# UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

**FACULTAD DE BELLAS ARTES**
**Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica**

# APLICACIONES DIDÁCTICAS DE LA REALIDAD VIRTUAL AL MUSEO PEDAGÓGICO DE ARTE INFANTIL

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**PRESENTADA POR**

**Daniel Zapatero Guillén**

Bajo la dirección de las doctoras:
Carmen Moreno Sáez y María Acaso López-Bosch

**Madrid, 2007**

**ISBN: 978-84-669-3090-1**

# APLICACIONES DIDÁCTICAS DE LA REALIDAD VIRTUAL AL MUSEO PEDAGÓGICO DE ARTE INFANTIL

Daniel Zapatero Guillén

2006

Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Bellas Artes
Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica
Directores: María del Carmen Moreno Saéz y María Acaso López-Bosch

# MARCO TEÓRICO..... 9

**I. INTRODUCCIÓN..... 11**
**II. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL MUSEO..... 62**
**III. REALIDAD VIRTUAL..... 111**
**IV. LOS MUSEOS VIRTUALES 3D..... 176**

# MARCO EXPERIMENTAL.....235

**V. PROYECTO MUPAI3D..... 237**

**VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 339**
**VII. APLICACIONES..... 345**
**VIII. INVESTIGACIÓN FUTURA..... 350**
**IX. GLOSARIO DE TÉRMINOS..... 351**
**X. AUTORES..... 358**
**XI. BIBLIOGRAFÍA..... 365**

# MARCO TEÓRICO


**I. INTRODUCCIÓN..... 11**

**I.1 Introducción..... 11**

**I.2 Antecedentes..... 14**

I.2.1 Realidad virtual..... 15

I.2.2 Realidad virtual y arte..... 15

1.2.3 Museos virtuales..... 16

1.2.4 Museos pedagógicos de arte infantil..... 17

**1.3 Justificación..... 19**

1.3.1 Nuevas Tecnologías y Museos..... 19

1.3.2 Realidad Virtual..... 20

1.3.3 Realidad virtual y educación en el Museo..... 21

**I.4 Propuesta de investigación..... 23**

**I.5 Objetivo de la propuesta..... 25**

I.5.1 Objetivo principal: ..... 25

I.5.2 Objetivos secundarios: ..... 25

**I.6 Hipótesis planteadas..... 27**

I.6.1 Hipótesis principal: ..... 30

I.6.2 Hipótesis secundarias: ..... 30

**I.7 Presentación de la metodología..... 32**

I.7.1 Objeto material..... 40

I.7.2 Objeto formal..... 41

**I.8 Contexto de aplicación..... 44**

I.8.1 Contexto Tecnológico..... 44

I.8.2 Contexto Educativo Online..... 52

I.8.3 Contexto Educación Artística Online..... 57

**I.9 Aclaraciones..... 58**

**I.10 Resumen..... 59**

## II. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL MUSEO 62


**II.1 El ICOM..... 64**

II.1.1 ICOM y nuevas tecnologías..... 65

II.1.2 ICOM y sistemas multimedia..... 66

**II.2 Antecedentes históricos..... 68**

II.2.1 El Museo en la segunda mitad del siglo XX (cambio de concepto)..... 68

II.2.2 La Informatización y virtualización de los museos..... 70

**II.3 Los museos y las nuevas tecnologías..... 73**

II.3.1 Informática..... 75

II.3.2 Electrografía..... 76

II.3.3 Cine interactivo..... 77

II.3.4 Pantalla Táctil..... 79

II.3.5 Telemuseo..... 79

II.3.6 Soportes magneto-ópticos..... 80

II.3.7 Tecnologías de la Comunicación..... 83

II.3.8 Realidad Virtual..... 87

II.3.9 Audioguías..... 88

**II.4 Los medias en el Museo Virtual..... 90**

II.4.1 Tipos..... 90

II.4.2 Aportaciones de los medias al proceso de aprendizaje..... 99

II.4.3 Elaboración de un Material Didáctico Multimedia. ..... 103

**II.5 Usos de las Tecnologías Educativas en el museo..... 104**

II.5.1 Comunicación..... 106

II.5.2 Exploración..... 106

II.5.3 Aplicaciones..... 107

II.5.4 Tutoriales..... 107

**II.6 Resumen y conclusiones..... 108**

## III. REALIDAD VIRTUAL 111


**III.1 Qué es la realidad virtual..... 112**

III.1.1 Orígenes de la realidad virtual..... 114

III.1.2 ¿Qué se necesita para crear mundos virtuales?..... 120

**III.2 Conceptos que estructuran la Realidad Virtual..... 122**

III.2.1 Concepto de inmersión..... 122

III.2.2 Concepto de manipulación..... 122

III.2.3 Concepto de navegación..... 123

**III.3 Características de los sistemas de realidad virtual..... 124**

III.3.1 Capacidad Sintética. ..... 124

III.3.2 Interactividad..... 125

III.3.3 Tridimensionalidad..... 126

III.3.4 Ilusión de realidad..... 126

**III.4 Tipos de Realidad Virtual..... 129**

III.4.1 Realidad Virtual Inmersiva. ..... 129

III.4.2 Realidad Virtual No inmersiva..... 130

**III.5 Equipos de realidad virtual ..... 131**

III.5.1 Dispositivos de salida..... 131

III.5.2 Dispositivos de entrada..... 133

**III.6 Aplicaciones de la Realidad Virtual..... 136**

III.6.1 Aplicaciones en general..... 136

III.6.2 Aplicaciones en Ocio-Entretenimiento..... 143

III.6.3 Aplicaciones en educación..... 146

III.6.4 Aplicaciones en Educación Artística..... 154

III.6.5 Aplicaciones en el mundo del arte..... 158

III.6.6 Aplicaciones en el museo..... 160

**III.7 Resumen y conclusiones..... 173**

**IV. LOS MUSEOS VIRTUALES 3D..... 176**

**IV.1 La realidad virtual y el museo. ..... 177**

**IV.2 La difusión del museo virtual 3D a través de Internet..... 180**

IV.2.1 Características..... 183

IV.2.2 Funciones Pedagógicas..... 185

IV.2.3 Posibilidades didácticas de los museos virtuales 3D online..... 190

**IV.3 Análisis y valoración de Museos Virtuales 3D..... 192**

IV.3.1 MUSEOS DE INTERACCIÓN DINÁMICA (VRML) ..... 195

IV.3.2 MUSEOS PASEO VIRTUAL..... 212

**IV.4 Futuro inmediato, nuevas posibilidades del museo. ..... 231**

**IV.5 Resumen y conclusiones..... 233**

# MARCO EXPERIMENTAL


**V. PROYECTO MUPAI3D..... 237**

**V.1 ¿Qué es el MuPAI y el GIMuPAI? ..... 237**

V.1.1 El MUPAI y sus orígenes..... 239

V.1.2 Propósitos fundacionales..... 239

V.1.3 Objetivos del museo..... 240

V.1.4 La colección del museo..... 240

V.1.5 Actividades educativas del museo..... 241

V.1.6 Intercambio y colaboración con otras instituciones..... 242

V.1.7 Exposiciones y talleres..... 242

V.1.8 ¿Qué es el GIMUPAI? ..... 244

**V.2 El MUPAI físico..... 249**

Zona de Exposición..... 250

Zona de Talleres..... 250

Zona de trabajo..... 251

Almacén.....- 252

**V.3 El MUPAI on-line..... 253**

V.3.1 Origen..... 253

V.3.2 En general, por qué surge la necesidad de crear un museo on-line: 253

V.3.3 Las características del MUPAI on-line..... 257

**V.4 EL MUPAI VIRTUAL 3D..... 261**

V.4.1 Justificación..... 261

V.4.2 Planificación y etapas del proyecto. ..... 264

V.4.2 Guía del usuario..... 317

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 339
VII. APLICACIONES..... 345
VIII. INVESTIGACIÓN FUTURA..... 350
IX. GLOSARIO DE TÉRMINOS..... 351
X. AUTORES..... 358
XI. BIBLIOGRAFÍA..... 365

# MARCO TEÓRICO

## I. INTRODUCCIÓN 11

**I.1 Introducción 11**

**I.2 Antecedentes 14**

I.2.1 Realidad virtual 15

I.2.2 Realidad virtual y arte 15

1.2.3 Museos virtuales 16

1.2.4 Museos pedagógicos de arte infantil 17

**1.3 Justificación 19**

1.3.1 Nuevas Tecnologías y Museos 19

1.3.2 Realidad Virtual 20

1.3.3 Realidad virtual y educación en el Museo 21

**I.4 Propuesta de investigación 23**

**I.5 Objetivo de la propuesta 25**

I.5.1 Objetivo principal: 25

I.5.2 Objetivos secundarios: 25

**I.6 Hipótesis planteadas 27**

I.6.1 Hipótesis principal: 30

I.6.2 Hipótesis secundarias: 30

**I.7 Presentación de la metodología 32**

I.7.1 Objeto material 40

I.7.2 Objeto formal 41

**I.8 Contexto de aplicación 44**

I.8.1 Contexto Tecnológico 44

I.8.2 Contexto Educativo Online 52

I.8.3 Contexto Educación Artística Online 57

**I.9 Aclaraciones 58**

**I.10 Resumen 59**

# I. INTRODUCCIÓN

## I.1 Introducción

Para comenzar esta investigación, expondré una pequeña autobiografía así como los motivos que me condujeron a realizar esta investigación. Para ello seguiré un desarrollo cronológico.

En el año 2004 me fue concedida una beca de colaboración en el Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica de la Facultad de Bellas Artes (BBAA) de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

En dicho Departamento, donde se encuentra situado el **Museo Pedagógico de Arte Infantil (MuPAI)** (ver Capítulo V), estuve trabajando durante un año, realizando labores de apoyo para el departamento así como colaborando en el funcionamiento del MuPAI. Durante los tres años siguientes he continuado trabajando pero con el perfil de colaborador honorífico. En estos últimos cuatro años de trabajo en este museo, se ha ido desarrollando mi actividad formativa dentro del campo museístico. En este sentido y debido a una especial implicación en el funcionamiento de dicho museo he sido observador de primera mano de todos aquellos problemas con los que este museo cuenta. Hasta llegar a entender que, este tipo de museos requieren en ocasiones de soluciones imaginativas para superar esos problemas anteriormente mencionados provocados sobre todo por la escasez de recursos tanto económicos y materiales como espaciales.

Abriendo un pequeño paréntesis cabría mencionar que, esta tesis es en cierto modo una continuación del trabajo desarrollado por Fátima Cofán Feijoo en su tesis "Integración y difusión del museo a través de la red Internet. Propuesta interactiva del Museo Pedagógico de Arte Infantil (MuPAI)" del año 2003, donde examina tanto la implantación de la tecnología Web en el museo como los cambios que se originan en la educación al añadir la Web como herramienta para la información, comunicación y formación. Además analiza como la tecnología Web, instrumento instructivo y

constructivo, se convierte en parte adicional del proceso educativo por medio de la implantación de una website en el MuPAI.

Durante estos años de trabajo, el MuPAI ha recibido un sin fin de e-mails, cartas y llamadas tanto de personas interesadas en visitarlo como de aquellas que se lamentaban por la imposibilidad de poder hacerlo. Además, el museo, cuenta con un espacio lo suficientemente pequeño, como para que este museo no pueda exponer toda la obra con la que cuenta en sus fondos. En este sentido, estos dos fueron los hechos principales que me llevaron a plantearme esta investigación:

Por un lado, la posibilidad de crear un espacio tridimensional lo más parecido a la realidad, accesible de manera remota y con contenidos didácticos útiles que hicieran de la visita un espacio para el aprendizaje;
Y por otro lado, crear un recurso capaz de exponer todos los fondos con los que cuenta el MuPAI tanto bidimensionales como tridimensionales.

