

# 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

## 5. Preparació 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 especialment per a la present tesi. Tenint en compte que l'activitat dels alumnes consistirà en la construcció virtual de diversos edificis històrics, aquest material ha de contenir tres aspectes bàsics:

En primer lloc, ha 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**.

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**.

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**.

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

## 5.1. Material de construcció

Consisteix en el conjunt d'elements que l'alumne tindrà a la seva disposició i que podrà manipular per poder construir els móns virtuals. Està integrat per dos tipus de materials: les llibreries de peces tridimensionals i les simulacions de ruïnes.

### 5.1.1. Llibreries de peces tridimensionals

Per tal que l'alumne pugui construir peça a peça un edifici virtual ha calgut dissenyar prèviament en un mòdul del software, el Shape Editor, els diferents elements arquitectònics tridimensionals que el formaran: voltes, columnes, arcs, etc. Després, en el World Editor, que és l'escenari virtual on s'han d'efectuar tots els passos per bastir un edifici, cal importar aquestes peces i col·locar-les, moure-les o modificar-ne els seus atributs, talment com si es tractés d'una construcció.

Degut a la complexitat tècnica que comporta el disseny d'aquests elements en el Shape Editor i a la gran quantitat de temps que cal esmerçar-hi, es va descartar d'antuvi la possibilitat que els mateixos alumnes els poguessin crear en el seu ordinador i, per tant, es van haver d'elaborar prèviament.

Aquests elements tridimensionals apareixen classificats per estils en agrupacions virtuals que a partir d'ara anomenarem llibreries tridimensionals, ja que és el nom que tenen en l'argot tecnològic. El material de construcció que ha servit de base per al present treball de camp consta de quatre llibreries: Dues d'elles, les referents a l'arquitectura romànica i gòtica, van ser dissenyades *ex profeso* per al desenvolupament d'aquest estudi durant l'estiu del 2004; i les altres dues, que tracten de l'arquitectura romana i bizantina, són resultat de l'adaptació d'elements reaprofitats provinents de diverses reconstruccions virtuals que l'autor de la present tesi havia realitzat amb anterioritat.

## Llibreries romànica i gòtica

Aquestes llibreries consten de tots els elements arquitectònics necessaris per construir esglésies en estil romànic i gòtic, com per exemple: arcs de mig punt, arcs apuntats, voltes de canó, voltes de creuria, pilastres, etc, (figures F5-1 i F5-2)

L'elaboració d'aquestes peces tridimensionals és un procés molt laboriós que requereix partir d'una recerca prèvia que ha de permetre el coneixement en profunditat de les característiques arquitectòniques dels diferents estils, la tipologia dels edificis i les tècniques constructives, així com els aspectes relacionats amb les dimensions i les proporcions tant dels edificis com dels elements arquitectònics que els integren. Aquesta recerca no es pot limitar a una bibliografia especialitzada, sinó que la necessitat de donar una forma tridimensional als elements arquitectònics també ens obliga a consultar fonts de tipus gràfic com: fotografies, dibuixos, plantes i alçats, les quals ens poden aportar informació sobre tots els detalls necessaris per poder reproduir-les de forma tridimensional.

Alhora, per tal que l'elaboració de les peces que integren les diferents llibreries tingui una coherència, cal que segueixi uns criteris homogenis que estiguin en contacte amb els objectius didàctics plantejats. Aquests criteris van ser els següents:

### 1. Simplicitat i funcionalitat.

És important que els elements arquitectònics siguin "nets", és a dir que apareguin desprovistos d'elements superflus i decoratius. El disseny dels elements ha de permetre captar clarament la forma que els distingeix i que els caracteritza sense detalls afegits que no tinguin cap funció estructural més enllà de la purament estètica. Aquest criteri obeeix principalment a dues raons:

- Una de pedagògica, ja que d'aquesta manera es facilitarà la comprensió de la seva funció dins l'espai i la seva identificació.

- Una altra de tipus tècnic. Cada una de les formes del Shape Editor és com un políedre que esta compost per diferents cares bidimensionals unides per punts. Com més augmenta el nombre de cares, més s'incrementa el nombre de punts. Si es vol afegir més detalls al disseny, augmenta el nombre de cares del políedre i, per tant, provoca que "pesi més", és a dir, que ocupi més espai de memòria. Això ralentitza la velocitat en la que l'usuari ha de moure's per dintre de l'espai virtual. A més, el software posa uns límits de capacitat en el nombre de punts i de cares que ha de renderitzar, per tant com més complexos són els elements i més abundant és el nombre de punts, no només disminueix la velocitat de navegació sinó que quan es passa un cert límit, les cares del políedre comencen a desaparèixer de la vista.

## 2. Estandardització.

Tant l'arquitectura romànica com la gòtica es van desplegar en les seves respectives èpoques amb una gran varietat de manifestacions regionals. A més, ambdues van produir una tipologia d'edificis molt rica i van experimentar una evolució al llarg de l'extens període de temps en què van ser vigents. Per tal d'afrontar la gran diversitat de formes i elements que és el resultat dels factors suara al·ludits, ens vam plantejar la necessitat de trobar unes formes bàsiques i comunes que arribessin a ser definitòries tant de l'estil romànic com del gòtic a nivell general, fent abstracció de la gran diversitat interna existent. Amb aquesta intenció va caldre pensar i elaborar les peces de les respectives llibreries seguint un disseny standard que fos aplicable a qualsevol tipologia d'edifici o variant regional de l'estil i que, per tant, les mateixes peces permetessin als estudiants la possibilitat de construir una església en qualsevol de les variants existents.

## 3. Selecció.

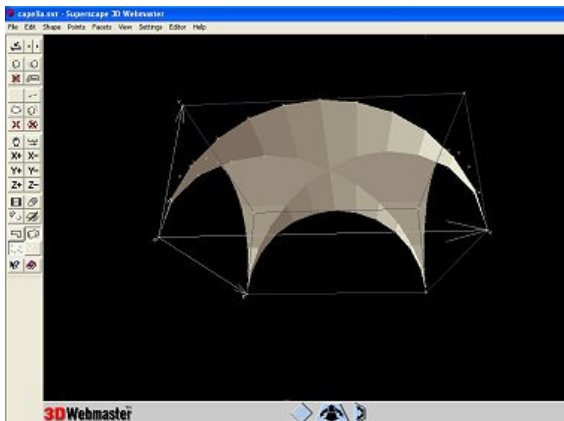
A quin grau de complexitat arquitectònica calia arribar? Era necessari dissenyar tota l'àmplia gamma d'elements arquitectònics de cada estil? Quin nivell de

coneixements sobre l'arquitectura medieval era l'adient per a un alumne de 2n d'ESO? Aquestes eren preguntes molt importants que calia respondre abans de començar el disseny de les peces. En aquesta qüestió es va optar per fer una selecció que permetés arribar a construir edificis històrics amb la necessària complexitat estructural i, alhora, donant preferència als elements més funcionals de l'arquitectura, és a dir, per una banda aquells que eren imprescindibles per definir els espais i per sustentar l'edifici, i per l'altra els que caracteritzaven i diferenciaven l'estil. El resultat d'aquesta selecció comportava afrontar l'aprenentatge de l'arquitectura romànica i gòtica a un nivell de continguts superior al que estava previst dins el currículum educatiu de 2n d'ESO, en el qual només es contempla com a objectiu la capacitat d'identificar els elements més bàsics i distintius de cada estil.

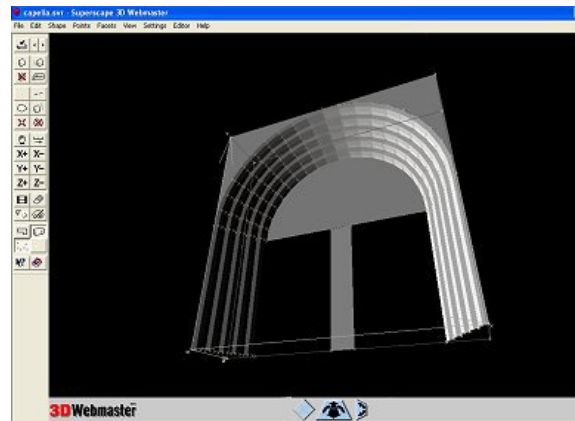
#### 4. Comprovació.

En paral·lel al disseny de les formes calia comprovar la utilitat pràctica que aquestes peces tindrien durant el procés de construcció dels diferents edificis gòtics i romànics. És a dir, era convenient testejar prèviament els possibles problemes amb els que es podrien trobar els alumnes en el moment de la seva manipulació. Aquest testeig va consistir en iniciar de forma experimental el procés de construcció de diverses esglésies romàniques i gòtiques a partir de les peces dissenyades. D'aquesta manera se sotmetia a comprovació la seva utilitat i eficàcia, i s'obria la possibilitat de poder introduir-hi les modificacions necessàries i pertinents en el cas que hi apareguessin dificultats o imperfeccions. Els edificis resultants d'aquesta comprovació van ser utilitzats posteriorment com a mostres en els materials de consulta.

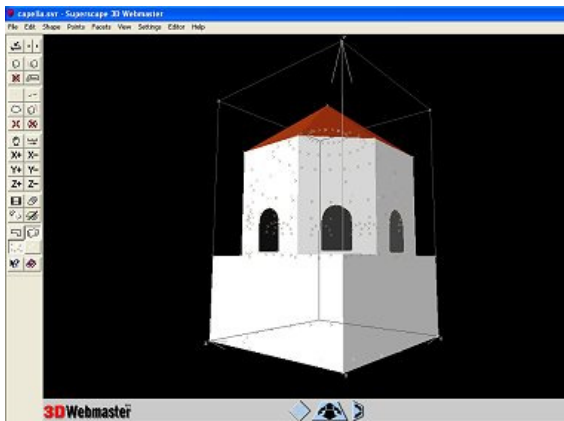
Figura F5-1. Alguns elements que componen la llibreria de peces romàniques



