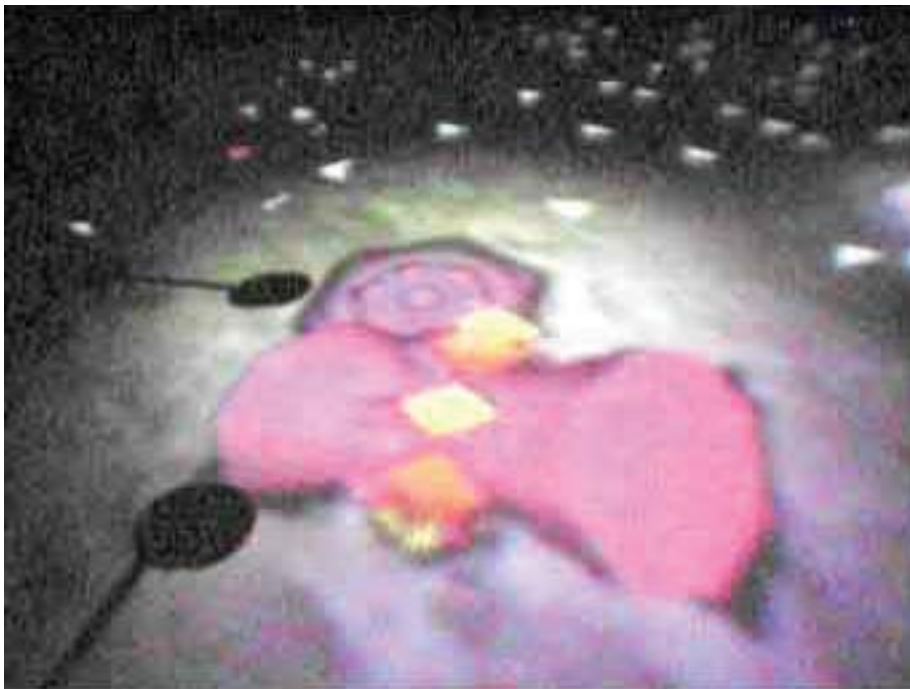


Imatge 19. Quan l'objecte arriba a tenir la mida suficient, es manté estable i passa a estar sota el control de l'usuari.

*Un cop que un objecte ha crescut i s'ha estabilitzat, es converteix en la "parella" de l'usuari. El moviments lents del fanalet s'interpreten com "moviments d'acompanyament", que l'objecte segueix mentre balla al voltant del feix de llum.*

*Qualsevol seqüència prou ràpida de moviments del fanalet s'interpreta com un "moviment d'aprenentatge": l'objecte segueix aquest moviment i després el repeteix contínuament tot sol fins que se li ensenya un altre moviment.*

*Alternant moviments ràpids i lents del fanalet, els usuaris poden ensenyar, ballar i interaccionar amb el seu objecte. Encara que la imatge projectada sigui bidimensional, els mateixos objectes han estat dissenyats en tres dimensions de manera que els moviments cap amunt i cap avall del fanalet afecten l'orientació i l'escala de l'objecte. Cada objecte està format per tres parts diferents, que segueixen el moviment del fanalet a ritmes lleugerament diferents; això dona als objectes una aparença de fluïdesa, i alguns detalls només queden a la vista quan l'objecte està en moviment; és com un paó mostrant el seu plomatge.*



Imatge 20. Els objectes han estat dissenyats en tres dimensions de manera que els moviments cap amunt i cap avall del fanalet afecten l'orientació i l'escala de l'objecte.

*D'aquestes interaccions, en surt una dansa complexa i canviant de participants i objectes virtuals. En qualsevol moment pot entrar un nou usuari sempre que quedin fanalets, i els usuaris s'hi poden estar tota l'estona que vulguin. Els espectadors poden observar confortablement des de darrere les barreres circulars que rodegen la pista. Uns quants usuaris poden compartir un únic fanalet i passar-se'l els uns als altres com els vingui de gust. L'ambient és el d'un caos informal però intens, ja que els usuaris observen i interaccionen amb els seus objectes i entre ells.*



Imatge 21. L'ambient és el d'un caos informal però intens, ja que els usuaris observen i interaccionen amb els seus objectes i entre ells.