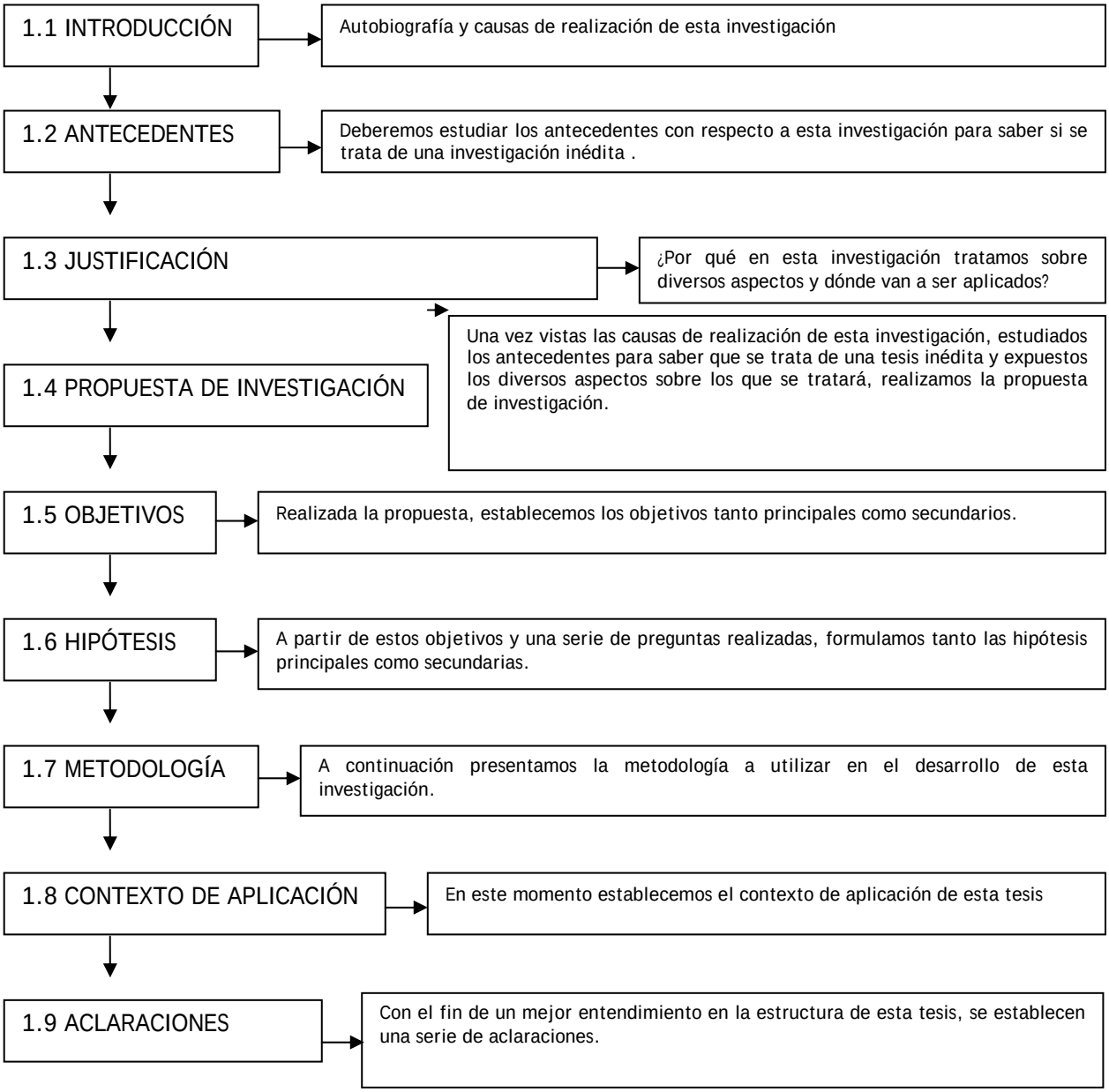
En la posibilidad de realización de esta investigación, influye de manera decisiva mi pertenencia al **Grupo de Investigación del Museo Pedagógico de Arte Infantil (GIMuPAI)**. Este grupo de investigación lleva varios años trabajando en **Proyectos de Innovación Educativa** convocados y financiados por el Vicerrectorado de Innovación, Organización y Calidad de la UCM, dirigidos de manera especial a la creación nuevos espacios de trabajo virtuales con acceso remoto. En este sentido, se destacan algunos de los proyectos realizados y otros concedidos para su realización durante el presente año 2007:

"Evaluación del impacto de virtualización de la asignatura de Bases Didácticas de las Artes Visuales (BDAV) "
"Diseño y evaluación de un catálogo digital de imágenes para la realización de material educativo"
“El Campus Virtual como espacio de aprendizaje de las asignaturas del doctorado 328 en el curso 05/06”
“Evaluación de la virtualización en 3D del MUPAI como recurso didáctico”
“Evaluación del impacto de virtualización de la asignatura de Imagen Digital”
"Dossier: Mecanización de currículo artístico de docentes y estudiantes (Catálogos Virtuales)"
"Evaluación e implantación de dispositivos digitales de tecnología táctil para la información del estudiante"

"Evaluación y creación en realidad virtual de las instalaciones de la Facultad de Bellas Artes"

Este grupo de investigación, de hecho, siempre ha estado a la vanguardia en el uso de nuevas tecnologías como apoyo en la enseñanza de la educación artística. No en vano, gran parte de sus componentes realizaron su tesis doctoral sobre nuevas tecnologías (Ver Capítulo V).

A continuación, proponemos un esquema del contenido de este capítulo:



## I.2 Antecedentes

A continuación, llevamos a cabo un estudio de los antecedentes que pudieran tener relación con el tema de esta tesis. Para ello se definen los objetivos principales que se sitúan en los siguientes puntos:

**a) Utilización de nuevas tecnologías aplicadas al museo.**
**b) Aplicaciones de la realidad virtual.**
**c) Aplicación de la realidad virtual al museo.**
**d) Aplicación de la realidad virtual al museo de arte infantil.**
**e) Investigaciones llevadas a cabo sobre el particular.**

En este sentido, y tras haber realizado un estudio de los antecedentes relacionados con los apartados anteriormente expuestos, podemos afirmar lo siguiente:

**a)** A partir de mediados de siglo ha habido una gran aceptación de las nuevas tecnologías por parte del museo, utilizándolas como medio para suplir aquellas carencias con las que contaba. De hecho, los museos siempre han estado a la vanguardia en la utilización de las nuevas tecnologías como recurso para mejorar sus funciones como instituciones transmisoras de cultura e identidad, así como de servicio a la sociedad.

**b)** La realidad virtual cuenta en la actualidad con numerosas aplicaciones en todos los ámbitos de la sociedad. Ámbitos que han sabido ver su potencial y aplicaciones. Resultando así, ser un recurso de inestimable valía.

**c)** La aplicación de la realidad virtual al museo es bastante reciente. Entre otros motivos debido al alto coste que había tenido hasta hace pocos años esta tecnología. En este sentido aun son pocos los museos que usan sistemas de realidad virtual tanto inmersivos como no.

**d)** No tenemos indicios que nos indiquen que la realidad virtual ha sido aplicada a algún museo pedagógico de arte infantil.

**e)** Es necesario analizar todas aquellas investigaciones relacionadas sobre el particular. Para ello se analizarán atendiendo a diversos aspectos, teniendo en cuenta que deben tener interés para nuestra tesis:

### I.2.1 Realidad virtual

La investigación denominada *"La Realidad Virtual"*, cuyo autor es Luís Alberto García García, de la Facultad de Bellas Artes de Madrid (UCM), establece un análisis en cuanto a la realidad virtual se refiere. Tanto de herramientas, procesos, aplicaciones, etc. como de la aparición de nuevas formas de comunicación. En este sentido, para el autor es necesario conocer en toda su extensión, una tecnología que está cambiando el modo de comunicarnos.

Levis Czernik Diego, de la Universidad Autónoma de Barcelona, en su tesis *"Realidades Inmateriales: Comunicación Digital, Realidad Virtual Y Transformación Social"*, hace un recorrido a través de los diversos agentes tecnológicos, socioculturales y económicos que posibilitan la aparición de la realidad virtual, las tecnologías que hacen posible esta realidad, así como las limitaciones con las que cuenta y las aplicaciones que tiene dentro de la sociedad.

La Tesis denominada *"Realidad Virtual. Usos y Limitaciones en la Educación Superior"*, de Cecilia Margarita Porras Morales de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid, nos plantea la relación del hombre y la tecnología para después profundizar en la relación entre ésta y la educación, abordando "espacios" inmateriales como la realidad virtual y el ciberespacio. Mediante un estudio de Internet y los usos y aplicaciones de la realidad virtual nos plantea la posibilidad de la universidad virtual.

### I.2.2 Realidad virtual y arte

Águeda Simo Cachorro, de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco, en su investigación *"Aplicación de La Realidad Virtual en la creación artística"* indaga sobre la Realidad Virtual, su aparición, desarrollo y contribuciones y la aplicación de esta tecnología en la creación artística. Además entendida esta investigación en

términos multidisciplinares ya que se abordan conocimientos de varias disciplinas, entendiendo así además la aportación que ha realizado el mundo del arte a lo largo de la historia a la ciencia y la tecnología.

### 1.2.3 Museos virtuales

En la tesis titulada *"El museo virtual. Concepto y posibilidades. Experiencias del cibermuseo interactivo: la creación de una colección",* M. Pilar Espona Andreu de la Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Pintura investiga sobre la noción de Museo como institución que está continuamente replanteándose su función, sus objetivos, etc. Para después plantearse la experiencia del cibermuseo interactivo a través del museo virtual on-line.

Mónica García Jiménez (Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad) en *"Del museo virtual al estudio. Una aproximación al arte a través de la interfaz"* se centra en los museos virtuales de arte en CD para proponernos la importancia del diseño de interfaces como un nuevo medio o sistema de comunicación y conocimiento de las obras de arte. Sistema basado en la interactividad que se convierte en la estructura básica de organización y estructuración de la información.

Marcelo Sabbatini indaga sobre cual es la manera en que los museos virtuales, dentro de la museología científica, pueden mejorar y potenciar la difusión y entendimiento de la ciencia y la tecnología, analizando de forma crítica tanto sus posibilidades como sus limitaciones, en su tesis *"Museos y centros de ciencia virtuales. Complementación y potenciación del aprendizaje de ciencias a través de experimentos virtuales"*. Universidad de Salamanca, Departamento de Procesos de Formación en espacios virtuales.

M. Luisa Bellido Gant de la Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Humanidades, en su investigación *"Museos virtuales y digitales: proyectos y realidades. Del arte del objeto al ciberarte"*, analiza desde el uso de soportes magneto-ópticos e Internet, nuevos espacios para la creación y la comunicación artística, la dimensión contemporánea de la obra de arte, hasta el desarrollo de la realidad virtual, video-arte y arte digital y su repercusión en las manifestaciones

artísticas. Además reflexiona sobre los cambios sociales y culturales que ha experimentado el museo con la utilización de las nuevas tecnologías y el surgimiento de una nuevo tipo de museo.

M. Fátima Cofán Feijoo (Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica), en *"Integración y difusión del museo a través de la red Internet. Propuesta interactiva del museo pedagógico de arte infantil (MUPAI)"* examina tanto la implantación de la tecnología Web en el museo como los cambios que se originan en la educación al añadir la Web como herramienta para la información, comunicación y formación en el aula. Se persigue analizar como la tecnología Web, instrumento instructivo y constructivo, se convierte en parte adicional del proceso educativo por medio de la implantación de una website en el Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI).

### 1.2.4 Museos pedagógicos de arte infantil

M. Fátima Cofán Feijoo (Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica), en *"Integración y difusión del museo a través de la red Internet. Propuesta interactiva del museo pedagógico de arte infantil (MUPAI)"* examina tanto la implantación de la tecnología Web en el museo como los cambios que se originan en la educación al añadir la Web como herramienta para la información, comunicación y formación en el aula. Se persigue analizar como la tecnología Web, instrumento instructivo y constructivo, se convierte en parte adicional del proceso educativo por medio de la implantación de una website en el Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI).

Existen otras tesis relacionadas con el museo o con la realidad virtual, si bien están enfocadas desde distintas perspectivas que no tienen especial relación con el tema de la tesis a tratar.