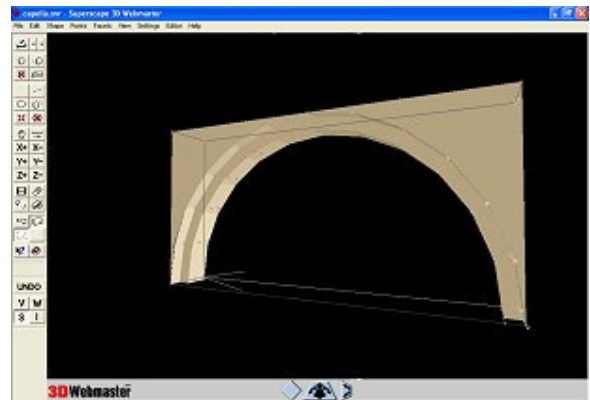
Volta d'aresta



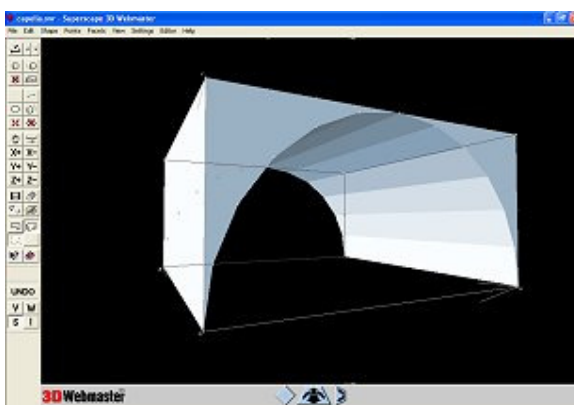
Portalada



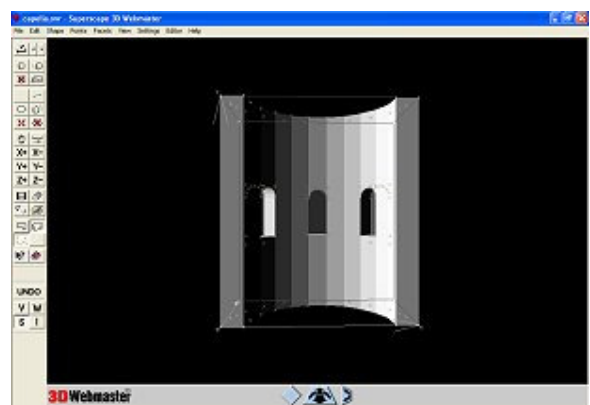
Cimbori



Arc toral

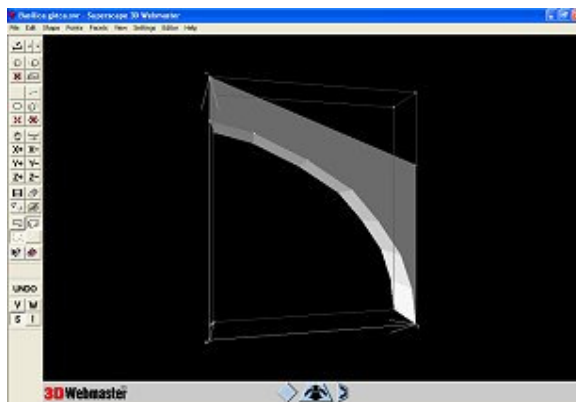


Volta de canó

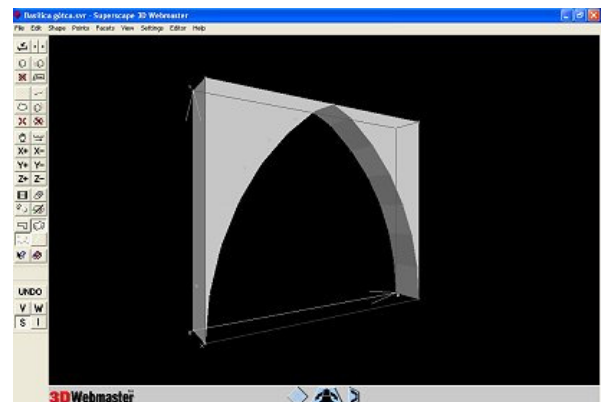


Paret de l'absis

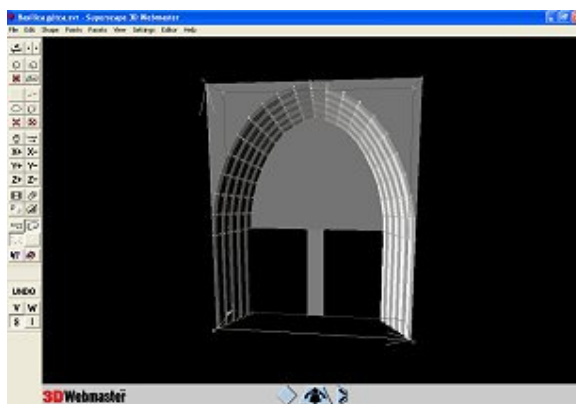
Figura F5-2. Alguns elements que componen la llibreria de peces gòtiques



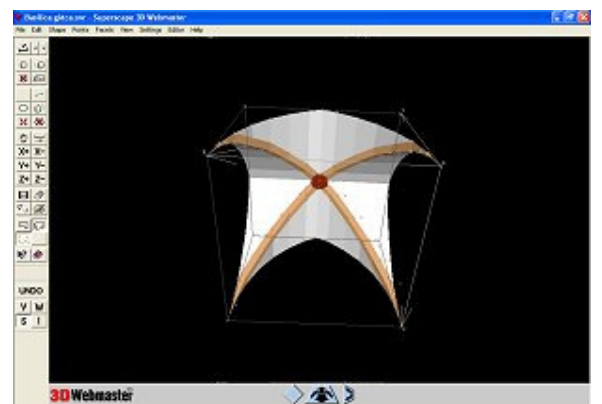
Arcbotant



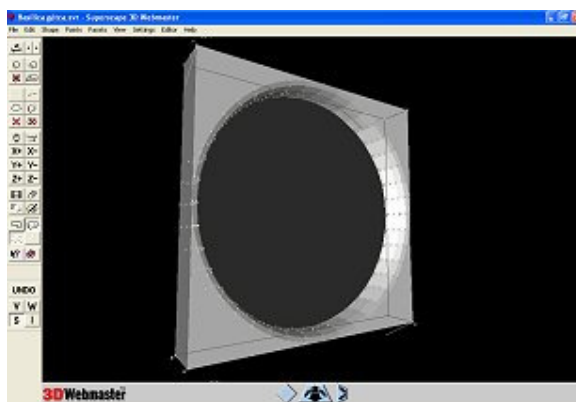
Arc ogival



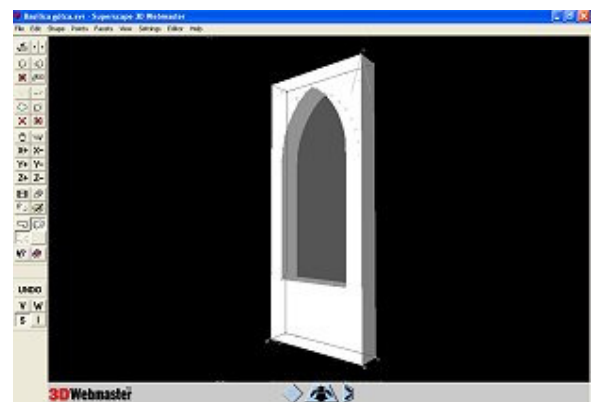
Portalada



Volta de creueria



Rosassa



Finestral



## Llibreries d'arquitectura romana i bizantina

Les peces que componen aquestes llibreries procedeixen del reaprofitament de diferents elements tridimensionals que provenen de la construcció de dos edificis històrics virtuals que l'autor de la present tesi havia publicat amb anterioritat: El temple romà d'August a Barcelona i Santa Sofia d'Istanbul.<sup>124</sup>

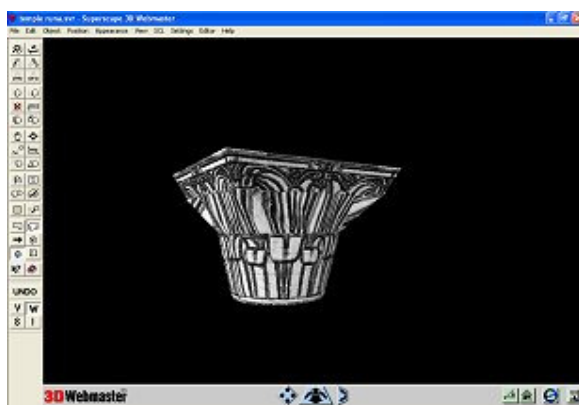
Es va decidir aprofitar aquest material i incloure'l en el treball de camp per complementar i ampliar la visió de l'arquitectura medieval i també per repassar la romana. En aquest sentit, es van readaptar i modificar els respectius elements arquitectònics al Shape Editor seguint els mateixos criteris exposats més amunt i el resultat va ser dues llibreries de peces suplementàries que els alumnes van utilitzar per treballar l'arquitectura romana i la bizantina (figures F5-3 i F5-4 a la pàgina següent).

---

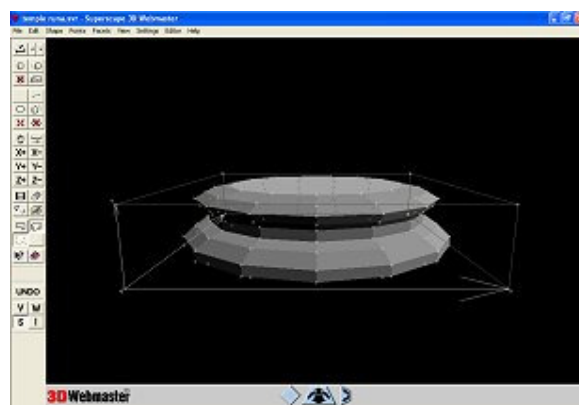
<sup>124</sup> BARROBÉS, Eduard; BIOSCA, Eloi; QUESADA, Santiago. *El temple romà de Barcelona* [en línia]. Barcelona: Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya, 2004. Disponible a: <<http://www.edu365.cat/eso/muds/socials/temple/>>

BIOSCA, Eloi. *Santa Sofia* [en línia]. Barcelona: 1r congrés Superscape, 1995. Disponible a: <[www.xtec.cat/~ebiosca/ssofia/index.htm](http://www.xtec.cat/~ebiosca/ssofia/index.htm)>

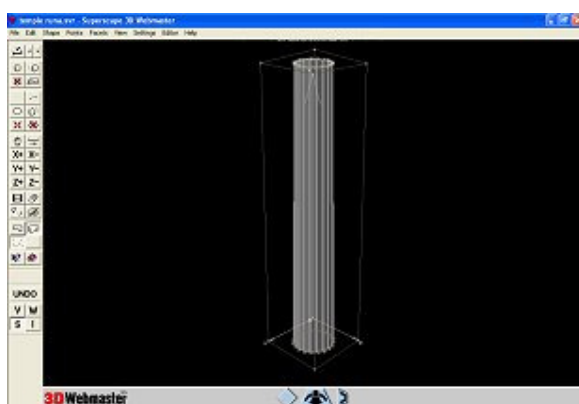
Figura F5-3. Alguns elements que componen la llibreria de peces romanes



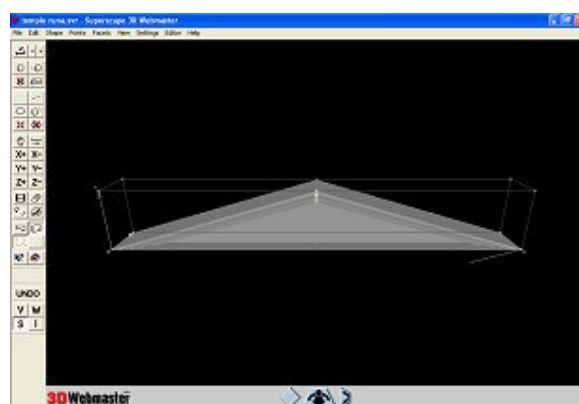
Capitell



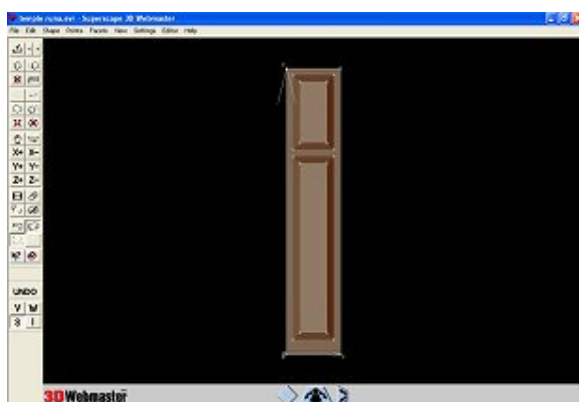
Base



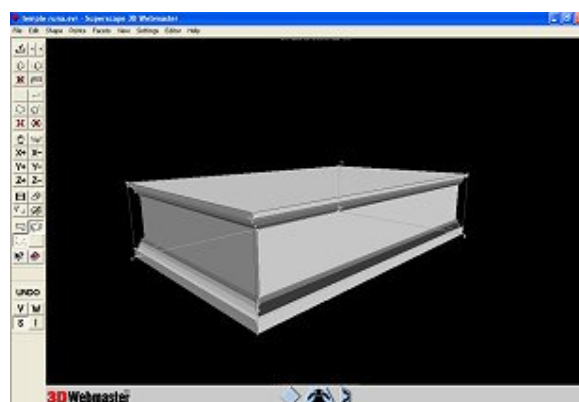
Fust



Frontó

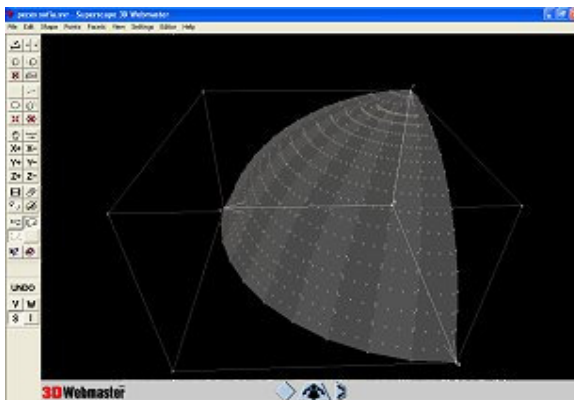


Porta

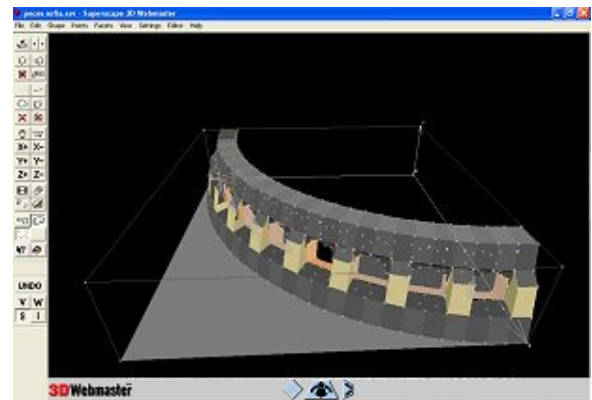


Pòdium

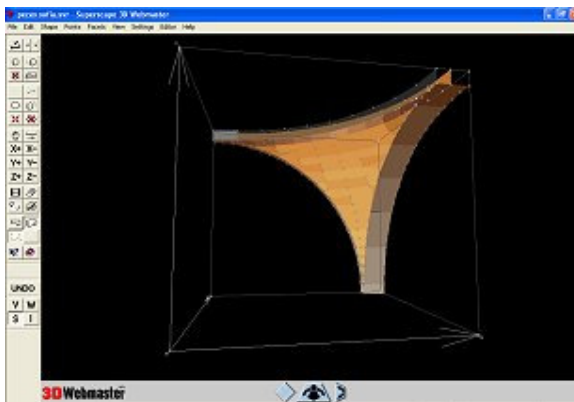
Figura F5-4. Alguns elements que componen la llibreria de peces bizantines