*Cada esdeveniment de la peça té també un component àudio: un dringar de vidres quan apareixen els protos, la bufada de la manxa d'inflar pneumàtics quan els objectes creixen, uns cops provocats per corrents d'aire quan s'ensenyen moviments als objectes, i així successivament.*

*Una segona pista d'àudio estèreo, formada per un repertori de música de ball i processada amb grans quantitats de ressonàncies, sona suaument i sense parar al fons de la pista, com si se sentís des de molt lluny.*

*En qualsevol moment, després que dos o més usuaris hagin fet créixer els seus objectes i els hagin ensenyat, poden ajuntar els seus fanalets en un gest ritual que indica que volen que els objectes s'uneixin en una dansa-objecte amb coreografia. Després d'una breu fanfàrria i d'una dutxa de llum, els feixos de llum i els objectes deixen l'usuari enrere i fan una dansa en grup al ritme del so d'un tambor, fent els moviments que han après mentre recorren un camí fent una coreografia. Després els feixos de llum abandonen la pista i els usuaris poden tornar a començar el cicle.*

#### [Fi del vídeo]

El fet que hàgim començat amb la metàfora d'*El ball del fanalet* podria enganyar l'observador. De fet, vam començar definint que volíem una projecció sobre el terra des del sostre. Vam decidir que volíem que fos una experiència amb diversos usuaris. Vam dir que volíem que els usuaris exploressin el terra, l'entorn projectat sobre el terra; però en certa manera no sabíem que seria amb els fanalets. Sabíem que volíem que l'experiència amb diversos usuaris fos una experiència social, de manera que els usuaris no tan sols es trobessin en l'entorn virtual sinó també directament, cara a cara, cosa poc habitual en aquest tipus d'experiències de diversos usuaris. I a partir d'aquí vam començar a pensar que seria una bona idea explorar l'entorn mitjançant els feixos de llum. I després vam pensar que la metàfora de la llum i els aspectes socials de la instal·lació eren apropiats per incorporar la metàfora d'*El ball del fanalet* com una dansa popular catalana.

## Roc Parés

Per acabar diré que vam arribar a la nostra estratègia dirigida per la interacció de manera experimental. Les estratègies dirigides pel contingut i per la interacció treballen en diferents marcs de referència. Una dóna un gir complet a l'altra. Una estratègia dirigida per interacció dóna més llibertat en la interacció i en el disseny de la interfície. En canvi, una estratègia dirigida pel contingut és menys flexible, però també és més controlable i rigorosa en la definició dels requeriments, perquè es té un contingut específic a partir del qual es vol definir un requeriment.

I també voldríem indicar que aquestes dues no són les úniques estratègies possibles, i que se'n poden especificar moltes altres, però, ara per ara, hem trobat i hem formalitzat aquestes dues.

I com hem dit abans, si algú vol més informació o més detalls, tenim un article que explica tota aquesta estratègia, la formalització i els aspectes tècnics, i als webs de la Galeria Virtual i d'*El ball del fanalet* hi trobaran més informació.

Moltes gràcies.

### Enllaços relacionats:

- ➡ Galeria Virtual:  
<http://www.iaa.upf.es/~gvirtual>
- ➡ "El ball del fanalet":  
[http://www.iaa.upf.es/~gvirtual/lghtpls/lghtpl\\_c.htm](http://www.iaa.upf.es/~gvirtual/lghtpls/lghtpl_c.htm)
- ➡ Institut Universitari de l'Audiovisual (Universitat Pompeu Fabra):  
<http://www.iaa.upf.es>

### Citació recomanada:

PARÉS, Narcís (2002). "Una estratègia basada en la interacció per a aplicacions de realitat virtual". *Artnodes*, núm. 1 [article en línia].

DOI: <http://dx.doi.org/10.7238/a.v0i1.666>

### Institucions col.laboradores:



<http://www.caiia-star.net>

Data de publicació: desembre de 2002