Conclusión

En este sentido, y tras lo investigado hasta el momento, podemos constatar que la combinación de realidad virtual/museos pedagógicos de arte infantil y sus funciones didácticas no ha sido fin prioritario de ninguna investigación, por lo que podemos decir que nos encontramos ante una investigación de carácter innovador.

**Fuentes consultadas**

Para esta investigación se han llevado a cabo consultas tanto de fuentes generales como específicas. Entre estas fuentes se encuentran Centros u Organismos utilizados para realizar esta investigación que a continuación citamos:

**Bibliotecas**

CIDE. Madrid
Facultad de Bellas Artes. Madrid
Facultad de Ciencias de la Información. Madrid
Facultad de Ciencias de la Educación. Madrid
Biblioteca Nacional. Madrid

**Libros-e**
E-library

**Base de datos**

TESEO
CINDOC
CSIC
ERIK

**Redes**

Internet

Una vez analizados antecedentes de esta investigación, pasamos a justificar por qué tratamos sobre diversos aspectos así como a establecer el contexto de aplicación.

## 1.3 Justificación

A continuación se exponen una serie de justificaciones de por qué se ha elegido tratar en esta tesis sobre determinados aspectos. Profundizando sobre aquellos que sustentan esta investigación como son: nuevas tecnologías y museos, la realidad virtual y por último la realidad virtual y su aplicación en la educación en el museo. Además estableceremos el contexto de aplicación de esta investigación.

A continuación se exponen los aspectos fundamentales que van a sustentar la realización de esta investigación:

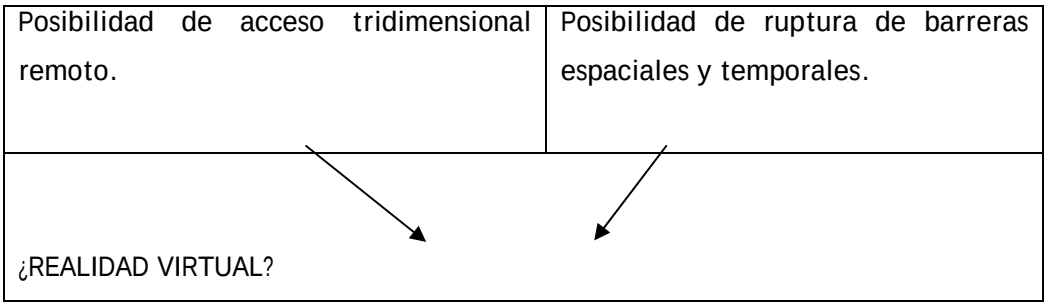
### 1.3.1 Nuevas Tecnologías y Museos

En los últimos tiempos, el enorme desarrollo y evolución de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC), ha producido numerosos cambios en la sociedad, tanto económicos, como sociales, éticos, etc. En este sentido, las TIC, permitieron en gran medida el cambio de rol del museo, si bien es cierto, ayudadas por cambios sociales, políticos, económicos e intelectuales. Los museos, a mitad del siglo XX dejaron de ser sólo contendedores del patrimonio para convertirse en transmisores de cultura e identidad[1].

De tal manera, que desde mediados de siglo, el museo siempre ha recurrido y utilizado las nuevas tecnologías como medio para suplir sus carencias. Tanto de difusión, documentación, conservación, investigación como de educación. Mejorando y ayudando a cumplir con sus funciones de una manera más eficaz. De hecho, siempre ha estado a la vanguardia en la incorporación de las nuevas tecnologías que han ido apareciendo como recurso para la difusión del mismo y para prestar un mejor servicio

[1] Cofán Feijoo, M. Fátima. "Integración y difusión del museo a través de la red internet. Propuesta interactiva del museo pedagógico de arte infantil (MUPAI)". Director: Manuel Hernández Belver. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica, 2003. Pág. 70.

al ciudadano en general y al visitante en particular. De tal manera que buscaremos en las nuevas tecnologías para obtener una solución a los problemas que posee el MuPAI.




### 1.3.2 Realidad Virtual

Tras nuestra búsqueda, aparece la realidad virtual como una tecnología útil a efectos de lo anteriormente expuesto. El uso de la tecnología de realidad virtual es bastante reciente. Su aprovechamiento se limita casi exclusivamente a comunidades de investigación académica, militar, industrial y de desarrollo. Sin embargo, como las tecnologías de realidad virtual maduran y evolucionan, la investigación se está ampliando a áreas más multidisciplinares, tales como la educación, el arte, la cultura y las humanidades. Como instituciones representativas implicadas en la investigación y la presentación de estos campos, los museos, los centros culturales, y los centros de entretenimiento pueden estar en una mejor posición para hacer uso de tecnologías de realidad virtual avanzadas para investigar su potencial educativo. En este sentido son numerosos los investigadores que aconsejan su uso y aplicación. Sus beneficios, en líneas generales, los podríamos resumir en estos apartados:

Supera barreras tanto espaciales como temporales.
Posibilidad de manipulación e interactuación.
Permite un aprendizaje constructivista. Aprendizaje en primera persona.
Elimina barreras arquitectónicas para personas con alguna minusvalía.
Numerosos expertos la consideran como una herramienta valiosísima en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
Proporciona la inmersión en el espacio creado.

Pero, ¿qué es y como funciona la realidad virtual?, ¿por qué investigar sobre ella?, ¿es accesible a nivel usuario?, etc. Estas y otras preguntas nos llevan a investigar claramente sobre una tecnología con lo que parece ser un enorme potencial.

### 1.3.3 Realidad virtual y educación en el Museo

Por último, y atendiendo a lo anteriormente comentado sobre la realidad virtual, justificamos la investigación sobre esta nueva tecnología en su aplicación al museo como recurso para solventar aquellos problemas con los que el MUPAI cuenta.

La realidad virtual, como tecnología cada vez más accesible, cuenta con una serie de ventajas que al propio museo no pueden pasarle desapercibidas. Además de sus funciones pedagógicas y sus posibilidades didácticas, nos encontramos con aquellas ventajas inherentes a todas aquellas tecnologías que son susceptibles de ser usadas vía Web o de modo on-line. En este sentido, esta tecnología puede ser usada vía Internet, incluso podemos establecer espacios "inmersivos" a través de ella.

La realidad virtual puede ser utilizada por los educadores como herramienta de enseñanza donde los propios estudiantes pueden sumergirse en un ambiente donde pueden participar en su propio aprendizaje en un escenario claramente tecnológico.

La realidad virtual está emergiendo como herramienta educativa de gran alcance que tiene el potencial de proveer a los centros de una educación de mayor nivel en un ambiente educativo eficaz y de gran alcance. La ventaja principal de un sistema de realidad virtual es la manera en que permitirá que los estudiantes obren recíprocamente con simulaciones orientadas y educativas.

La didáctica asistida por el ordenador, especialmente si se utilizan espacios virtuales, ofrece al discente y también a quien enseña notable grado de libertad operativa

extendiendo los límites de una clase y proporcionando nuevos horizontes. La educación a distancia también se beneficia de estos entornos virtuales, creando espacios de aprendizaje compartido para proyectos de educación[2]. La Realidad virtual se puede utilizar para apoyar la comprensión compleja estimulando y explorando los sentidos del ser humano[3].

Si bien, ¿cómo aplicar esta tecnología al museo?, ¿qué posibilidades educativas nos ofrece en su relación con el museo?, ¿sus beneficios en su aplicación al museo son destacables?, etc.

Por todo esto, consideramos necesario investigar sobre las aplicaciones didácticas de la realidad virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil.

[2] Kalawsky, R. S. Exploiting Virtual Reality Techniques in Education and Training: Technological Issues
A report prepared for AGOCG. Advanced VR Research Centre. Loughborough University of Technology
www.agocg.ac.uk/reports/virtual/vrtech/title.htm

[3] Traducción propia del inglés.
Fälman, D. (Departamento de Informática de la Universidad de Umea)
http://www.informatik.umu.se/~dfallman/projects/vrie/

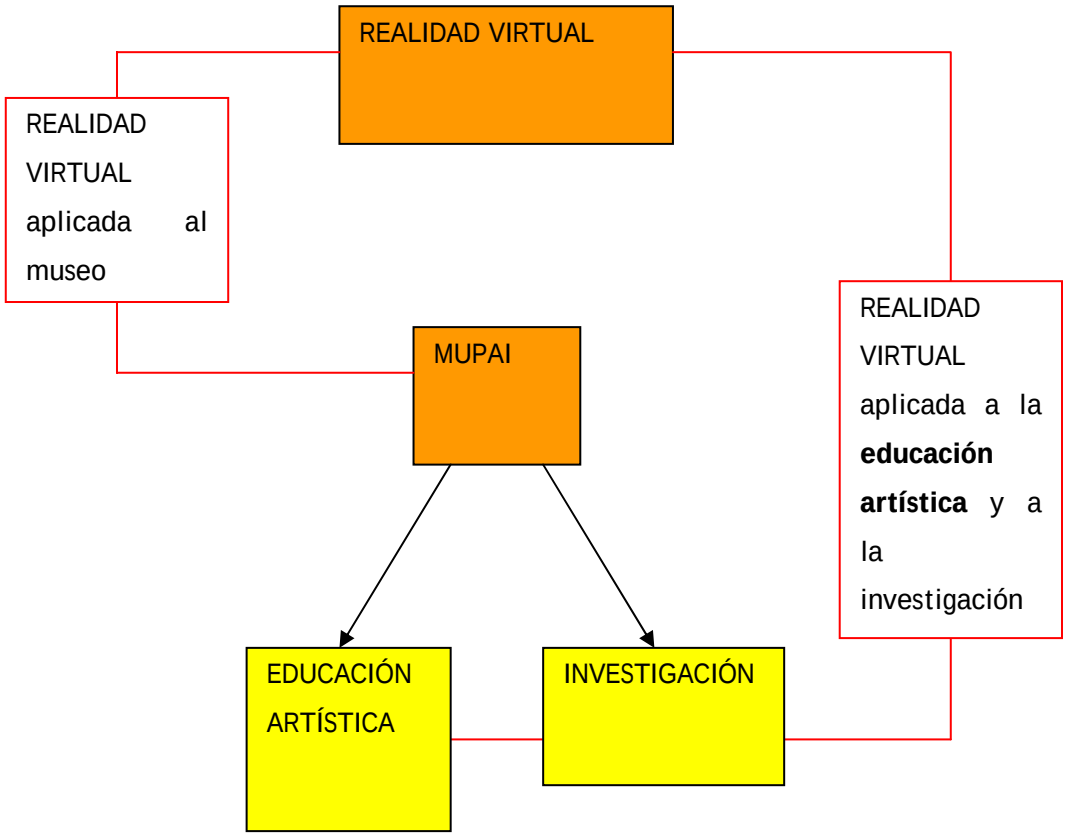
## I.4 Propuesta de investigación

Esta es una investigación de carácter teórico-práctico, en la cual se analizan tanto las posibilidades y potencialidades como las ventajas y desventajas de la creación de un recurso basado en tecnología de realidad virtual aplicado al Museo Pedagógico de Arte Infantil.

**Partiendo de una concepción constructivista del aprendizaje se ha querido generar un instrumento motivador e instructivo que inicie en la investigación educativo-artística de una forma diferente y en cierta manera lúdica. En definitiva, un producto educativo que contiene un aspecto muy atractivo, como es un paseo a tiempo real por el Museo, durante el cual el usuario puede interactuar con los objetos y al mismo tiempo una herramienta apta para la docencia y la investigación.**

Su versatilidad le hace adecuado para un gran abanico de usuarios potenciales. Especialmente pensado para investigadores, docentes y estudiantes interesados por el arte infantil, sin menoscabo de ser sumamente útil para otras comunidades.

En este sentido, a continuación exponemos un esquema básico de la investigación desarrollada:



## I.5 Objetivo de la propuesta

Antes de comentar cuales son los objetivos de nuestra propuesta consideramos necesario aclarar un aspecto importante:
"... En ningún momento se pretende plantear la posibilidad de que la tecnología reemplazará aquello que durante años ha demostrado ser sumamente satisfactorio y mucho menos en una ciencia donde gran parte de la formación se da del contacto entre humanos, sin la intervención de sofisticados aparatos o avanzados desarrollos tecnológicos"[4]. Es decir, no se pretende sustituir en modo alguno al museo físico, sino complementar algunas de las carencias que posee y potenciar aquellas posibilidades que las nuevas tecnologías nos ofrecen.