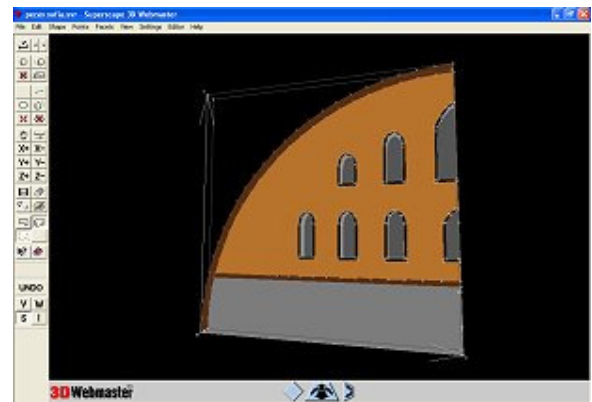
Cúpula (fragment)



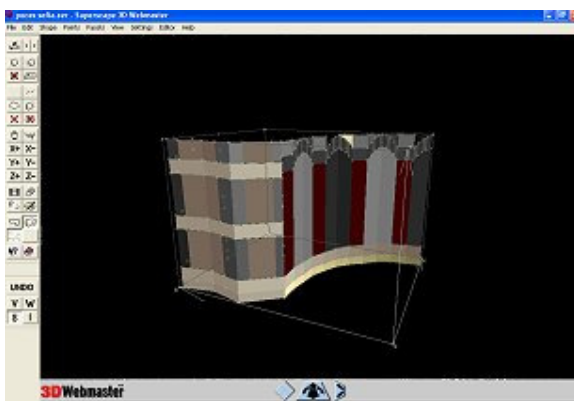
Tambor (fragment)



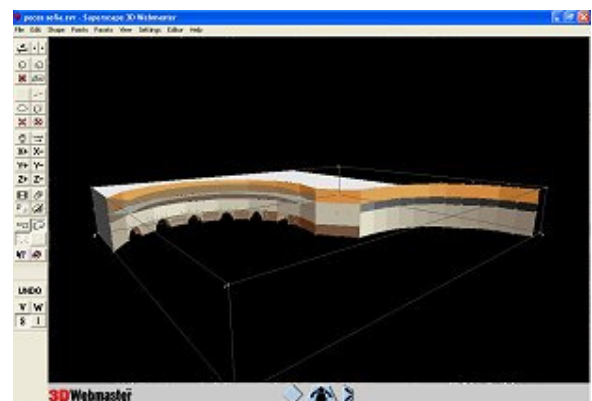
Petxina



Gran arc (fragment)



Mur de l'absis



Mur sustentador d'una semicúpula

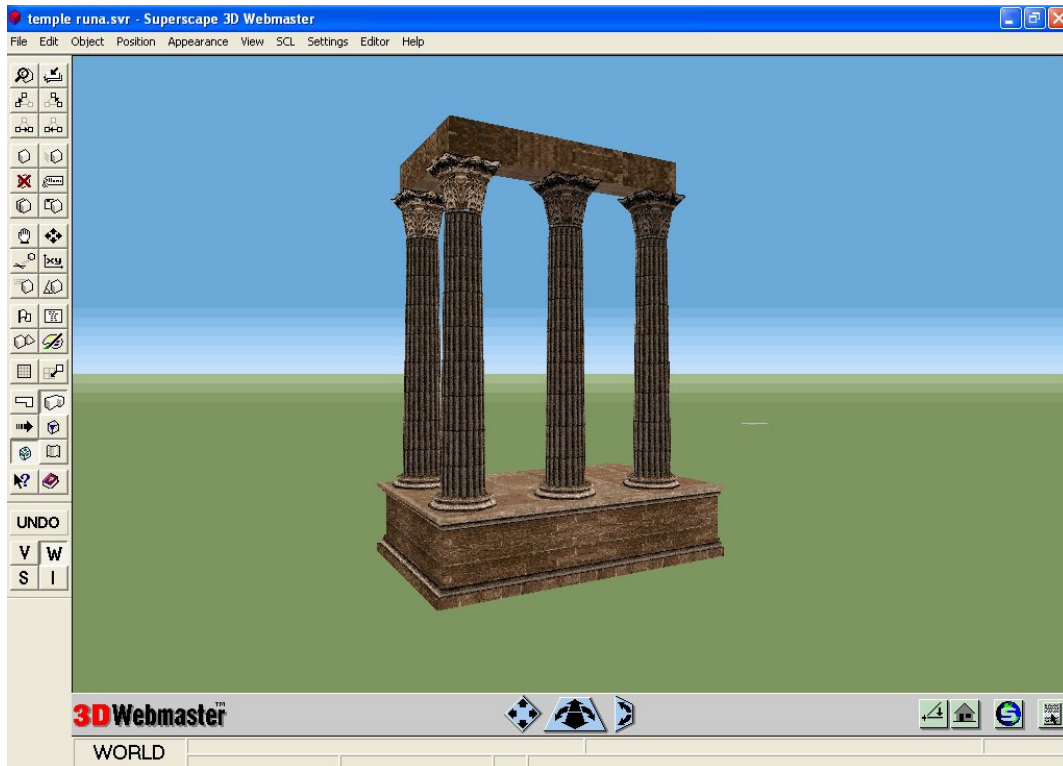
### 5.1.2. Simulacions de ruïnes

Consisteixen en uns edificis històrics en Realitat Virtual que són presentats en estat ruïnós, amb la majoria de les parts desaparegudes i moltes de les que encara romanen dempeus en estat incomplet o mig destruïdes. Són uns material pensats per servir de base i plataforma de treball per a una activitat que l'alumne ha de realitzar, la qual consisteix en la reconstrucció d'aquest edifici històric amb l'aspecte original que tenia abans de la destrucció. La reconstrucció s'ha de fer *in situ*, aprofitant les estructures que encara existeixen.

Treballar sobre una ruïna té un potencial pedagògic important ja que estimula competències bàsiques com l'observació, la interpretació i la deducció. En una ruïna l'alumne es veu obligat a fer les següent tasques:

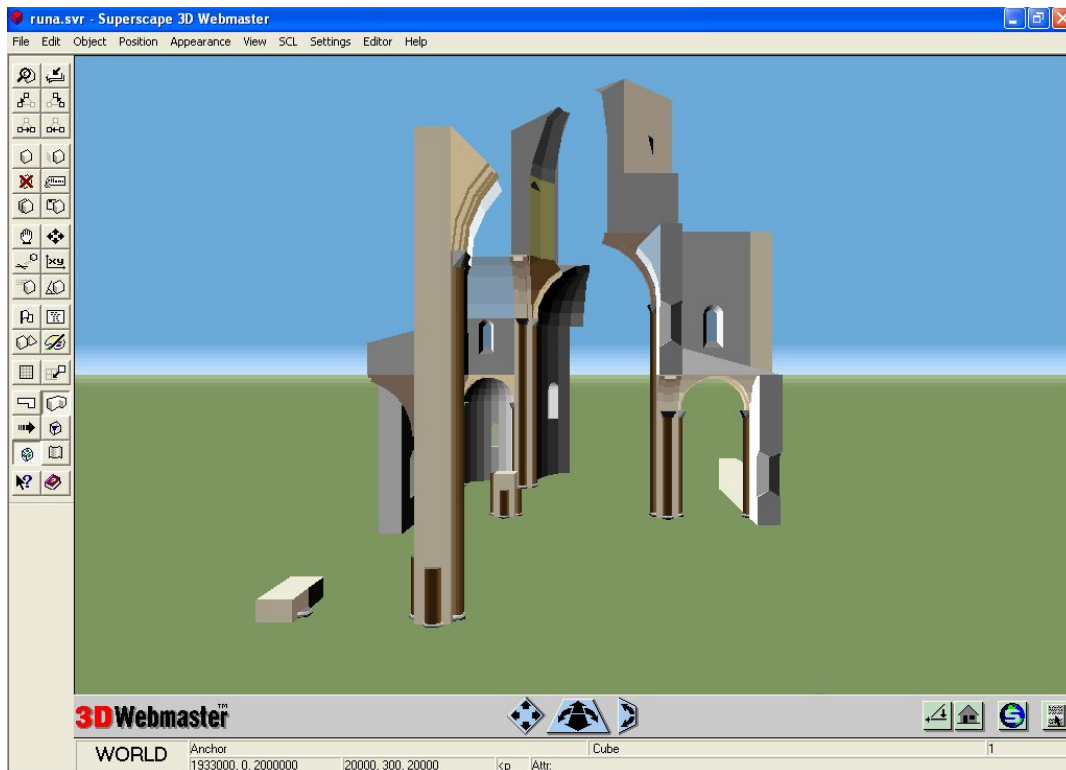
- Identificar els elements que resten dempeus.
- Substituir els elements mig destruïts per uns de sencers. La qual cosa implica interpretar quin aspecte podien tenir originalment i trobar la peça adient.
- Afegir els elements i les parts que falten a partir de l'observació i l'exploració d'altres construccions que li serveixin de model i la comparació amb les restes existents.

Tal com veurem més endavant en el capítol 6, aquesta metodologia es va aplicar en dues activitats i prenent com a base dos edificis: Les restes del temple romà de Barcelona i una església romànica de tipus basilical amb creuer (figures F5-5, F5-6 i F5-7).



**Figures F5-5 i F5-6.** En la primera veiem la rèplica virtual de les restes del temple romà de Barcelona. La segona és una fotografia de les poques restes existents que es troben a l'interior de la seu del Centre Excursionista de Catalunya, les quals consten d'una part del pòdium, quatre columnes corínties i un tros de l'arquitrau.





**Figura F5-7.** Església romànica en ruïnes. No correspon a cap monument existent sinó que està elaborada seguint un model molt freqüent a Catalunya d'una església amb planta basilical i creuer. Li falten la majoria de les parts i conté molts elements incomplets.

## 5.2. El tutorial

Els tutorials són un element comú a tots els softwares de producció i consisteixen en una espècie de manual que permet el seu aprenentatge. El mètode que s'hi utilitza és el d'un aprenentatge actiu. És a dir, no contenen una narració prèvia i teòrica de les diferents possibilitats del software ni s'entreenen en narrar detingudament la utilitat i el sentit de cada un dels comandaments o accions que l'usuari ha de manipular, sinó que es limiten a especificar una seqüència d'accions molt concretes i senzilles que indiquen a l'usuari el que ha de fer en cada moment. Aquest mètode parteix de la base que les explicacions introductòries no són eficaces i fan perdre el temps i que l'aprenentatge es dóna exclusivament amb la pràctica directa. En conseqüència, sovint l'usuari no pot entendre el sentit del que li estan ordenant de fer fins que veu el resultat de la seva acció. Per això, els tutorials acostumen a plantejar-se com a objectiu final l'acabament o construcció d'algun producte de mostra, que en el cas d'un software de Realitat Virtual és el disseny d'un món virtual. Aquest mètode d'aprenentatge pressuposa que és en el procés de construcció de quelcom on l'usuari aprèn el sentit del que està fent. De manera que la comprovació de que l'usuari ha entès i ha après tot el procés es basa en la demostració d'haver superat amb èxit tots els passos marcats pel tutorial i haver arribat al final correctament .