Dicho esto, considero aclarado este punto y nos centramos en establecer cuáles son los objetivos de esta investigación.

### I.5.1 Objetivo principal:

Diseño y evaluación de aplicaciones didácticas de la Realidad Virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil.

### I.5.2 Objetivos secundarios:

Favorecer la experiencia de aprendizaje de las personas que no pueden visitar físicamente el MuPAI.

---

[4] Citado en: PÉREZ, L. M., GUARNIDO, J. E., VALLEJO, C. (2005). "Realidad Virtual: Tecnología para la educación" http://altair.udea.edu.co/delaurbe/?module=displaystory&story_id=1607&format=html

Creación y diseño de un recurso basado en tecnología de realidad virtual que permita hacer accesible el MuPAI a investigadores, docentes y estudiantes, con elementos didácticos y pedagógicos accesibles y útiles.

Creación de un espacio virtual que sea capaz de contener toda la obra con la que cuenta el MuPAI, tanto bidimensional como tridimensional, y que por razones de espacio no puede ser expuesta.

Facilitar el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía, de tal manera, que en cierta medida podamos romper con las barreras espaciales.

**Aplicaciones didácticas de la Realidad Virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil (MuPAI)**

**OBJETIVOS**

**Objetivo Principal**

Diseño y evaluación de aplicaciones didácticas de la Realidad Virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil.

**Objetivos Secundarios**

Favorecer la experiencia de aprendizaje de las personas que no pueden visitar físicamente el MuPAI.

Creación y diseño de un recurso basado en tecnología de realidad virtual que permita hacer accesible el MUPAI a investigadores, docentes y estudiantes, con elementos didácticos y pedagógicos accesibles y útiles.

Creación de un espacio virtual que sea capaz de contener toda la obra con la que cuenta el MUPAI, tanto bidimensional como tridimensional, y que por razones de espacio no puede ser expuesta.

Facilitar el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía, de tal manera, que en cierta medida podamos romper con las barreras espaciales.

## I.6 Hipótesis planteadas

Una vez vista la propuesta de investigación y los objetivos de la misma, se requiere la necesidad de plantear las hipótesis de la investigación, no si antes establecer una serie de cuestiones necesarias para el posterior desarrollo de la tesis.

**¿Qué aportaciones a la sociedad ofrecerá un recurso on-line para un Museo basado en realidad virtual**?
**¿Qué ventajas o inconvenientes tiene la aplicación de esta tecnología al museo?**
**¿Sería posible la aplicación de esta investigación a otros campos?**
**¿Qué ventajas, en cuanto a educación se refiere, puede aportar este recurso on-line basado en realidad virtual?**
**¿Qué puede aportar la utilización de esta tecnología al Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)?**

A partir de estas cuestiones se elaboran unas hipotéticas respuestas:

**¿Qué aportaciones a la sociedad ofrecerá un recurso on-line para un Museo basado en realidad virtual?**

Aportaciones:

Facilidad de acceso a la información en el ámbito específico.
Posibilidad de eliminación de barreras tanto espaciales como temporales.
Proporciona un aprendizaje constructivista, en primera persona.
Aplicación a múltiples disciplinas.
Recurso útil para personas con algún tipo de minusvalía.

**¿Qué ventajas o inconvenientes tiene la aplicación de esta tecnología, a las actividades del museo?**

Ventajas:

Proporciona un aprendizaje constructivista. Aprendizaje en primera persona.
Posibilidad de visitar el museo desde cualquier parte del mundo y a cualquier hora.

Creación de recursos útiles en términos de investigación.
Adaptación del museo a las posibilidades de personas con algún tipo de minusvalía.
Posibilidad de inmersión en el entorno muy importante en términos de aprendizaje.

Inconvenientes:

El entorno virtual puede conducir a un síndrome de "literalización", en el que el usuario podría confundir el modelo con la realidad.

**¿Qué ventajas, en cuanto a educación se refiere, puede aportar este recurso on-line basado en realidad virtual?**

Aporta motivación.
Suministra experiencia real con el uso de nuevas tecnologías.
Requiere interacción. Anima a la participación más activa.
Da la oportunidad para la inmersión.
Proporciona otro método para la presentación del material.
Anima a la colaboración.
Permite que el principiante proceda con una experiencia según su propio camino.
Permite que el principiante proceda con una experiencia durante un amplio período no fijado por un horario regular de clase.
Permite que el discapacitado participe en un experimento o un ambiente que aprende cuando él no puede hacerlo de otra manera.
Supera barreras lingüísticas.
Proporciona nuevos formas y métodos de visualización.
Puede ilustrar más exactamente algunas características y procesos que por otros medios.
Permite la examinación extrema de un objeto.
Permite la observación a una gran distancia.
Permite la observación y la examinación de áreas y acontecimientos inasequibles por otros medios, tales como escenas subacuáticas, históricas, reconstrucciones de sitios arqueológicos.[5]

[5] PANTELIDIS, V. "Reasons to Use Virtual Reality in Education"

**¿Qué puede aportar la utilización de esta tecnología al Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)?**

Evolución tecnológica del Museo y adaptación a las nuevas posibilidades y necesidades del usuario del MUPAI.

Proporcionar nuevas herramientas tanto de visitas virtuales al museo como de creación de nuevos recursos útiles para los investigadores, docentes y estudiantes interesados en el arte infantil.

Posibilidad de romper barreras espaciales y temporales en la visita al MUPAI.

Poder exponer toda la obra con la que cuenta el MUPAI, que por razones de espacio actualmente no puede ser expuesta.

Hacer posible el acceso a personas con deficiencias físicas.

---

http://vr.coe.ecu.edu/reas.html

### I.6.1 Hipótesis principal:

¿De qué manera los recursos basados en realidad virtual favorecen la experiencia museística del MuPAI?

### I.6.2 Hipótesis secundarias:

¿La creación de este recurso on-line sería de utilidad, tanto como medio para poder visitar el museo, como recurso didáctico útil y accesible para investigadores, docentes y estudiantes interesados en el Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)?.

¿Este recurso serviría como respuesta a los problemas de espacio con los que cuenta el Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)?

¿Este recurso facilitaría el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía?

¿Este recurso favorecerá la experiencia de aprendizaje de las personas que no pueden visitar físicamente el MuPAI?

**Aplicaciones didácticas de la Realidad Virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)**

**Hipótesis Principal**

¿De qué manera los recursos basados en realidad virtual favorecen la experiencia museística del MuPAI?

**Objetivo Principal**

Diseño y evaluación de aplicaciones didácticas de la Realidad Virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil.

**Hipótesis Secundarias**

¿Este recurso favorecerá la experiencia de aprendizaje de las personas que no pueden visitar físicamente el MuPAI?

¿La creación de este recurso on-line sería de utilidad, tanto como medio para poder visitar el museo, como recurso didáctico útil y accesible para investigadores, docentes y estudiantes interesados en el Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)?

¿Este recurso serviría como respuesta a los problemas de espacio con los que cuenta el Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)?

¿Este recurso facilitaría el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía?

**Objetivos Secundarios**

Favorecer la experiencia de aprendizaje de las personas que no pueden visitar físicamente el MuPAI.

Creación y diseño de un recurso basado en tecnología de realidad virtual que permita hacer accesible el MUPAI a investigadores, docentes y estudiantes, con elementos didácticos y pedagógicos accesibles y útiles.

Creación de un espacio virtual que sea capaz de contener toda la obra con la que cuenta el MUPAI, tanto bidimensional como tridimensional, y que por razones de espacio no puede ser expuesta.

Facilitar el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía, de tal manera, que en cierta medida podamos romper con las barreras espaciales.

## I.7 Presentación de la metodología

Se ha de partir de la base de que **Aplicaciones didácticas de la realidad virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil (MuPAI)**, será una investigación orientada a la aplicación, con el propósito de dar respuesta a un problema concreto.

Esta tesis de concibe como una guía para ir introduciendo futuros cambios y posibilidades en los procesos de educación artística e investigación en el contexto museal online, cambios que en algunos casos tienen lugar por el desarrollo y avance de las nuevas tecnologías, en este caso el de la realidad virtual.

A continuación, describiremos superficialmente las dos metodologías fundamentales en la investigación. Por un lado, la empírico analítica y por otro lado, la humanístico interpretativa.

> *"La empírico-analítica, deriva de los enfoques empleados en las ciencias físico naturales. Tiende a centrarse más en aspectos cuantificables de los fenómenos educativos con el fin de constatar relaciones y explicaciones causales generalizables, es decir, enfatiza más el contexto de justificación o contrastación de hipótesis. Los problemas planteados en la orientación empírico-analítica suelen requerir datos cuantitativos, obtenidos con instrumentos estructurados válidos y estadísticos. Es necesaria la replicabilidad en los datos recogidos y en el análisis realizado, destacándose la naturaleza nomotética de la investigación".*[6]

> *"Por otro lado, a humanístico interpretativa, se orienta a describir e interpretar los fenómenos educativos y se interesa por el estudio de los significados e intenciones de las acciones humanas desde la perspectiva de los propios agentes sociales. Desde esta perspectiva se aborda el mundo personal de los sujetos (como interpretan las situaciones, qué significado tienen para ellos) no observable directamente ni susceptible de experimentación. (...)*
> *Los diseños son de naturaleza flexible y adoptan un enfoque progresivo. Los métodos están al servicio del investigador y no a la inversa. Como las técnicas de recogida de datos tiende*

[6] ARNAL, J., DEL RINCÓN, D., LATORRE, A. (1994). "Metodologías de investigación educativa de perspectiva empírico-analítica". En *Investigación educativa. Fundamentos y metodología*. Barcelona, Labor. Pág. 89.

*a utilizar estrategias de tipo cualitativo, como la entrevista, la observación participante, notas de campo, análisis de documentos, etc.".*[7]

Teniendo en cuenta que, en la investigación orientada a la práctica educativa no se ajustan ninguna de ambas tendencias anteriormente descritas, se hace necesario planear una manera de trabajo más flexible. En este sentido, aparece la investigación acción, usada para implantar y promover el cambio, mejorar la capacidad de autorreflexión, guiar la elaboración del currículo y potenciar la formación del propio educador, de los estudiantes y de las demás personas implicadas.

Atendiendo a lo anteriormente expuesto y a diferentes aspectos de esta investigación, como:

El carácter participativo.
La búsqueda para resolver un problema real y concreto, sin pretender generalizar con pretensiones teóricas.
Busca mejorar la práctica educativa en un lugar y espacio determinado.
Contener un compromiso claro de mejora[8].

El método de investigación educativa que mejor se adaptaba al perfil es el de la **investigación-acción**. En este sentido además nos permitía, teniendo en consideración que no cuenta con una metodología propia, utilizar tanto metodologías cualitativas como cuantitativas.

K Lewin, J.Elliot, y S. Kemmis han intentado presentar un modelo de acción, o una *guía* de pasos para estructurar cualquier *investigación-acción*[9]:

**Planteamiento del problema**: identificación, evaluación y especificación de un problema concreto, en una clase o grupo educativo.

---

[7] Ibídem, 193.
[8] AAVV (2005) "La investigación-acción, un camino hacia la innovación educativa". Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Tucuman. Pags. 15-20.
[9] BISQUERRA, R., (1989). "Investigación-acción, *Métodos de investigación educativa. Guía práctica"*. Barcelona, Ceac. Pág. 284

**Organización**: discusión preliminar y negociación entre las partes implicadas (profesores, investigadores, etc.) para llegar a una "propuesta provisional".

**Revisión de la literatura**

**Modelo**: se puede construir un modelo para representar el sistema que se está estudiando.

**Formulación de la hipótesis**: las hipótesis deben entenderse como proposiciones de estrategias de acción en orden de solucionar un problema.

**Procedimiento**: muestras, materiales, métodos, recursos, etc.

**Comprobación del modelo**: Se prueba el funcionamiento del modelo y las soluciones derivadas de él.

**Evaluación continua**: se requiere un feedback permanente de la marcha del proceso, siempre a partir de la experiencia, para ir reajustando los procedimientos.

**Realización del proyecto.**

**Interpretación de los datos.**

**Conclusiones**

**Aplicación inmediata de los hallazgos.**

Con la intención de justificar cada uno de estos puntos como aplicables a la investigación se establece la siguiente correlación:

**Problema concreto***:* realidad virtual aplicada al MUPAI
**Grupo**: estudiantes, docentes e investigadores.

**Organización***:* Grupo de investigación GIMUPAI

**Revisión de la literatura***:* Búsqueda de bibliografía específica

**Modelo***:* que represente el sistema que se está estudiando, en este caso el sistema museal y educativo *on-line*

**Hipótesis***:* formuladas en el apartado 1.6.

**Procedimientos**: muestras, materiales, métodos, recursos, etc. (ser irán planteando en los sucesivos capítulos)

**Comprobación del modelo**: el modelo en este caso es el MUPAI Virtual 3D y se puso en funcionamiento para su evaluación.

**Evaluación continua***:* se trata de evaluar de forma ininterrumpida el Museo Virtual 3D creado, e irlo reajustando y modificando según los avances. Como dato informativo de referencia, decir que el proyecto se colgó de la red Internet en el mes de enero de 2007.

**Realización del proyecto***:* el MuPAI Virtual 3D está realizado y poco a poco se irá completando.

**Interpretación de los datos:** se irá realizando progresivamente.

**Conclusiones:** en capítulos posteriores

**Aplicación inmediata de los hallazgos:** como se apuntaba anteriormente, el continuo feedback y dada la naturaleza on-line del proyecto, éste se está continuamente renovando y actualizando.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | DIMENSIÓN ORGANIZATIVA | |
| DIMENSIÓN ESTRATÉGICA | | Reconstructivista | Constructivista |
| | Discurso: entre participantes | 4. Reflexionar. Retrospectiva sobre la observación | 1. Planificar. Prospectiva para la acción. |
| | Práctica en el contexto social | 3. Observar. Prospectiva para la reflexión | 2. Actuar. Retrospectiva guiada por la planificación |

Los momentos de la **investigación acción**[10]

| **CONDICIONES MÍNIMAS PARA LA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN** | **CONDICIONES CUMPLIDAS POR LA TESIS** |
|---|---|
| **1)** el proyecto es una práctica social considerada como una forma de acción estratégica susceptible de mejoramiento | Potenciación de las posibilidades del museo en tanto en cuanto recurso útil para docentes, investigadores y estudiantes. |
| **2)** el proyecto recorre una espiral de bucles de planificación, acción, observación y reflexión, estando todas estas actividades interrelacionadas sistemática y autocríticamente | Constante replanteación de los momentos de la investigación acción en busca de mejora. |
| **3)** el proyecto implica a los | Como forma parte de un proyecto |

[10] LATORRE, A., DEL RINCÓN, D., ARNAL, J. (1996). "Bases metodológicas de la investigación educativa". Barcelona, Ed. GR92. Pág. 281

| | |
|---|---|
| responsables de la práctica en todos y cada uno de los momentos de la actividad, ampliando gradualmente la participación en el proyecto para incluir a otros de los afectados por la práctica y manteniendo un control colaborativo del proceso | coordinado, hay una continua conexión y colaboración entre las partes implicadas<br>Estrecha relación tanto de los agentes del ámbito museal y tecnológico como en las estrategias de planificación, acción, observación y reflexión. |

Se ha querido introducir este apartado en este capítulo sobre Metodologías de Investigación, puesto que la tesis versa sobre una de las llamadas "tecnologías de la comunicación", y por tanto es necesario definir el ámbito de investigación dentro de estas tecnologías de la información.

Se parte del concepto **Paradigma de la Tecnología de la Información**[11] como conjunto de creencias y actitudes, como visión del mundo "compartida" por un grupo de científicos que implica, específicamente, una metodología determinada[12]. El paradigma es un esquema teórico, o una vía de percepción y comprensión del mundo, que un grupo de científicos ha adoptado. Como se puede deducir, cada comunidad científica participa de un mismo paradigma y constituye así una comunidad intelectual cuyos miembros tienen en común un lenguaje, unos valores, unas metas, unas normas y unas creencias.[13]

Se van a plantear las principales características del dicho *paradigma de la Tecnología de la Información*:

**La primera característica** del nuevo paradigma es que la información es su materia prima: son tecnologías para actuar sobre la información, no solo información para actuar sobre la tecnología, como era el caso de las revoluciones tecnológicas previas.

El **segundo** rasgo hace referencia a la capacidad de penetración de los efectos de las nuevas tecnologías. Puesto que la información es una parte integral de toda actividad humana, todos los procesos de nuestra existencia individual y colectiva están directamente moldeados (aunque sin duda no determinados por el nuevo paradigma tecnológico).

La **tercera** característica alude a la lógica de interconexión de todo sistema o conjunto de relaciones que utilizan estas nuevas tecnologías de la información. La

[11] KUHN. T. S. (1984). "Segundos pensamientos sobre paradigmas". Madrid, Tecnos.
[12] ALVIRA, F. (1981). "Los dos métodos de las ciencias sociales". Madrid, Centro de investigaciones sociológicas. Pág. 34
[13] FERNÁNDEZ DÍAZ, M. J. (1985). "Paradigmas de la investigación pedagógica" en A. de la Orden (ed.): Investigación educativa, Madrid, Anaya. Pág. 184.

morfología de red parece estar bien adaptada para una complejidad de interacción creciente y para pautas de desarrollo impredecible que surgen del poder creativo de esta interacción. (...)

En **cuarto** lugar y relacionado con la interacción, aunque es un rasgo claramente diferente, el paradigma de la tecnología de la información se basa en la "flexibilidad". No sólo los procesos son reversibles, sino que pueden modificarse las organizaciones y las instituciones e incluso alterarse de forma fundamental mediante la reordenación de sus componentes. Lo que es distintivo de la configuración del nuevo paradigma tecnológico es su capacidad para reconfigurarse, un rasgo decisivo en una sociedad caracterizada por el cambio constante y la fluidez organizativa. (...)

Una **quinta** característica de esta revolución tecnológica es la "convergencia creciente de tecnologías específicas en un sistema altamente integrado", dentro del cual las antiguas trayectorias tecnológicas separadas se vuelven prácticamente indistinguibles. Así, las microelectrónicas, las telecomunicaciones, a optoelectrónica y los ordenadores están ahora integrados en un sistema de información.
(...) Las telecomunicaciones son ahora sólo una forma de procesar la información; las tecnologías de la transmisión y enlace están al mismo tiempo cada vez más diversificadas e integradas en la misma red, operada por ordenadores. (...)[14]

Resumiendo, se pueden extraer las siguientes características:

**Materia prima: tecnología**
**Integración**
**Interacción**
**Flexibilidad**
**Convergencia**

[14] CASTELLS, M., (1997). "La revolución tecnológica de la información. En *La era de la información". Vol. 1 La sociedad red*. Madrid, Alianza Editorial. Págs.103-105

A continuación, desarrollamos un cuadro en el que se establecen las semejanzas que definen esta investigación dentro del ámbito también de la investigación dentro de las TIC.

| **CARACTERÍSTICAS DEL PARADIGMA DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN** | **PROPUESTAS DE LA TESIS DOCTORAL Diseño y desarrollo de recursos on-line: aplicaciones virtuales del arte infantil en contextos hospitalarios** |
|---|---|
| **Materia prima: tecnología** | Aplicación de la realidad virtual al museo |
| **Integración** | Museo-Red |
| **Interacción** | Museo-usuario-Museo |
| **Flexibilidad** | La de la propia Red Internet: accesos libres de tiempo y espacio, etc.<br>La de la realidad virtual: espacios tridimensionales navegables. |
| **Convergencia** | Unir varios ámbitos: educación, museo, investigación educativa, investigación artística, nuevas tecnologías, etc. |

Se hace necesario concluir con esta frase de Manuel Castells: El paradigma de la tecnología de la información no evoluciona hacia su cierre como sistema, sino hacia su apertura como una red multifacética. Es poderoso e imponente en su materialidad, pero adaptable y abierto en su desarrollo histórico. Sus cualidades decisivas, son con su carácter integrador, la complejidad y la interconexión.[15]

### I.7.1 Objeto material

El objeto material de nuestra investigación se centra tanto en el diseño y evaluación de aplicaciones de la realidad virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI) como en la búsqueda de soluciones para aquellas deficiencias que todavía posee el mismo a través de esta tecnología.
El estudio se desarrollará bajo dos protocolos de análisis básicos:

#### I.7.1.1 Análisis cualitativo

[15] Ibídem, 109.

Se utilizarán metodologías cualitativas como por ejemplo el estudio de casos, estableciendo un protocolo de análisis y valoración de museos que utilizan la realidad virtual entre sus recursos.
Además también se realizarán encuestas encaminadas a valorar el recurso creado con el fin de mejorarlo constantemente.

#### I.7.1.2 Análisis cuantitativo

El análisis cuantitativo se realizará con un amplio número de usuarios pertenecientes a los perfiles de interés: investigadores, docentes y estudiantes.

### I.7.2 Objeto formal

Una vez establecidos y analizados estos museos y cual es su situación a día de hoy, nos centraremos en el objeto formal de la tesis

#### I.7.2.1 Marco teórico

Este apartado condensa toda la información teórica de la investigación, que serán recogidas de las distintas fuentes a consultar.
En él se analizarán tanto la aparición y evolución de las nuevas tecnologías aplicadas al museo, la realidad virtual, como tecnología con enormes beneficios tanto didácticos para el proceso de enseñanza-aprendizaje como de otra índole, y su aplicación al museo a través de la Red.
Se utilizarán fuentes tanto de primera mano como de segunda. Para Umberto Eco, los informes elaborados por otros autores, aunque estén formados por citas amplísimas, no son una fuente: son como máximo fuentes de segunda mano.[16]

[16] ECO, U. (1998). "Cómo se escribe una tesis". Barcelona, Gedisa. Pág. 75

Al final de este Marco Teórico de la investigación se realizará un estudio descriptivo a través de un estudio de casos con el fin de analizar aquellos museos que utilizan la realidad virtual.

### I.7.2.2 Marco Experimental

El marco experimental de esta tesis se centrará en la aplicación de la investigación previamente llevada a cabo en el marco teórico a través de la creación de recursos virtuales 3D didácticos y útiles. Además se llevarán a cabo una serie de análisis de datos y encuestas encaminadas tanto a hacer un recurso útil como a evaluarlo y mejorarlo.
Como metodología de recogida de datos se utilizarán los cuestionarios de encuesta, de tal modo que sean los usuarios los que evalúen el recurso. Atendiendo eso sí, a su perfil de docente, investigador o estudiante.
Además se obtendrán datos para su posterior análisis desde un pequeño código instalado en la página Web del MUPAI con la intención de conocer los requisitos sobre todo técnicos de los equipos que utilizan los usuarios de dicho museo cuando acceden a la Web del MUPAI.

El Marco Experimental de esta tesis se llevará a cabo en las siguientes fases:

Planificación y etapas del proyecto.

**FASE I. Especificación**

1. Inicio del proyecto
2. Objetivos del proyecto.
3. Estudio de características de usuarios actuales y futuros

**Fase II. Planificación**

4. Posibilidades de virtualización y publicación de los recursos
5. Planificación de acciones, recursos y estrategias didácticas
6. Recursos y equipos necesarios para el proceso (herramientas)
7. Limitaciones

**FASE III. Muestreo**

8. Fase de análisis y selección del contenido

**Fase IV. Construcción**

9. Virtualización de recursos
10. Diseño de la Interfaz
11. Elección de acciones de utilidad didáctica

**FASE V. Pruebas**

12. Pruebas de funcionalidad y utilidad

FASE VI. Publicación

13. Montaje y publicación de recursos vía Web

**FASE VII. Evaluación.**

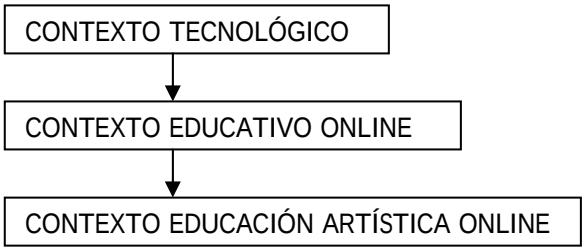
14. Evaluación.