Superscape 3D Webmaster, com a tot software comercial disposa d'un tutorial digital incorporat que permet a l'usuari aprendre el funcionament bàsic del programa. Tanmateix aquest tutorial presenta tres dificultats importants que han obligat a redissenyar-lo per tal d'adaptar-lo i fer-lo accessible al tipus d'alumnat i als objectius del present treball de camp.

- La primera és una dificultat de tipus lingüístic per als alumnes, ja que totes les funcions, els botons gràfics i la informació estan únicament en anglès.

- La segona fa referència al nivell de complexitat. El tutorial està orientat a futurs professionals, la qual cosa comporta la voluntat d'arribar a una exhaustivitat en el seu coneixement que no és necessària ni per a un alumne de 13 anys ni tampoc en relació als objectius que es marca la present experimentació.
- La tercera consisteix en els tipus d'elements gràfics tridimensionals que s'utilitzen en el desenvolupament del tutorial. En aquest sentit, l'aprenentatge de tot el tutorial es fa en base al treball i manipulació d'elements tridimensionals de la vida moderna exclusivament: cotxes, ponts, cases, camions, avions, blocs de pisos, etc.

Per aquestes raons, calia procedir a l'elaboració d'un nou tutorial més simplificat en base als següents criteris:

- Una versió escrita en català, la qual es va subministrar als alumnes en paper.<sup>125</sup>
- Un aprenentatge centrat només en mostrar el funcionament d'aquells comandaments o instruccions estrictament necessaris per al bon desenvolupament de l'experiència. En aquest sentit, bàsicament es va desenvolupar el funcionament del World Editor, obviant l'aprenentatge dels altres mòduls del programa.
- L'ús de formes tridimensionals relacionades amb els objectius del treball de camp, concretament una llibreria d'elements de l'arquitectura romànica que serviria de base per a la construcció d'una petita capella.

L'estructura del nou tutorial es va dissenyar com una guia que conduïa a l'alumne en la construcció d'un món virtual peça a peça. És a dir, el tutorial descrivia amb minuciositat i de forma seqüencial totes les accions que l'alumne havia de realitzar per tal d'arribar a construir un edifici en Realitat Virtual, el

---









<sup>125</sup> El text complet es troba als annexs.



qual en aquest cas concret es tractava d'una petita capella romànica elaborada amb els elements més bàsics i simples de l'arquitectura romànica, com per exemple: parets sense contraforts, arcs de mig punt, volta de canó, absis, portalada i teulada. Cal dir que, malgrat la simplicitat del disseny, els resultats eren vistos com a espectaculars per als alumnes.

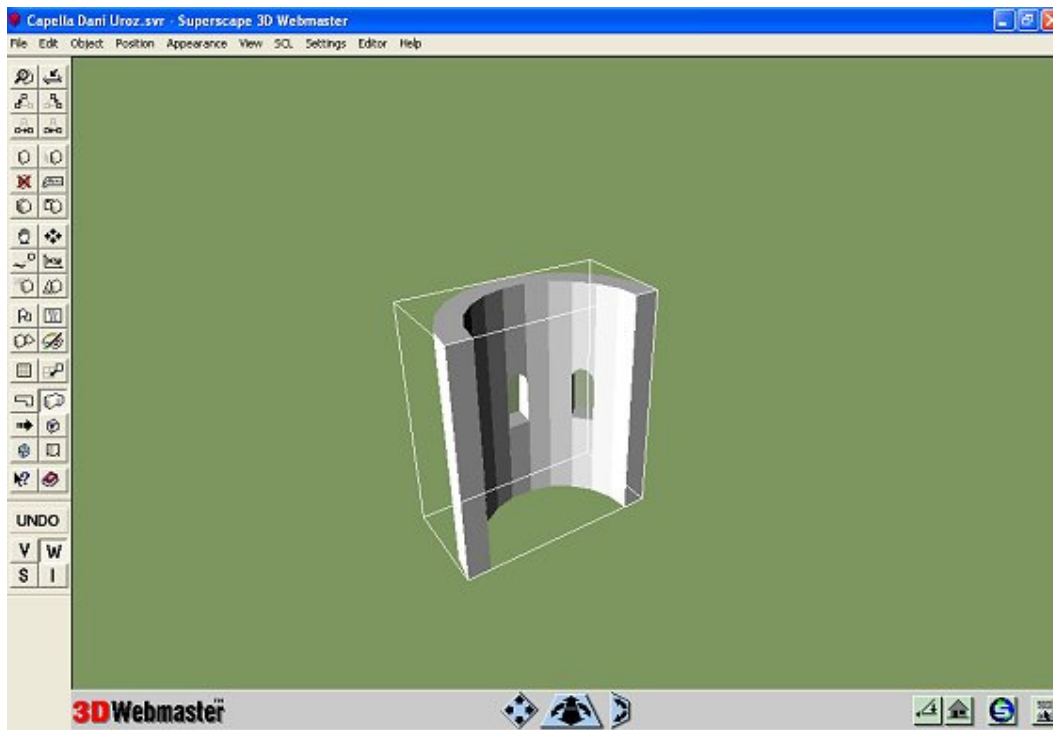
A continuació es mostra com a exemple un fragment del tutorial, en el qual es condueix l'alumne en la construcció d'una part de l'església, l'absis:

Crear grup **Absis**:

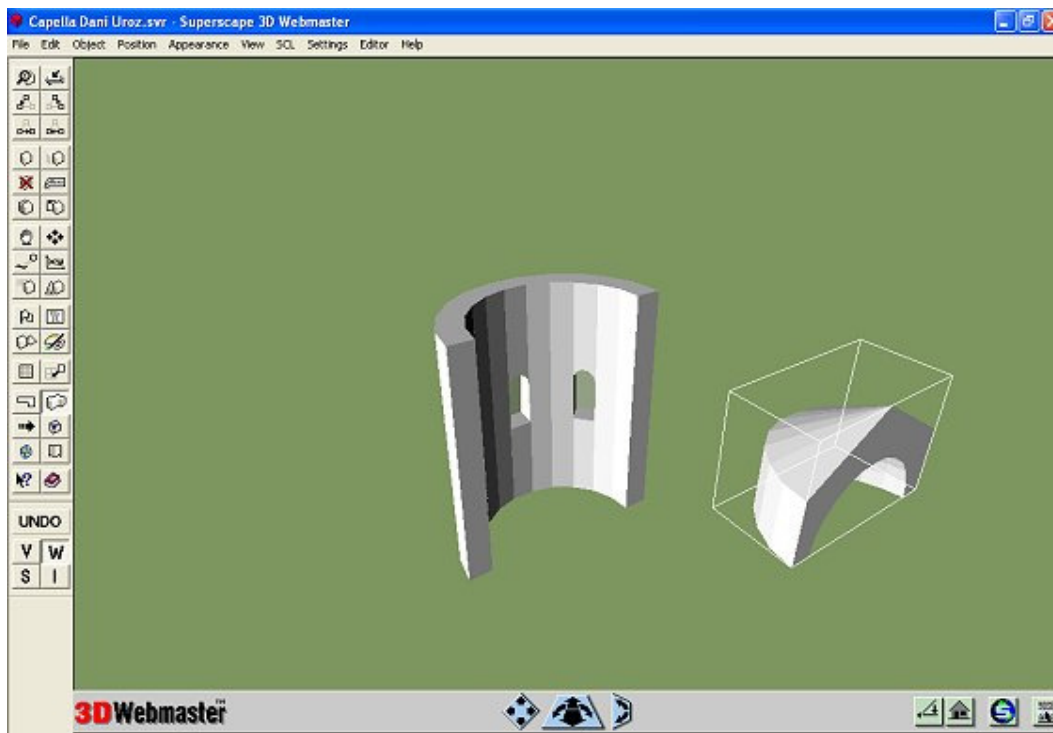
- Clicar la icona 
- Escriure el nom: **Absis**
- Seleccionar grup
- Clicar amb el punter al lloc on es vulgui col·locar.
- Per tornar a veure-ho en 3D cal clicar la icona 
- Per veure el grup cliqueu: 
- Fer més gran el grup amb la icona: 
- Clicar la icona:  i moure el grup al damunt de les peces de l'absis
- Per tornar a veure-ho en 3D cal clicar la icona 
- Menú: Object / Grouping / Group all enclosed objects
- Clicar la icona:  i seleccionar wrap.
- Ajustar totes les peces de l'absis per mitjà de la icona: 

Tal com es pot veure, l'absència d'explicacions sobre les raons i utilitats de cada pas és ben patent. És un funcionament bastant general en tots els softwares i té que veure amb la primacia donada a la velocitat i la concreció a expenses de la narració.

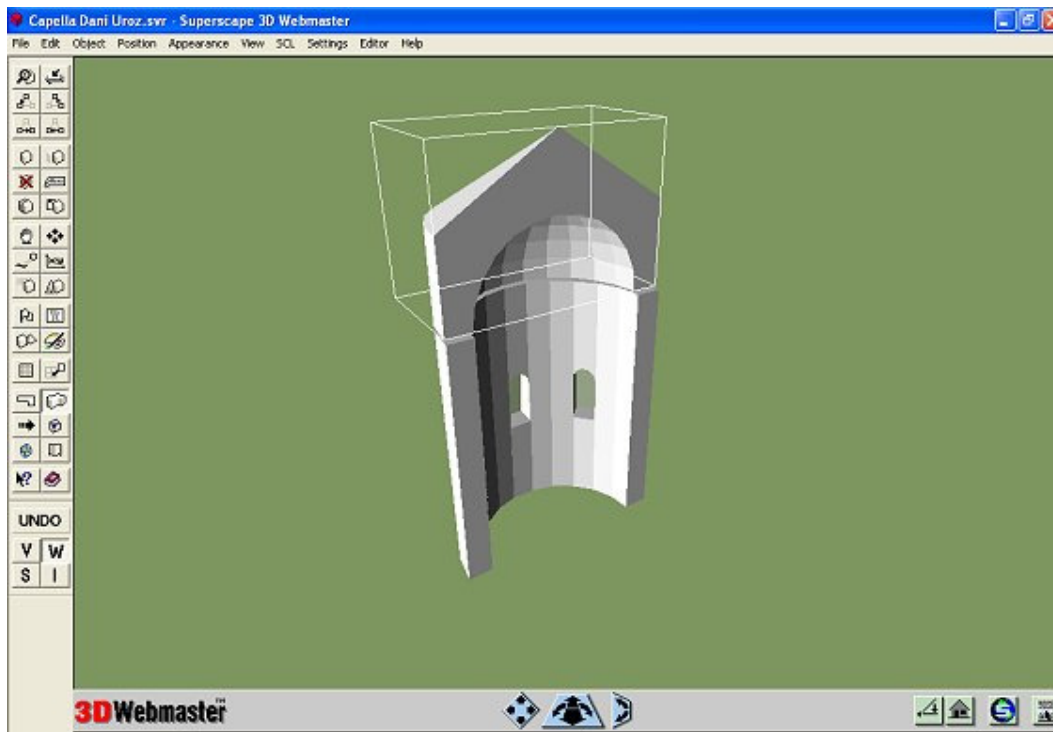
A continuació, en el treball d'un alumne veurem els resultats gràfics dels diferents passos mostrats més amunt.