15. Estudio de respuesta

## I.8 Contexto de aplicación

El contexto sobre el que trabajaremos será el MuPAI (para saber más sobre el MuPAI y no ser demasiado repetitivos, ver Capítulo V). Al comienzo de este Capítulo I hemos explicado las razones de trabajar sobre este museo universitario, por tanto no nos extenderemos en más explicaciones.

Si bien, y tras los objetivos, las hipótesis y la propuesta de investigación, sí debemos precisar el contexto de aplicación. Si queremos diseñar y evaluar las aplicaciones didácticas de la realidad virtual en el MuPAI, favorecer la experiencia de aprendizaje de las personas que no pueden visitar físicamente el museo, crear y diseñar un recurso accesible para investigadores, docentes y estudiantes, con elementos didácticos y pedagógicos accesibles y útiles, crear un espacio virtual que sea capaz de contener toda la obra con la que cuenta el MUPAI, tanto bidimensional como tridimensional, y que por razones de espacio no puede ser expuesta y facilitar el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía, de tal manera, que en cierta medida podamos romper con las barreras espaciales, nuestro contexto de aplicación debe ser el contexto educativo online, y más concretamente el contexto educación artística online. En este sentido, el uso de la TIC en esta investigación será un elemento clave.




### I.8.1 Contexto Tecnológico

El contexto de aplicación será eminentemente tecnológico. Por tanto las TIC tendrán una importancia relevante en esta investigación. Primero, por la utilización de una tecnología tan actual como es la realidad virtual, que podemos encontrar en los

videojuegos más actuales, en el cine, en la televisión, etc. Y segundo, y muy importante, por el uso de la tecnología online a través de Internet que va a resultar decisiva en términos de accesibilidad.

En este sentido es importante que definamos una serie de conceptos que aparecerán durante toda la tesis. Ello nos servirá para saber en cada momento a qué nos estamos refiriendo cuando utilicemos cada uno de ellos. El objetivo perseguido es establecer una serie de definiciones de cada concepto en los términos en los que esta tesis se desarrolla. Por lo tanto no tiene una validez absoluta e inmutable. Además, debido a la gran confusión que actualmente existe entre muchos autores en la diferenciación de cada tipo de museo se hace necesaria una delimitación de los mismos. Museo online, museo virtual, museo digital, etc. Esta diferenciación será hecha atendiendo a sus características tecnológicas.

### Nuevas Tecnologías o TIC

Cuando hablemos de nuevas tecnologías nos estaremos refiriendo en esta investigación a las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación).

Las TIC las podríamos definir como instrumentos y procesos utilizados para recuperar, almacenar, organizar, manejar, producir, presentar e intercambiar información por medios electrónicos y automáticos. Como ejemplos podríamos citar los equipos físicos y programas informáticos, material de telecomunicaciones en forma de computadoras personales, escáneres, cámaras digitales, asistentes personales digitales, teléfonos, facsímiles, módems, tocadiscos, grabadoras de CD y DVD, radio y televisión, además de programas como bases de datos y aplicaciones multimedia[17]. En resumen, las TIC son aquellas tecnologías que permiten transmitir, procesar y difundir información de manera instantánea. "Son consideradas la base para reducir la Brecha Digital sobre la que se tiene que construir una Sociedad de la Información y una Economía del Conocimiento.

[17] www.unece.org/stats/documents/ces/sem.52/6.x.pdf

Referidas a la educación se centran en las posibilidades de aplicación de dichas tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje"[18].

**Multimedia**

Que utiliza conjunta y simultáneamente diversos medios, como imágenes, sonidos y texto, en la transmisión de una información.

**Interactividad**

La Doctora Noemí Ávila Valdés lo define con enorme acierto:
*"Forma de relación en la red Internet. Existe un margen para la acción y la reacción entre dos personas conectadas en dos ordenadores remotos, o bien, entre una o varias personas y un ordenador. Esta acción o relación implica la posibilidad de transferir información y de seleccionar la información que se desea consultar"*[19].

Por último, aclarar que, cuando nos refiramos a lo largo de la tesis a alguno de los vocablos o expresiones anteriormente citadas, lo haremos en los términos explicados en cada uno de ellos, a fin de quedar claramente definido su significado en el contexto de esta tesis.

**Realidad virtual**

Dentro de las nuevas tecnologías ha surgido una nueva dimensión, hasta hace poco tiempo desconocida, denominada realidad virtual y que Leber en 1992, define como la sexta revolución que ha tenido lugar en nuestro tiempo. Ésta permite al visitante

[18] ÁVILA VALDÉS, N. (2005). "Diseño y desarrollo de recursos on-line: aplicaciones virtuales de arte infantil en contextos hospitalarios". Directores: Manuel Hernández Belver y Ana Mª Ullán de la Fuente. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica. Pág. 417.

[19] Ibídem.

entrar dentro de la obra e ir más allá, donde cada uno podrá imaginarse su propio museo[20].

El término realidad virtual fue acuñado por Jaron Lanier en 1989. Lanier, la define en los siguientes términos*: "un ambiente generado por computadora, interactivo, tridimensional, en el cual se sumerge a una persona"*[21].

Para Guillermo Vera Ocete, Mª Ángeles Burgos González, José Antonio Ortega Carrillo, la *"Realidad Virtual es una simulación tridimensional dinámica en la que el usuario se siente introducido en un ambiente artificial que percibe como real en base a estímulos a los órganos sensoriales"*[22].

Para Mª Luisa Bellido Gant (2001), para poder catalogar un sistema de realidad virtual como tal, es necesario que cumpla una serie de características fundamentales: tener capacidad para generar imágenes, poseer tridimensionalidad, y favorecer la inmersión y la interactividad[23]. Entendemos que Mª Luisa Bellido Gant considera que la realidad virtual no inmersiva, a pesar de ser no inmersiva favorece dicha inmersión, porque si no, de otro modo, lo consideramos un lapsus o un error al no tener en cuenta este tipo de realidad virtual.

Tomás Maldonado en su libro lo real y lo virtual entiende por realidad virtual esa particular tipología de realidad simulada en la que el observador (en este caso espectador, actor y operador) puede penetrar interactivamente, con ayuda de determinadas prótesis ópticas, táctiles o auditivas, en un ambiente tridimensional generado por el ordenador[24].

Todas las definiciones anteriormente citadas estarían dentro del ámbito de aplicación de esta tesis, aunque, y con el fin de aclarar algunas de las definiciones anteriormente citadas, cabría diferenciar claramente dos tipos de realidad virtual, inmersiva y no inmersiva.

---

[20] Citado en: DYAZ, A., ARAGONESES, J. (1995). "Arte, placer y tecnología". Madrid, Anaya Multimedia, D.L.
[21] Ibídem.
[22] VERA OCETE, G., BURGOS GONZÁLEZ, Mª A., ORTEGA CARRILLO, J. A. "La realidad virtual y sus posibilidades didácticas".
http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero%201/Articulos/Realidad%20virtual.doc
[23] BELLIDO GANT, Mª L. (2001). "Arte, museos y Nuevas Tecnologías". Madrid, Ed. Trea.
[24] MALDONADO, T. (1999). "Lo real y lo virtual". Barcelona, Ed. Gedisa.

Hablamos de realidad inmersiva cuando nos referimos a la utilización de algún dispositivo que nos permite introducirnos totalmente en la realidad virtual que observamos. Cuando decimos dispositivos nos referimos a cascos estereoscópicos, guantes de datos, cabinas, etc.

Por el contrario cuando hablamos de realidad virtual no inmersiva nos referimos sobre todo a aquella representada en la pantalla del ordenador. Y sus periféricos serían el ratón y el teclado. Si bien, hay estudios encaminados a convertir ésta también en inmersiva.

> *"Es fácil deducir que esta tecnología, que favorece la sensación de inmersión, contribuye de forma efectiva a eliminar la frontera sujeto-objeto que existe entre nosotros y la máquina. Gracias a ello, nuestras experiencias en un mundo virtual podrían llegar a ser del mismo tipo que en el mundo real, con sus mismas características principales. Es decir, dichas experiencias generarán un conocimiento directo, personal, subjetivo e implícito en la medida de lo posible. Además, permiten una buena comprensión de elementos abstractos, hechos o fenómenos complejos para los estudiantes, que de otra manera más rudimentaria se comprenderían en menor medida. En resumen, la Realidad Virtual permite crear experiencias en primera persona, accesibles originariamente a través de la experiencia directa con el mundo real"*[25].

Nuestra definición propia de la realidad virtual y la que aplicaremos en esta investigación será la siguiente: ambiente o mundo generado por ordenador, que permite la interacción y manipulación de ese mundo, la dominación del espacio en tres direcciones, y la inmersión del usuario a través de equipos periféricos que actúan sobre nuestros sentidos. Todo ello persiguiendo la sensación de realidad.
Es muy importante la última frase de nuestra definición. Ya que la sensación de realidad no significa la representación del mundo real, sino que nuestras sensaciones sean parecidas a las del mismo.

**Museo Digital**

[25] VERA OCETE, G., BURGOS GONZÁLEZ, Mª A., ORTEGA CARRILLO, J. A. Op. cit.

Es aquel cuyos contenidos han sido digitalizados y pueden ser vistos ya sea a través de la red o mediante algún soporte óptico.

**Museo Multimedia**

Es aquel museo que combina texto, imagen fija, sonido e imagen en movimiento.

**Museo on-line**

Se entiende por museo online aquel que es accesible a través de una red, en este caso Internet. Su traducción literal sería museo en línea.

**Museo Virtual**

En cuanto al museo virtual su definición es algo más complicada. Algunos autores como los que mencionaré a continuación definen el museo virtual en los siguientes términos:

Sergio Talens y José Hernández entienden los museos virtuales como una réplica de los museos tradicionales pero en soporte electrónico:

> *"Los museos virtuales reciben fundamentalmente esta denominación porque suelen copiar los contenidos de algún otro museo real, siguen la obra de algún artista o tratan un tema especial. Aunque los museos virtuales no reemplazarán nunca las visitas físicas para ver los originales de obras históricas para la humanidad, cuando la distancia o las posibilidades económicas no permiten ir, siempre pueden ser una opción muy válida para un primer acercamiento, de una forma más próxima (virtual) a lo que sería la verdadera visita"*[26].

Esta es una visión demasiado reduccionista de lo que es un Museo Virtual, ya que ambos autores lo sitúan como un simple recurso para cuando la visita física no es

[26] Citado por: BELLIDO GANT, Mª L. Op. cit., 248-249.

posible. Sin embargo, creemos que Arturo Colorado se aproxima más a la definición de Museo Virtual.

Para Arturo Colorado, creador del CD-ROM del Museo Thyssen-Bornemisza, el *"museo virtual es el medio que ofrece al visitante un fácil acceso a las piezas y a la información que desea encontrar en diferentes temas artísticos y en distintos museos. De hecho, el Museo Virtual sería el nexo entre muchas colecciones digitalizadas y puede ser utilizado como un recurso para organizar exposiciones individuales, a la medida de las expectativas e intereses del usuario"*[27].

Antonio Cerveira Pinto artista y crítico portugués y uno de los responsables del Museo Virtual de Alentejo, define los museos virtuales:

> *"El museo del futuro deberá abrir el abanico de sus posibilidades culturales. Podemos imaginarlo como "parque" o santuario de la experiencia estética, un lugar interactivo del saber, del placer y de la contemplación (...) Me gusta imaginar el museo del próximo siglo como una extensa e interactiva red de bases de datos multimedia distribuida por el inmenso espacio electrónico, estimulando un sinfín de intercambios personales, enriquecidos por la libertad inherente a las micrologías del espacio cibernético. El "museo virtual", deberá ser sobre todo un nuevo sistema operativo dedicado a las artes"*[28].

Atendiendo a las anteriores definiciones expuestas, podríamos decir que el museo virtual es aquel museo que ofrece al usuario el acceso digital (ya sea a través de Internet o algún otro soporte) a los fondos visuales del museo de forma bidimensional con información relevante tanto de los fondos como del propio museo. En estos términos será empleado en esta investigación.

**Museo Virtual 3D**

Cuenta con todas las características del Museo Virtual, con la salvedad que este Museo se puede visitar, ya sea a través de la red o mediante algún otro soporte óptico, tridimensionalmente. El cual además puede ser inmersivo o no. Para aclararlo,

[27] Ibídem.
[28] Citado en: BELLIDO GANT, Mª L. Op. cit.

brevemente expondré de manera precisa y simplificada sus características principales, si bien en el término realidad virtual y posteriormente en el Capítulo IV queda suficientemente aclarado.

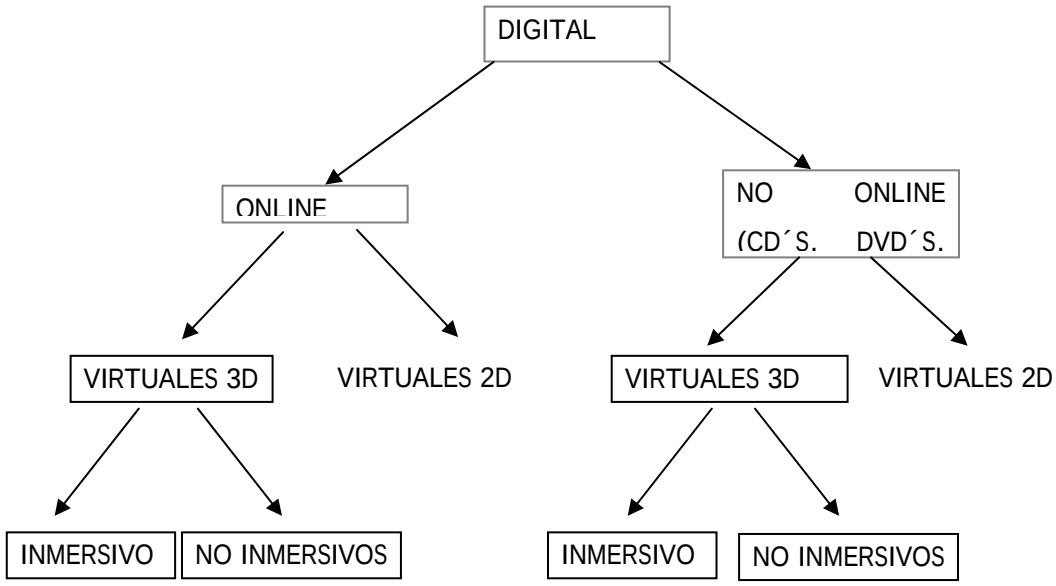
Museo Virtual 3D inmersivo es aquel en el que el usuario está rodeado por la escena y utiliza periféricos de inmersión como cascos estereoscópicos, guantes de datos, trajes de datos, etc.

El Museo Virtual 3D no inmersivo es aquel que podemos visitar a través del ordenador con periféricos como el ratón y el teclado.

Por lo tanto cuando nos refiramos al Museo Virtual 3D nos estaremos refiriendo al mismo en los términos anteriormente expuestos. Museo Virtual 3D es el nombre que le hemos dado para diferenciarlo de otro tipo de museos. En este sentido, cabe decir que hay muchos autores que lo denominan Museo Virtual, mas consideramos esta denominación vaga e imprecisa y que no diferencia de manera exacta las cualidades de este tipo de museos.

En este sentido a continuación se propone un esquema en el que se establece una aclaración sobre los diferentes tipos de museos:

Cabría explicar que en nuestra opinión, el Museo Digital y el Museo Multimedia, son lo mismo. A partir de ahí, lo podemos dividir en on-line, cuando son difundidos a través de alguna red, y no on-line, cuando se utiliza para su difusión algún soporte multimedia.
En este sentido los museos tanto on-line como no on-line, los podemos dividir en dos tipos, virtuales 2D o virtuales a secas y virtuales 3D. Dentro de estos últimos tiene cabida aquellos que son inmersivos como los no-inmersivos.




### I.8.2 Contexto Educativo Online

La educación online posee una serie de características específicas que pasamos a explicar:

**Acceso ampliado a la educación**

La red, Internet, elimina barreras tanto geográficas y temporales, como físicas. De tal manera que cualquier persona, en cualquier parte del mundo y a cualquier hora puede tener acceso a la información.

El aprendizaje en la red no sólo ofrece cursos y temarios, sino que además nos posibilita formar equipos con otras personas para poner en común conocimientos y producirlos de forma conjunta. Además, la red, se convierte en un contexto de aprendizaje para toda la vida, siendo otra de las características fundamentales de la

educación en la llamada Sociedad de la Información y de la Comunicación, que obliga al individuo a readaptarse continuamente a los cambios tecnológicos.[29]

**Aprendizaje en colaboración y trabajo en grupo**

La red, además de la producción de contenidos, nos permite el intercambio de información, posibilitando por tanto la colaboración sin importar la ubicación geográfica. De tal forma que se crean nuevos entornos de comunicación y por tanto la interacción social es aun mayor.

**Aprendizaje activo**

Para que pueda producirse requiere de interactividad, el usuario tiene que actuar de alguna forma, ya sea escribiendo, pulsando alguna tecla, etc., con el ordenador para que este actúe. Ligado a este hecho, posteriormente hablaremos del constructivismo como tendencia en la que el usuario es el que genera su propio aprendizaje.

**Fluidez de los roles y protagonismo del usuario**

Si entendemos que cualquier persona puede ser generador de información para otros, nos daremos cuenta de, además de la posibilidad de que un usuario posea diferentes roles (alumno, tutor), el alumno cobra un protagonismo especial ya que puede ser capaz de dirigir su propio estudio.

**Creación de comunidades de aprendizaje en red**

Como ya comentábamos anteriormente, el contexto educativo online permite la creación de comunidades para el trabajo y el intercambio de información. En este sentido la creación de estas comunidades que pueden producirse, y de hecho se producen, entre usuarios remotos proporciona nuevos puntos de vista así como un mayor y mejor conocimiento de la realidad.

El contexto educativo online se basa en una serie de aspectos que a continuación explicaremos:

---

[29] ÁVILA, N. Op. cit., 88-89.

### Interactividad

Ezio Manzini en su libro "Artefactos: Hacia una nueva ecología del ambiente artificial" trata el concepto de Interactividad a partir de la perspectiva que brindan los objetos inteligentes y que se define por el surgimiento de una comunicación flexible entre le hombre y el objeto, por medio del intercambio de roles del emisor y el receptor. El objeto deja su estado pasivo para comunicarse con el hombre a través de flujos de información[30].

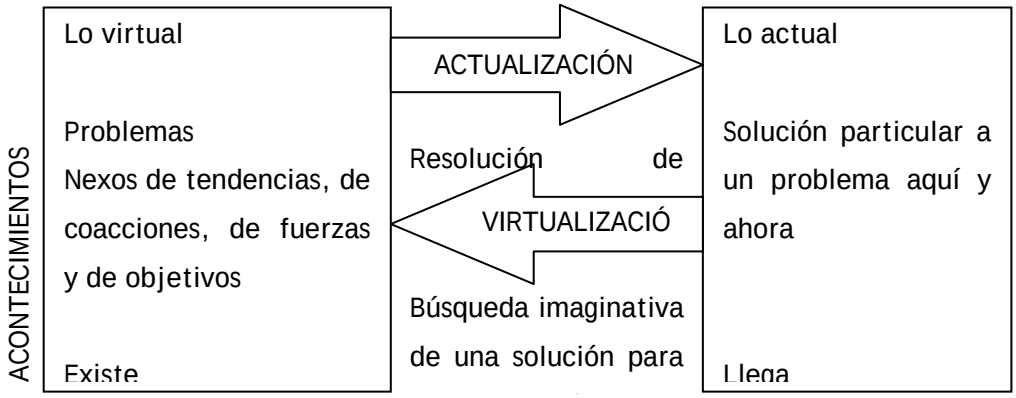
### Virtualidad

Según Lévy:

> *"La virtualización puede definirse como el movimiento inverso a la actualización. Consiste en el paso de lo actual a lo virtual, en una "elevación a la potencia" de la entidad considerada. La virtualización no es una desrealización (la transformación de una realidad en un conjunto de posibles), sino una mutación de identidad,…. Virtualizar una entidad cualquiera consiste en descubrir la cuestión general a la que se refiere, en mutar la entidad en dirección a este interrogante y en redefinir la actualidad de partida como respuesta a una cuestión particular".*

Un ejemplo de virtualización muy familiar para nosotros es el hipertexto, "contrariamente al texto clásico, lineal y estático, el hipertexto sólo se concibe sobre un soporte dinámico, es una red de n dimensiones, con una multiplicidad de recorridos posibles. El hipertexto es una matriz de textos virtuales o un texto de geometría variable". Por tanto, lo virtual es algo en potencia, si bien subordinado a continuas actualizaciones. Para una mejor comprensión expondremos el esquema de Pierre Levy:

[30] MANZINI, E. (1996). "Artefactos: Hacia una nueva ecología del ambiente artificial". Madrid, Ed. Celeste.




Esquema de P. Levy en ¿Qué es lo virtual? Pag. 19

**Aprendizaje constructivista**

*"Cualquier red de aprendizaje o de conocimiento se basa en el aprendizaje autodirigido y el crecimiento mediante la obtención de información, técnica y conocimientos. No hay un temario prescrito. El aprendizaje tiene lugar mediante la interacción con colegas y expertos sobre cualquier tema o campo en el que el usuario esté interesado, ya esté relacionado con el trabajo, el ocio, las relaciones personales o las actividades de la comunidad. El sujeto del aprendizaje puede construir su propio temario, aprovechando la extraordinaria gama de material disponible en Internet o en cualquier otra red".*[31]

**Alfabetismo digital**

Debido en gran medida al cambio social impuesto por la Sociedad de la Información y Comunicación, algunos autores nos hablan de un alfabetismo digital, basado en unas guías que formen e informen de las estrategias pedagógicas para esta nueva perspectiva social.

Ron Barnett[32] plantea algunas de estas guías o estrategias para acometer el aprendizaje específico en las tecnologías y la red[33]:

[31] HARASAIN, L., HILTZ, S., TOROFF, M., TELES, L. (2000). "Redes de aprendizaje". Barcelona, Gedisa. Pág. 32.
[32] ZINDER, I. (compiladora) (2004). "Alfabetismos digitales: comunicación, innovación y educación en la era electrónica". Málaga, Ajibe.

Las culturas populares y visuales se hallan inmersas en la tecnología. Los educandos son a la vez progenitores y creadores de la innovación tecnológica.

La resistencia y la aquiescencia impulsan el aprendizaje. Los fenómenos culturales forman parte de un complejo sistema a través del cual se construye una variedad de narrativas centrales. Estas narrativas son el contenido de los medios de comunicación y, si queremos conectar el aprendizaje con el contexto, necesitamos conocer y aprender esas historias.

Las aulas son plazas públicas de intercambio. El aprendizaje conectado a la red no elimina las contradicciones, el potencial y las trampas de la experiencia en el aula. La tecnología nunca es sustituto del intercambio interpersonal, incluso en un momento donde Internet está redefiniendo lo que entendemos por discurso público y espacios públicos así como por interactividad y conversación humana.

La búsqueda de significado se da a través de pautas; los educandos construyen significado mediante la creación de pautas de conexiones[34].

Conexiones significa conectividad, algo que no se puede conseguir amenos que haya una comprensión genuina de cómo funcione el proceso de las comunicaciones. Eso significa que los estudiantes tienen que participar en la creación de la experiencia de aprendizaje. Y eso no es sólo para ellos mismos, sino también para los profesores que les enseñan. La comunicación es un intercambio entre iguales y/o aquellos que se esfuerzan por alcanzar la igualdad.