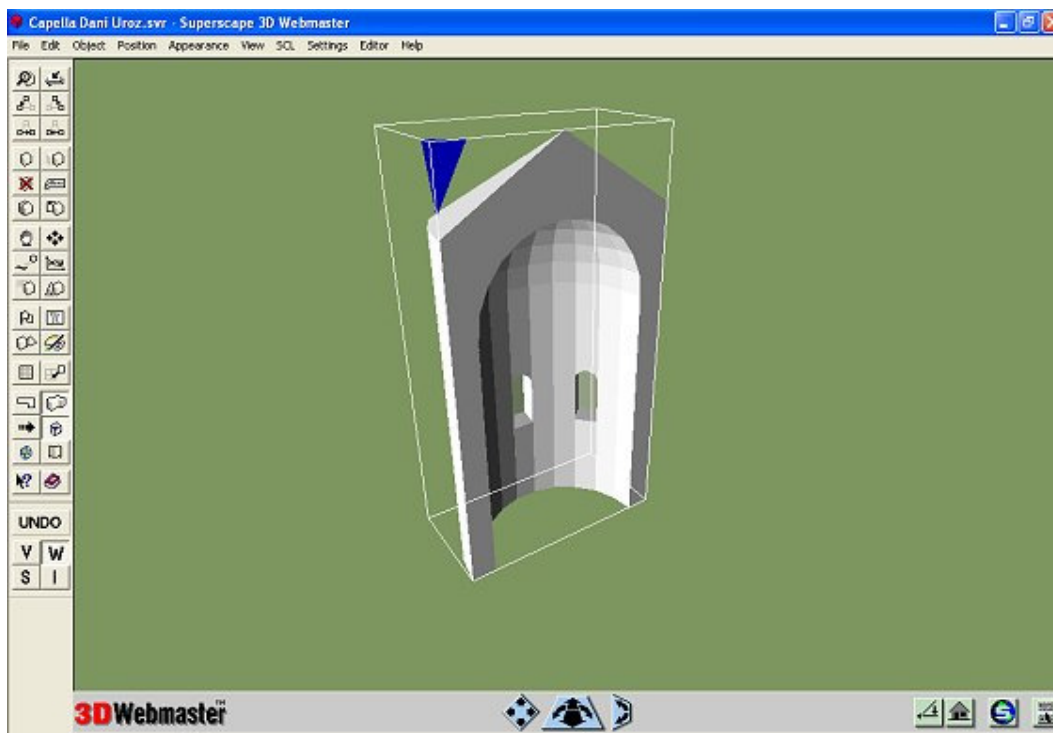
**Figura F5-8.** En primer lloc l'alumne ha col·locat la paret de l'absis en un escenari virtual.



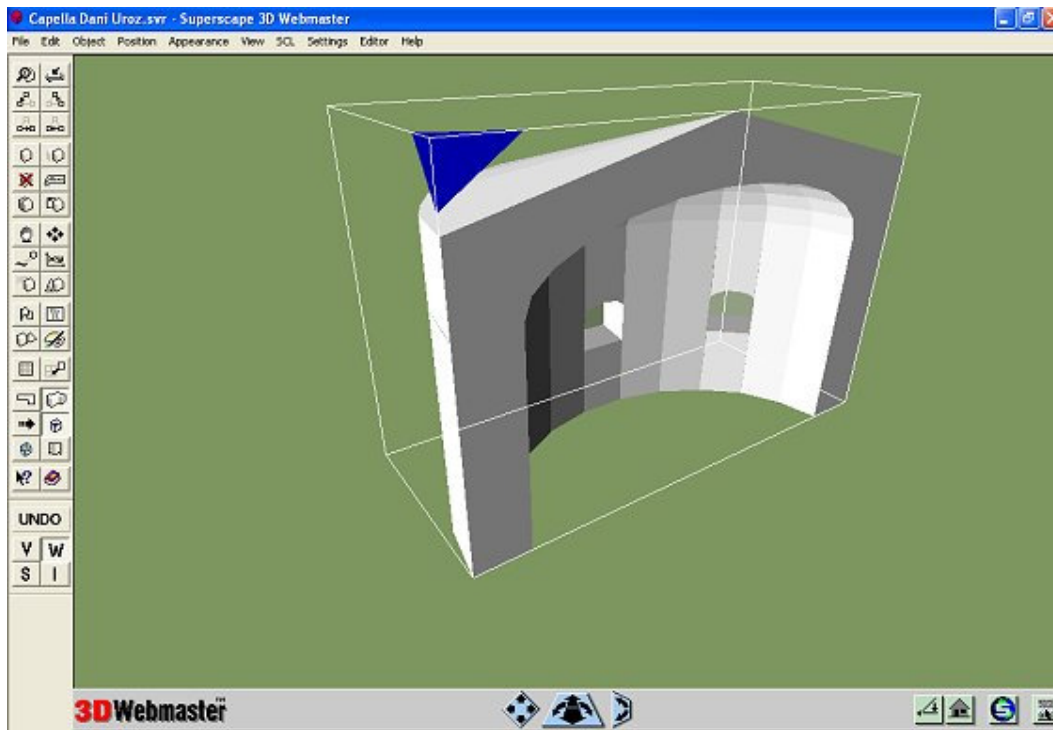
**Figura F5-9.** Seguidament ha importat la semicúpula que constitueix la coberta de l'absis i l'ha col·locat al costat. Ara caldrà moure-la per tal de col·locar-la damunt de la paret.



**Figura F5-10.** La semicúpula col·locada damunt de la paret de l'absis.



**Figura F5-11.** L'alumne ha agrupat les dues peces dins un recipient transparent. A partir d'ara les dues peces constitueixen un grup sencer que es pot desplaçar i modificar conjuntament.



**Figura F5-12.** Aquí veiem com l'alumne ha modificat les proporcions del grup que conté l'absis. A mesura que avanci en el tutorial, aviat descobrirà que aquestes no són les proporcions correctes del romànic i haurà de canviar-les. L'arquitectura romànica seguia unes normes de proporció molt estrictes que derivaven de l'arquitectura clàssica romana i que regien en tot l'edifici, de manera que totes les peces i les parts de l'edifici seguien una mateixa regla matemàtica que condicionava les mides de cada una d'elles.

Una mostra dels resultats finals del tutorial es pot observar a les figures de la pàgina següent (F5-13 i F5-14):

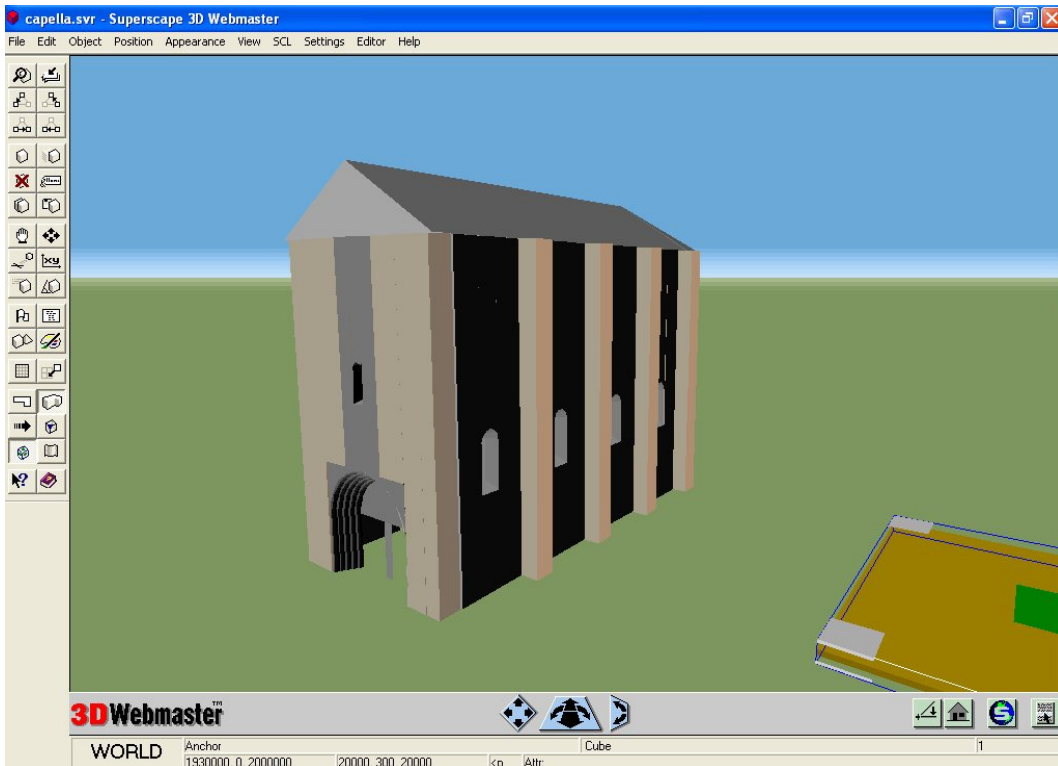


Figura F5-13. Resultats del tutorial. Exterior de la capella romànica.

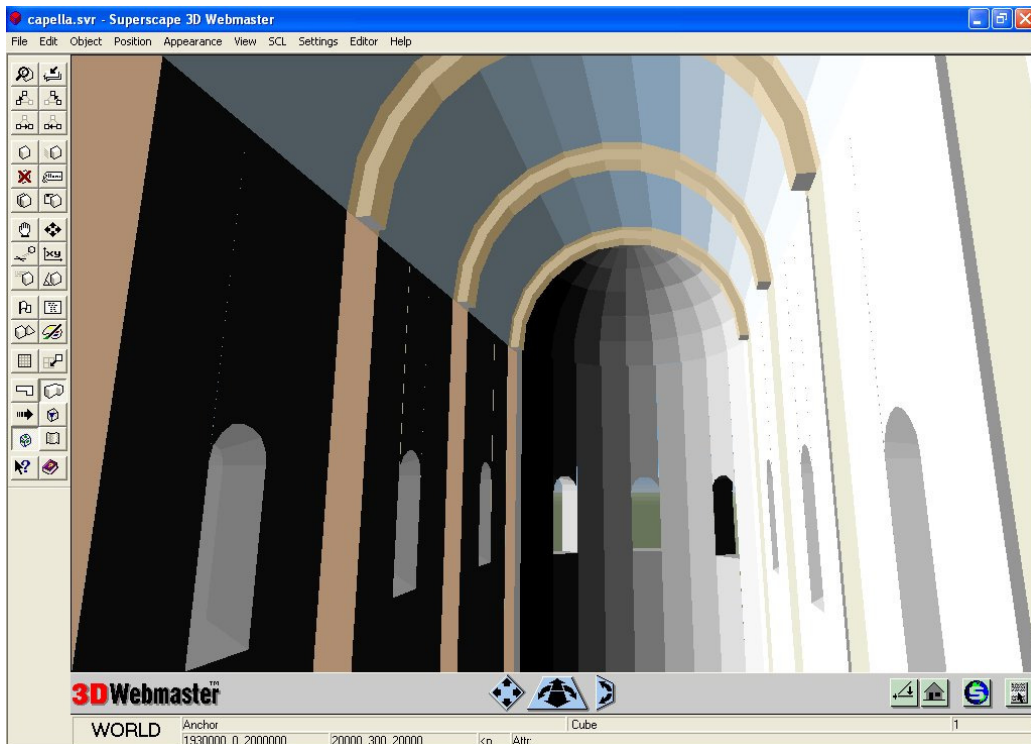


Figura F5-14. Resultats del tutorial. Interior de la capella romànica

## 5.3. Materials de consulta

Quines fonts d'informació de tipus històric i arquitectònic calia posar a disposició dels alumnes? És a dir, en quins materials podien anar a consultar els dubtes que poguessin tenir? Quina era l'estructura idònia per aquests materials? En base a aquestes preguntes es van dissenyar dos tipus de materials de consulta:

- a) Videojocs interactius
- b) Presentacions de diapositives

Els dos tipus són materials digitals que l'alumne podia consultar directament des del seu ordinador i tenen en comú que la informació visual hi té un paper preponderant molt per damunt de la textual, la qual, quan hi és, té un paper molt marginal. En el primer cas, els videojocs ofereixen la possibilitat de trobar la informació que l'alumne pot necessitar dins de la dinàmica interna del joc d'una forma lúdica, amena i participativa. Els continguts no hi són presents de forma explícita, per exemple en forma de textos o esquemes, sinó que estan integrats dins la dinàmica i el guió de les simulacions i les animacions. En el segon, les presentacions ofereixen exclusivament una informació visual, sense text, en forma de diapositives i amb unes possibilitats d'interacció més reduïdes per part de l'usuari. En contrapartida, les imatges de les presentacions estan ordenades seguint un fil didàctic molt clar, a diferència dels videojocs, en els quals ens trobem els continguts presentats de forma fragmentada amb un ordre supeditat a les necessitats del guió.

### 5.3.1. Videojocs i simulacions

#### 5.3.1.1. La construcció d'una església romànica

En el transcurs del primer curs escolar en el qual es va començar a desenvolupar el treball de camp vaig produir conjuntament amb l'Eduard

Barrobés, professor de dibuix de l'IES Eugeni d'Ors, un videojoc titulat: *La construcció d'una església romànica*.<sup>126</sup> El seu procés de disseny es va produir simultàniament a la seva experimentació dins del treball de camp. Això vol dir que l'eficàcia i idoneïtat educativa de les animacions i les simulacions que s'anaven fabricant es podien comprovar directament dins l'aula on es desenvolupava el treball de camp. Aquest fet permetia un constant testeig i observació del funcionament d'aquest material entre els alumnes, la qual cosa facilitava que es poguessin detectar no tan sols els errors tècnics sinó sobretot observar l'ús i la interacció que efectuaven els alumnes amb el producte. Aquestes observacions eren útils per efectuar correccions i perfeccionar el producte final.

El videojoc inclou abundants simulacions i diverses reconstruccions virtuals i té com a objectiu permetre als alumnes l'accés als continguts bàsics sobre l'arquitectura romànica d'una forma amena i estimulante. Aquest material pren com a fil conductor el procés de construcció de la canònica de Sant Vicenç de Cardona, del segle XI i dóna una visió àmplia tant de l'arquitectura romànica com de l'època. Concretament treballa els següents continguts:

- El context històric, el qual està inscrit dins el procés de feudalització de la Catalunya del segle XI.
- Les fonts de finançament de les obres.
- Una explicació de les forces que actuen dins de la construcció i que permeten que l'estructura s'aguanti o que, altrament, provoquen el seu enfonsament.
- Els elements arquitectònics que defineixen l'estil, explicant la seva posició i la seva funció en l'espai.
- Una tipologia de les esglésies romàniques amb especial èmfasi en les variants del romànic català.

El material consta de les següents parts:

---

<sup>126</sup> BIOSCA, Eloi; BARROBÉS, Eduard. *La construcció d'una església romànica* [en línia]. Barcelona: Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya, 2006. Disponible a: <http://www.xtec.net/recursos/socials/romanic/>

## Animació inicial

És una seqüència animada on es narren els conflictes entre el vescomte de Cardona Bermon i el bisbe Oliba. El vescomte, per tal de fer-se perdonar les violències comeses contra l'Església inicia la construcció de la nova canònica.



**Figura F5-15.** Un frame de l'animació inicial

## Mides

És un joc on l'alumne ha de decidir la forma i les dimensions de l'església, així com el gruix necessari de les parets per evitar que la volta s'enfonsi. Tal com podem veure a la figura F5-16, a la part esquerra hi apareix un gràfic on es dissenya l'alçat de l'església a construir. Paral·lelament al costat hi apareixen el bisbe Oliba i el vescomte Bermon que corregeixen i aconsellen a l'alumne respecte a les formes i les proporcions que va dibuixant fins que el resultat és considerat correcte d'acord amb les normes de construcció de l'arquitectura romànica.



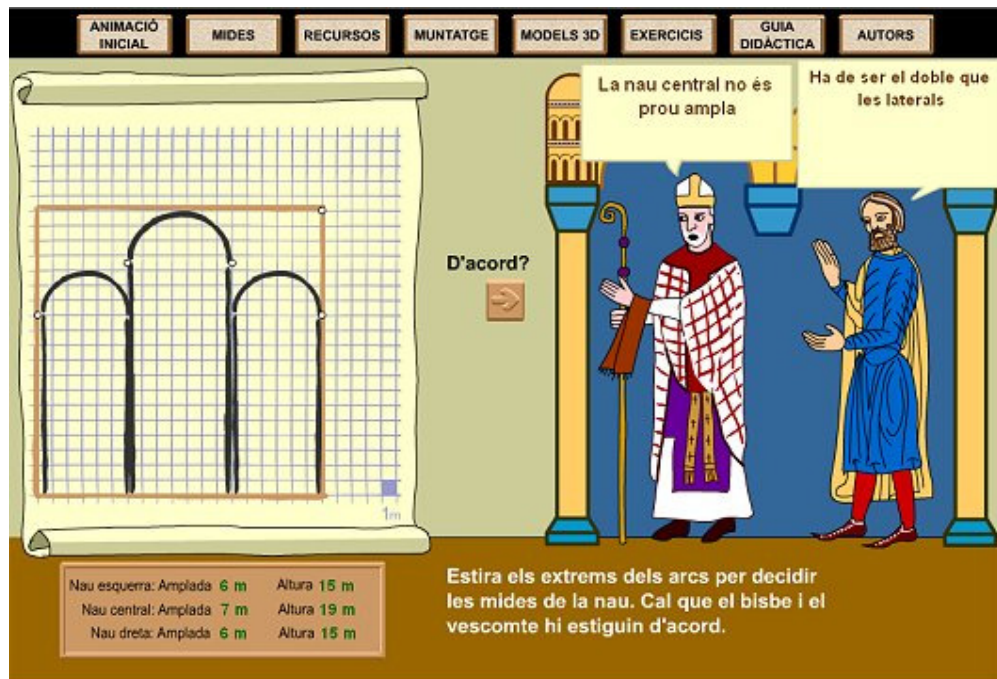


Figura F5-16. El joc de les mides

### Recursos

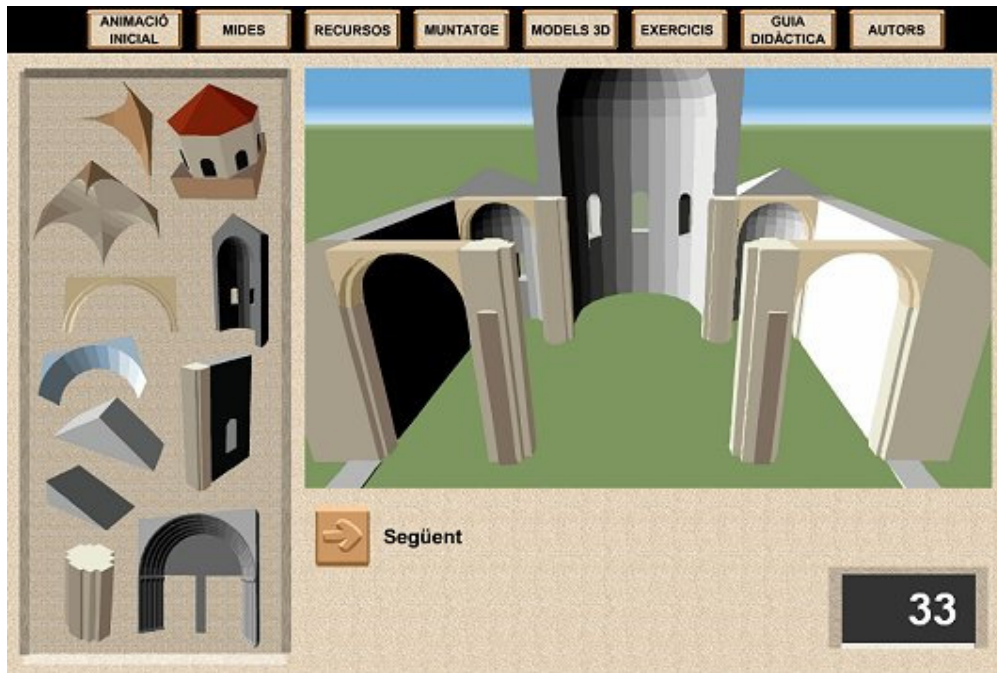
És un altre joc en el qual l'alumne es posa en la pell del vescomte i ha de prendre decisions per tal d'aconseguir recursos per a la construcció de l'obra.



Figura F5-17. El joc dels recursos

## Muntatge

És una simulació en la qual l'alumne ha d'anar muntant peça a peça totes les parts de d'una església romànica.



**Figura F5-18.** El joc del muntatge

## Models 3D

En aquesta part es presenten a disposició de l'alumne cinc reconstruccions virtuals de diferents tipus d'esglésies romàniques. La tipologia inclou quatre models arquitectònics teòrics referits a les principals concepcions de l'espai romànic dels segles XI i XII, més la reconstrucció d'una església real i existent, la canònica de Sant Vicenç de Cardona situada a la comarca del Bages (Catalunya). En totes elles, l'alumne hi pot entrar i passejar-hi lliurement, descobrint el nom, la forma i la posició de cada un dels elements arquitectònics a mesura que se'ls va trobant.



**Figura F5-19.** Una de les reconstruccions en Realitat Virtual, en aquest cas la rèplica virtual de Sant Vicenç de Cardona, del segle XI.

En tots els casos la informació textual és mínima. Els jocs estan pensats per permetre que l'alumne pugui anar extraient la informació, que es troba inherent a cada una de les simulacions, per mitjà de l'observació, la deducció i la interacció amb els elements del joc. La meua experiència resultant de l'observació del treball dels alumnes m'indica que la presència d'una abundant i elaborada informació textual és molt poc útil, ja que els alumnes no la consulten mai, com no sigui perquè els obliga el professor. A més, crec que cada mitjà ha de tenir el seu propi llenguatge de comunicació, i els jocs són incompatibles amb llargs textos d'ajuda o d'informació. El dissenyador-guionista ha de saber introduir els continguts, en aquest cas de caràcter històric i artístic, dins de la dinàmica del joc, sense haver de necessitar enllaços externs a textos o finestres flotants. Els elements multimèdia han de ser els protagonistes del missatge.

### 5.3.1.2. El temple romà de Barcelona

Es tracta d'un videojoc que en el moment de començar el treball de camp ja es trobava publicat al portal educatiu Edu365.cat. Com en el cas de l'anterior

videojoc, és un producte, els autors del qual són professors d'ensenyament secundari, inclòs l'autor de la present tesi.<sup>127</sup>

L'estructura i l'orientació didàctica d'aquest material és molt similar a la que hem vist a *La construcció d'una església romànica*. Proposem a l'alumne que descobreixi com era el temple romà de Barcelona a partir de les restes existents. Del temple només queden dempeus quatre columnes i una part del pòdiu situades dins un casal medieval que actualment és la seu del Centre Excursionista de Catalunya. L'alumne ha de realitzar unes activitats de recerca interactuant amb uns gràfics interactius i animats i, alhora, consultant una ajuda amb tota la informació necessària.

Els gràfics interactius estan subdividits en els apartats següents:

### Planta

En primer lloc, aquesta activitat permet a l'alumne descobrir quin espai ocupava el temple, així com la seva orientació i els detalls de la seva planta. El temple estava situat en l'interior d'un espai obert i porticat, el fòrum, del qual no en queden gaires restes. A més, els carrers i les cases de la ciutat medieval es van construir al damunt del lloc que ocupava.

El joc consisteix en convertir l'alumne en un arqueòleg que ha de descobrir on són les poques restes enterrades del temple sense haver d'enderrocar els edificis que hi ha al damunt. Les dades que pot utilitzar es basen en la investigació realitzada al segle XIX per l'historiador Celles i consisteixen en una informació gràfica i textual sobre la tipologia de temples romans i diverses animacions que mostren les normes bàsiques de construcció recopilades per l'arquitecte romà Vitruvi. El resultat és el dibuix de la planta del temple, tal com es pot veure a la figura F5-20.

---

<sup>127</sup> BARROBÉS, Eduard; BIOSCA, Eloi; QUESADA, Santiago. *El temple romà de Barcelona* [en línia]. Barcelona: Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya, 2004. Disponible a: <<http://www.edu365.cat/eso/muds/socials/temple/>>

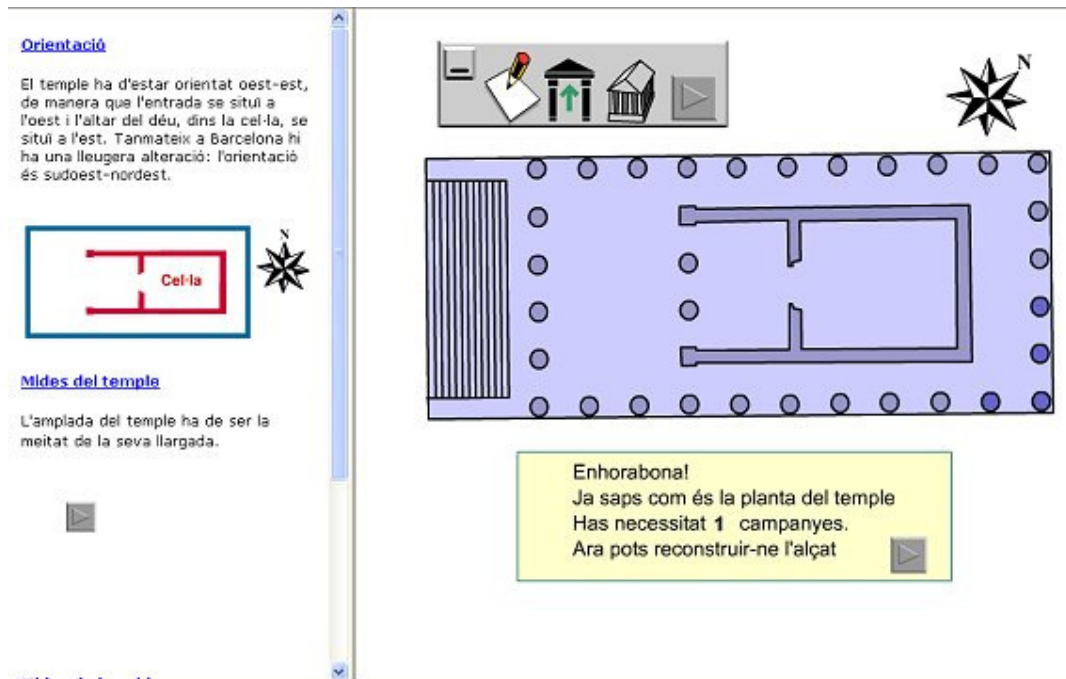


Figura F5-20. Dibuix de la planta del temple

## Alçat

En segon lloc cal distingir i aprendre a col·locar per ordre les diferents parts de què consta l'alçat.

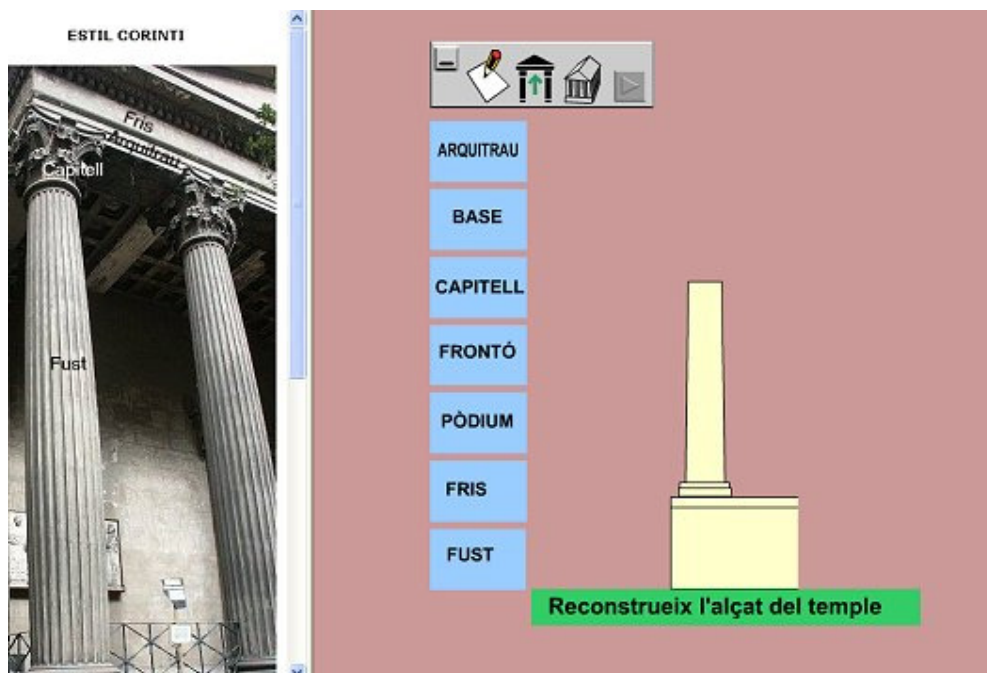
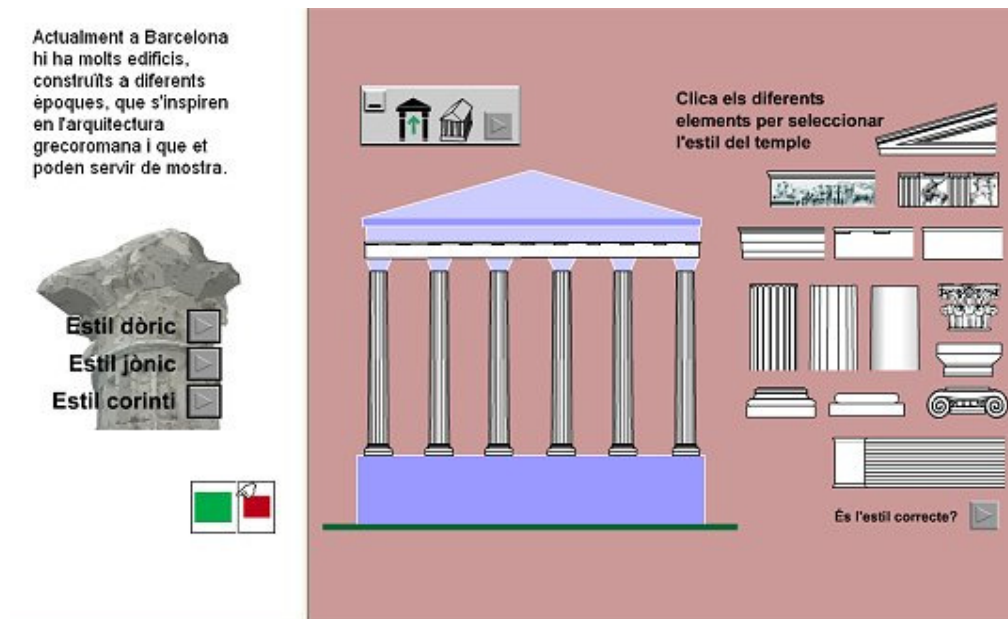


Figura F5-21. Exercici per descobrir les parts d'un temple romà.

## Estil

Aquesta activitat consisteix en indagar a quin estil podia pertànyer el temple de Barcelona, la tipologia del qual, tal com podem observar a partir de les seves restes, seguia l'ordre corinti. Amb aquesta finalitat el gràfic interactiu presenta un conjunt d'elements arquitectònics on es recullen totes les variants estilístiques, entre les quals l'alumne ha de descobrir i seleccionar les que li corresponien.



**Figura F5-22.** Interactiu sobre els diferents estils arquitectònics

## Proporció

Té com a objectiu fer entendre a l'alumne la importància de la relació numèrica que unia les diferents parts del temple. Els temples clàssics, grecs i romans, seguien unes regles de proporció que determinaven escrupolosament les mides dels diferents elements que els constituïen. Segons Vitruvi, l'únic arquitecte romà que ens ha deixat una obra escrita sobre aquest tema, la proporció que s'hi establí era la mateixa que seguia la constitució d'un home que fos físicament perfecte i era la que determinava la seva bellesa.

En aquesta activitat l'alumne ha de consultar les normes establertes per Vitruvi i aplicar-les a cada una de les parts del temple.

**La proporció**

Els grecs i els romans pensaven que un home era bell quan estava ben proporcionat. De la mateixa manera, un temple era bell quan estava fet seguint les mateixes proporcions que l'home.

Vitruvi deia que, en un home, el cap, des de la barbeta fins a dalt de tot, havia de ser una vuitena part de l'alçada del cos. Per tant, en una columna, l'alçada del capitell havia de ser una vuitena part de l'alçada total.

Dissenya l'aspecte d'un temple partint d'una alçada i amplada de capitell d'**1'5 metres**. Veuràs que cada vegada que canvies una proporció, el temple es redibuixa totalment.

Proporcions de Vitruvi, aproximades (1):

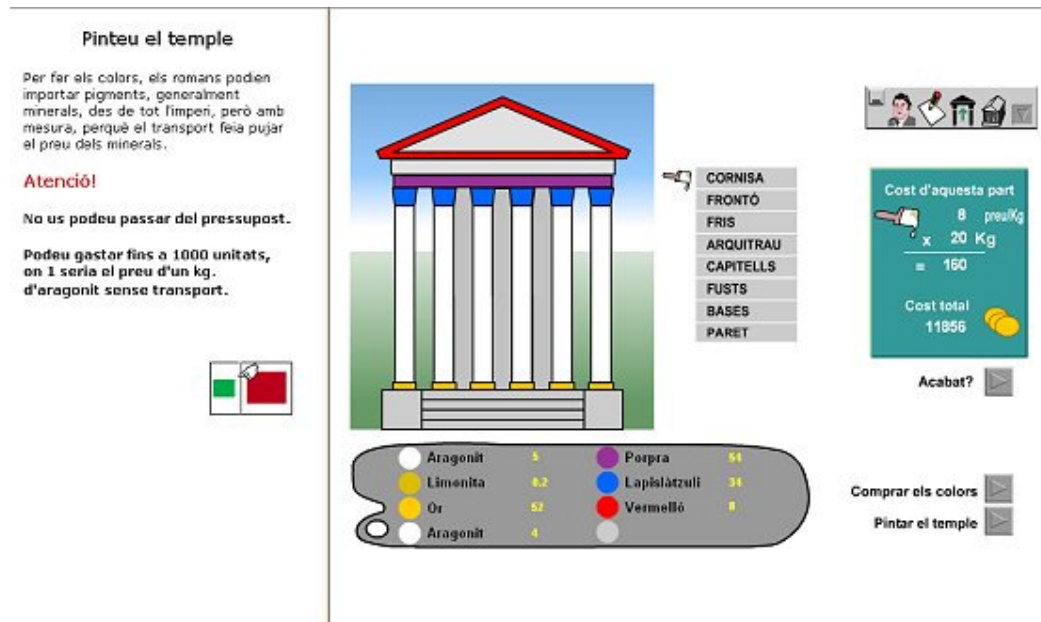
Alçada del pòdium	Capitell x 2
Alçada de la columna (base, fust i capitell)	Capitell x 8
Entaulament (arquitrau i fris)	Capitell x 2
Intercolumnis	Capitell x 1'5
Alçada del frontó	1/9 de la longitud de l'entaulament

**Figura F5-23.** Simulació de les proporcions del temple

### Pintar el temple

En aquest interactiu se li proposa a l'alumne de decidir lliurement quina policromia podia haver tingut el temple, podent-lo pintar amb els colors que esculli tenint com a única limitació el fet d'haver-se d'ajustar a un pressupost econòmic determinat prèviament.

Si bé no és freqüent imaginar-se un temple romà amb un altre aspecte que el que ofereix el color de la pedra nua, sabem que entre les restes de molts edificis encara es conserven restes d'un estucat de guix que les recobria, i que tant les columnes com l'entaulament probablement devien aparèixer pintats amb una àmplia gamma de colors vius que el temps ha esborrat.



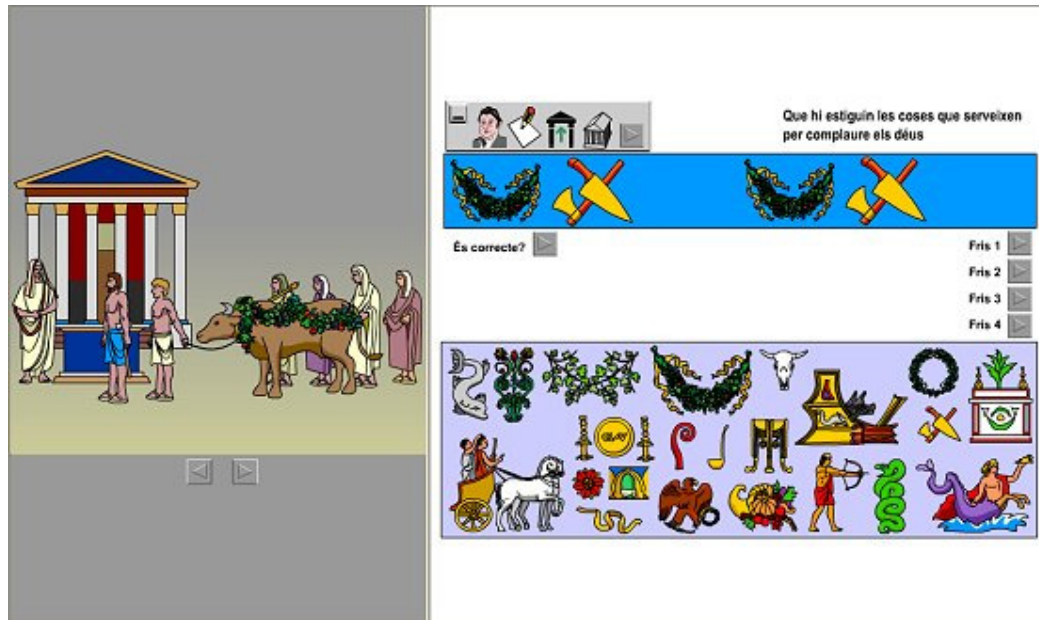
**Figura F5-24.** Interactiu que permet pintar el temple

### Escultures dels frisos i dels frontons

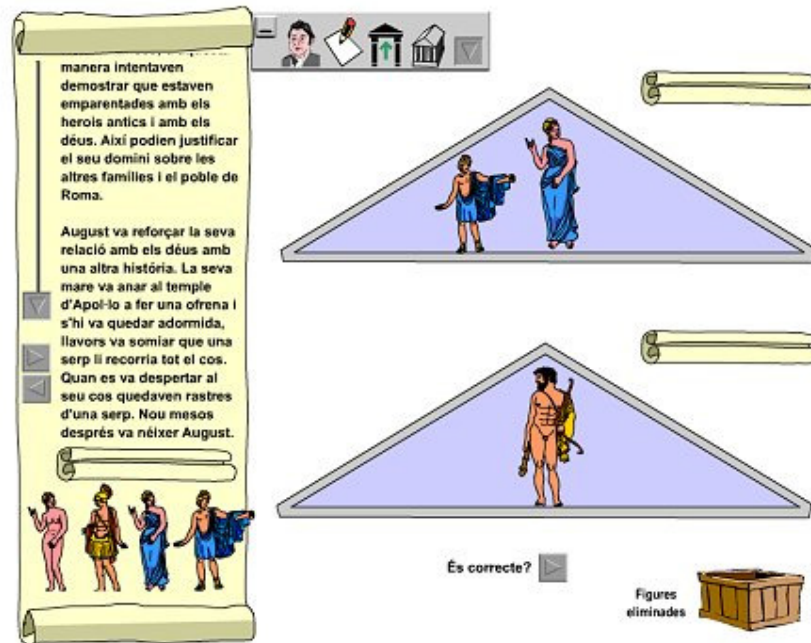
Els temples clàssics apareixien decorats amb importants relleus escultòrics situats als frisos i als frontons. Els temes que tractaven tenien relació amb les divinitats a les quals estaven dedicats els temples i amb el missatge que es volia transmetre. En les dues activitats següents, tenint en compte que no tenim notícies de quina iconografia hi havia en el temple de Barcelona, demanem a l'alumne que faci una proposta lligada a les diferents funcions religioses i cíviques que satisfesia un temple d'aquesta tipologia. Al mateix temps, la investigació ha de partir de l'època de la seva construcció i seguir la iconografia que presenten altres temples del mateix tipus. D'aquesta manera podem suposar que les imatges i els relleus que deuria contenir devien tenir relació amb els valors i la ideologia que l'emperador August volia reforçar i difondre.

Aquesta tasca es tradueix en la realització de dues activitats: la selecció de les imatges que devien contenir els frisos (Figura F5-25) i el reompliment dels relleus dels frontons amb figures humanes que deurien representar divinitats i al·legories. (Figura F5-26)





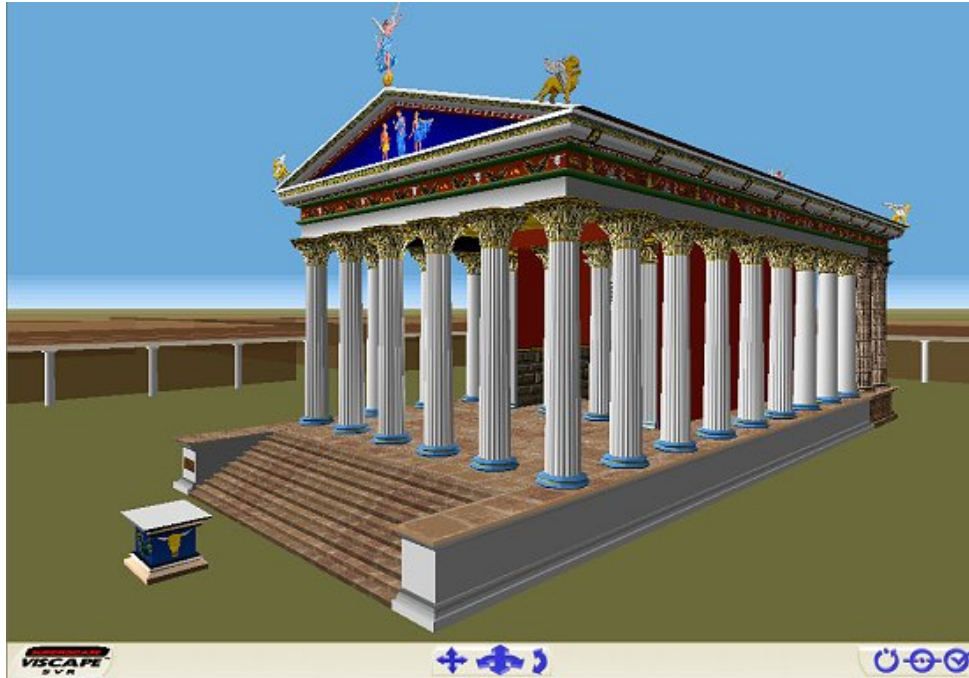
**Figura F5-25.** Activitat dels frisos. En primer lloc hi veiem a l'esquerra una animació referent al sacrifici d'un toro i a la dreta uns possibles motius decoratius relacionats amb aquesta cerimònia que s'acostumava a celebrar davant del temple.



**Figura F5-26.** Activitat dels frontons.

## La reconstrucció virtual

Finalment es proporciona a l'alumne una recreació virtual del temple.



**Figura F5-27.** Reconstrucció virtual del temple romà de Barcelona. Exterior.



**Figura F5-28.** Reconstrucció de l'interior de la cel·la.

### 5.3.2. Presentacions

Les presentacions han consistit en unes seqüències de diapositives elaborades a partir d'imatges i sense cap contingut en format textual. Estan compostes exclusivament d'abundants fotografies, dibuixos, plantes i alçats d'edificis que poden il·lustrar les característiques arquitectòniques i decoratives de l'estil que es vol mostrar.

Com la majoria dels materials de consulta, aquestes presentacions van haver de ser dissenyades *ex profeso* per al treball de camp. Els criteris que es van seguir en la seva elaboració van ser:

- Les diapositives havien de ser seqüenciades seguint un ordre lògic que permetés una correcta i fàcil aproximació a la comprensió de l'estil.
- Les imatges contingudes dins de les diapositives havien de destacar per la seva qualitat i capacitat de transmetre gràficament les característiques i les parts que conformen els estils corresponents. En aquest sentit, s'havien de combinar visions generals amb visions concretes i parcials de l'edifici i dels seus elements, així com visions del mateix element des de punts de vista diferents. Moltes d'aquestes imatges eren originals i efectuades per l'autor de la present tesi, d'altres havien estat escanejades de llibres o baixades directament d'internet.
- Les imatges havien d'anar acompanyades quan fos necessari del nom sobreescrit de les diferents parts o espais que mostraven.

L'objectiu d'aquestes presentacions era el de constituir un material de consulta de tipus gràfic que orientés a l'alumne en la construcció virtual de l'edifici corresponent i que, alhora, pogués servir com a suport per a les explicacions i els aclariments del professor en els moments en què la dinàmica de la classe demanés la seva intervenció. L'absència total de text explicatiu obeeix a l'objectiu de comprovar fins a quin punt els alumnes poden arribar a construir

un edifici virtual tridimensional a partir d'una lectura i interpretació de fons d'informació exclusivament visuals i bidimensionals.

Els alumnes van disposar de quatre presentacions:

- Dues presentacions que tenien com a tema les característiques estructurals i d'espai de l'arquitectura gòtica i la bizantina, amb una mostra dels principals elements arquitectònics.
- Dues presentacions que mostraven diferents elements decoratius i mostres de policromia integrats en l'arquitectura romànica i la gòtica, els quals els havien de servir com a inspiració per poder decorar els edificis que construïen.

Aquests materials estaven introduïts al disc dur de cada un dels ordinadors per tal que l'alumne el pogués consultar fàcilment i es poden veure al CD-ROM que acompanya la present tesi.

## 5.4 Recapitulació

Tenint en compte que el procés de treball dels alumnes es basa en un aprenentatge pràctic de l'arquitectura a partir del disseny i construcció de forma autònoma d'edificis històrics en Realitat Virtual, 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 especialment per a la present tesi. Aquest material conté les següents parts:

### **1. Material de construcció.**

Consisteix en el conjunt d'elements que l'alumne tindrà a la seva disposició i que podrà manipular per poder construir els móns virtuals. Consta de diverses llibreries de peces tridimensionals i d'unes simulacions de ruïnes.

- Les llibreries tridimensionals permeten 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. Estan agrupades per estils i es basen en l'arquitectura romana, la bizantina, la romànica i la gòtica. Tenint en compte que el software utilitzat no està dissenyat amb finalitats educatives i que en el mercat no existien productes elaborats que s'adaptessin als objectius del present treball de camp, va ser necessari elaborar cada un dels elements de les llibreries. La tria i el disseny de l'aspecte dels elements tridimensionals van seguir uns criteris que es basaven en la fidelitat a l'estil, la simplicitat, la funcionalitat i l'estandardització.
- Les simulacions de ruïnes consisteixen en dos edificis històrics en Realitat Virtual que són presentats en estat ruïnós, el temple romà de Barcelona i una església romànica. Apareixen amb moltes parts desaparegudes i d'altres en estat incomplet o mig destruïdes. Són uns materials pensats per servir de base per la reconstrucció d'aquest edifici històric amb l'aspecte original que tenia abans de la destrucció. La

reconstrucció s'ha de fer in situ, aprofitant les estructures que resten dempeus.

## **2. Tutorial.**

L'alumne havia de disposar d'una guia per aprendre el funcionament de l'eina amb la qual elaboraria les seves pròpies construccions, és a dir, el software de Realitat Virtual. Amb aquesta finalitat, va caldre dissenyar un tutorial específic per al present treball de camp, ja que el tutorial que venia per defecte dins el software estava especialment destinat a professionals i empreses i no s'adaptava a les necessitats didàctiques i als objectius plantejats.

## **3. Materials de consulta.**

Aquests tenien la funció de facilitar l'accés a uns coneixements imprescindibles sobre l'estil arquitectònic i el context històric per tal que l'alumne pogués conèixer les característiques i les tècniques constructives dels edificis que havia de bastir. Consten de dos tipus: Videojocs interactius i presentacions.

Els dos tipus són materials digitals en els quals la informació visual hi té un paper preponderant molt per damunt de la textual. En el primer cas, els videojocs ofereixen la possibilitat de trobar la informació dins de la dinàmica interna del joc d'una forma lúdica, amena i participativa. Els continguts hi apareixen de forma fragmentada i no hi són presents de forma explícita, per exemple en forma de textos o esquemes, sinó que estan integrats dins la dinàmica i el guió de les simulacions i les animacions. En el segon, les presentacions ofereixen exclusivament una informació visual en forma de diapositives amb unes possibilitats d'interacció més reduïdes per part de l'usuari. En contrapartida, les presentacions faciliten una visió més coherent dels continguts seguint un ordre discursiu i lineal.

Els videojocs utilitzats han consistit en materials educatius, en l'elaboració dels quals hi va coparticipar l'autor de la present tesi i han estat els següents:

- El videojoc titulat: *La construcció d'una església romànica*, en el qual s'explica el context històric i les tècniques emprades en la construcció de l'església romànica de Sant Vicenç de Cardona.
- *El temple romà de Barcelona*. On l'alumne inicia i desenvolupa una recerca per descobrir l'aspecte que tenia el temple d'August a Barcino a partir de les restes existents i de la consulta de les fonts històriques i artístiques.

Les presentacions s'han estructurat en base a continguts relacionats amb la decoració romànica; l'arquitectura gòtica, remarcant la diferència entre el gòtic francès i el català; i l'arquitectura bizantina referida concretament a Santa Sofia d'Istanbul