Se necesita un enfoque interdisciplinar o transdiciplinar si queremos crear un nuevo paradigma de aprendizaje y el uso de las tecnologías tiene que multiplicarse en todos los niveles[35].

---

[33] Citado en: ÁVILA VALDÉS, N. Op. cit., 95.

[34] MARSHALL, S. (2000). "The Learning Store of the Illinois Mathematics and Science Academy". http://www.learndev.org

[35] STEPHENS, K. (2000). "A Critical discusion of the New Literacy Studies". Brithish journal of Educational Studies.

### I.8.3 Contexto Educación Artística Online

La aparición de la tecnología online y su aplicación en la presentación y difusión de las imágenes artísticas han hecho que, sin duda, las instituciones culturales así como los museos hayan sido los pioneros en el uso de esta tecnología.

En la década de los 80, se produjo un enorme desarrollo de las redes y por tanto de la tecnología online. De manera que surge la posibilidad de incluir en la red textos junto con imágenes, videos, etc. lo que producirá un cambio sustancial en la educación y por ende, en la educación artística. Esta revolución multimedia provocará la aparición de nuevas formas y métodos de enseñanza de la educación artística. Como veremos más adelante en esta investigación, el uso de varios sentidos en el proceso de aprendizaje, lo ayuda y consolida. Según diversos autores, nuestro aprendizaje es mayor y mejor cuantos más sentidos intervienen en el proceso. Y este es un aspecto muy importante en la aparición de los sistemas multimedia. De hecho, la realidad virtual es una tecnología que nos va a permitir incorporar todos los medias al mundo virtual generado.

La relación entre educación artística y medio online, puede ser enfocado por un lado, entendiendo que las características del medio online han posibilitado desarrollar una sucesión de recursos que permiten acercar de forma intuitiva el arte al usuario o alumno, y por otro lado, y teniendo en cuenta que desde el mismo instante en que la imagen forma parte del medio online, se abre un nuevo campo de estudio de la imagen, es decir, de la Cultura Visual, se torna obligatorio enseñar y educar sobre el propio medio online, como un contenido más dentro de la educación artística. En este sentido los museos se sitúan en la primera opción. Más especialmente en lo referente a la presentación y difusión de la Historia del Arte. Si bien son muchos los museos que en los últimos años han ampliado sus recursos accesibles a través de Internet de forma que el usuario no sólo cuenta con acceso a información sino que le son propuestas actividades online, visitas virtuales, etc.

## I.9 Aclaraciones

Se hace necesario establecer unas precisiones sobre la investigación a fin de ser más eficaces en nuestro propósito:

Con el fin de no resultar ininteligible, no se profundizará demasiado en aspectos técnicos referentes a las nuevas tecnologías en general y a la realidad virtual en particular. Sólo lo estrictamente necesario a fin de entender diversos aspectos de esta investigación.

En este sentido, esta tesis cuenta en sus páginas finales con un glosario de términos donde poder consultar aquellos más específicos o técnicos.

Al final de cada capítulo se expondrá un pequeño resumen y un apartado de conclusiones.

## I.10 Resumen

En este primer capítulo hemos planteado nuestras motivaciones para realizar esta investigación y de dónde surge la idea de investigar sobre realidad virtual y su aplicación al Museo.

Es a partir de aquí, junto con otras motivaciones, donde se inicia:

**Aplicaciones didácticas de la realidad virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI).**

Seguidamente nos centramos en los antecedentes de esta investigación y en la propuesta de la misma:

**Generar un instrumento motivador e instructivo que inicie en la investigación educativo-artística de una forma diferente y en cierta manera lúdica, además de un producto educativo que contenga un aspecto muy atractivo, como es un paseo a tiempo real por el Museo, durante el cual el usuario puede interactuar con los objetos y al mismo tiempo una herramienta apta para la docencia y la investigación.**

Así, posteriormente establecemos los objetivos de una investigación cuyo marco experimental se centra en la creación de un recurso real y por lo tanto debe contar con unos objetivos que nos ayudarán inevitablemente a establecer posteriormente nuestras hipótesis.

Hipótesis que además parten de la formulación de una serie de preguntas previas para después tomar forma y convertirse en dos hipótesis, una principal y otra secundaria:

**Hipótesis principal**

¿De qué manera los recursos basados en realidad virtual favorecen la experiencia museística del MuPAI?

**Hipótesis Secundarias**

¿La creación de este recurso on-line sería de utilidad, tanto como medio para poder visitar el museo, como recurso didáctico útil y accesible para investigadores, docentes y estudiantes interesados en el Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)?.

¿Este recurso serviría como respuesta a los problemas de espacio con los que cuenta el Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)?

¿Este recurso facilitaría el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía?

¿Este recurso favorecerá la experiencia de aprendizaje de las personas que no pueden visitar físicamente el MuPAI?

Una vez establecidos tanto los objetivos como las hipótesis de esta investigación, presentamos la metodología a desarrollar. Basada en la investigación acción con metodologías tanto cualitativas como cuantitativas.

Seguidamente exponemos los contextos de aplicación de esta investigación, de lo más general a lo más particular:

**Contexto tecnológico**
**Contexto educativo online**
**Contexto de la educación artística online**

Por último, acabamos con una serie de aclaraciones sobre determinados aspectos de la estructura de esta tesis para que su comprensión sea aun mejor.

Nuestro primer objetivo en el siguiente capítulo es saber cuándo y por qué empieza el museo a utilizar nuevas tecnologías y cuál es el uso que han hecho de ellas a fin de mejorar la institución. Si bien, el hacer un repaso de las mismas nos ayudará a entender la utilización que haremos de ellas.

## II. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL MUSEO 62


**II.1 El ICOM 64**

II.1.1 ICOM y nuevas tecnologías 65

II.1.2 ICOM y sistemas multimedia 66

**II.2 Antecedentes históricos 68**

II.2.1 El Museo en la segunda mitad del siglo XX (cambio de concepto) 68

II.2.2 La Informatización y virtualización de los museos 70

**II.3 Los museos y las nuevas tecnologías 73**

II.3.1 Informática 75

II.3.2 Electrografía 76

II.3.3 Cine interactivo 77

II.3.4 Pantalla Táctil 79

II.3.5 Telemuseo 79

II.3.6 Soportes magneto-ópticos 80

II.3.7 Tecnologías de la Comunicación 83

II.3.8 Realidad Virtual 87

II.3.9 Audioguías 88

**II.4 Los medias en el Museo Virtual 90**

II.4.1 Tipos 90

II.4.2 Aportaciones de los medias al proceso de aprendizaje 99

II.4.3 Elaboración de un Material Didáctico Multimedia. 103

**II.5 Usos de las Tecnologías Educativas en el museo 104**

II.5.1 Comunicación 106

II.5.2 Exploración 106

II.5.3 Aplicaciones 107

II.5.4 Tutoriales 107

**II.6 Resumen y conclusiones 108**

# II. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL MUSEO

Tras establecer en el capítulo anterior los motivos de realizar esta investigación, la propuesta de la misma, los objetivos, etc. nos centramos a continuación en el estudio del uso que se ha hecho de las nuevas tecnologías en el museo. Para ello realizaremos un repaso de las mismas en su uso y aplicación al museo, con el fin de precisar varios aspectos:

Que el museo siempre ha recurrido a las nuevas tecnologías como medio para poder solventar algunas de sus carencias.

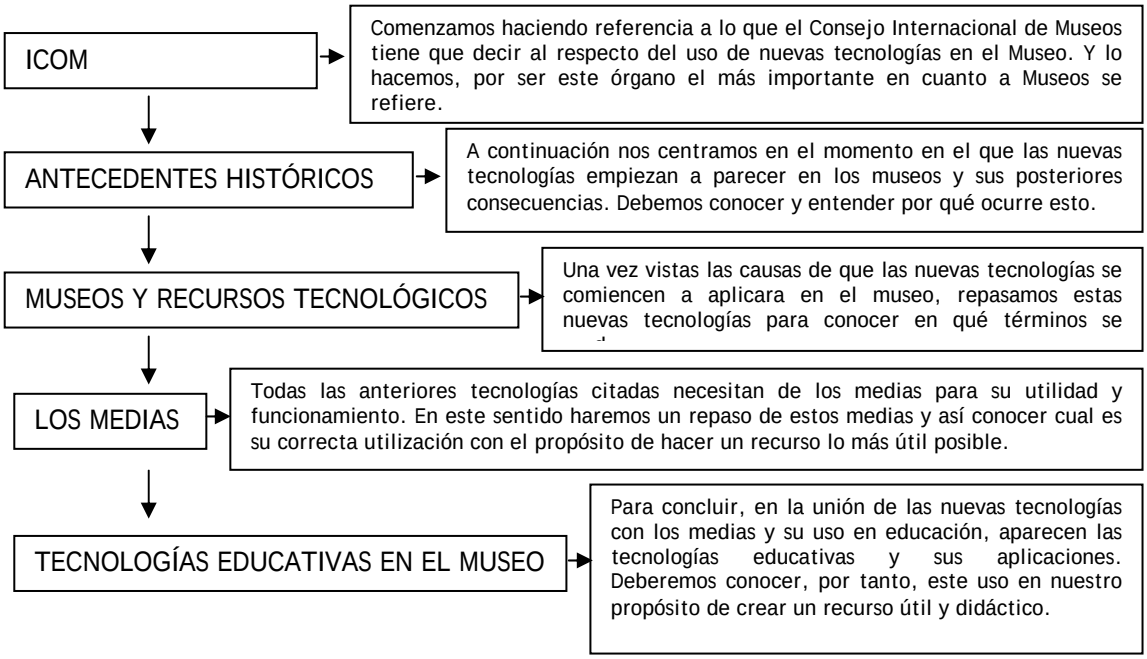
Entender el uso que se ha hecho y se hace de estas nuevas tecnologías para que el museo pueda cumplir con sus funciones: documentación, conservación, difusión e investigación.

Entender que entre todas estas nuevas tecnologías, aparece una con unas enormes posibilidades y que aun está por explotar su potencial en su aplicación al museo: la realidad virtual.

Si nuestro camino de dirige, como así parece, al uso de sistemas multimedia como son la realidad virtual e Internet, deberemos saber aquellos requisitos que deben cumplir los medias para que el recurso creado resulte de utilidad, así como aquellos materiales didácticos multimedia que se puedan generar.

Debemos conocer y entender el uso que se ha hecho de las tecnologías educativas en su aplicación al museo.

Seguidamente, establecemos un pequeño esquema de este capítulo:



Antes de comenzar con los antecedentes históricos de la tecnología aplicada al museo debemos hacer especial mención a lo que el **Consejo Internacional de Museos (ICOM)** dice sobre la utilización de nuevas tecnologías en el museo. Pero, qué es el ICOM y por qué es tan importante conocer su opinión. En este sentido, en el siguiente punto se dará respuesta a estas cuestiones.

## II.1 El ICOM

**El Consejo Internacional de Museos (ICOM)** es una organización internacional de museos y profesionales, dirigida a la conservación, mantenimiento y comunicación del patrimonio natural y cultural del mundo, presente y futuro, tangible e intangible.

Creado en 1946, ICOM es una organización no gubernamental (ONG), que mantiene una relación formal con UNESCO y tiene estatus de órgano consultivo del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas.

Como organización sin ánimo de lucro, ICOM se financia fundamentalmente a través de las cuotas de sus miembros y el apoyo de varias instituciones, gubernamentales y de otra naturaleza:

UNESCO - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
ICCROM - International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property
IFLA - The International Federation of Library Associations and Institutions
ICA (CIA) - Consejo Internacional de Archivos
ICOMOS - International Council on Monuments and Sites
ALECSO – The Arab League Educational Culture
MUSEDOMA - Museum Domain Management Association
WFFM (FMAM) - Federación Mundial de Amigos de los Museos
WCO – World Customs Organization
INTERPOL - International Criminal Police Organization
ICOM tiene la sede en París (Francia), en donde se alojan la Secretaría y el Centro de Información UNESCO-ICOM.

Los 21.000 miembros de ICOM de 140 países, participan en actividades nacionales, regionales e internacionales de la organización: congresos, jornadas, publicaciones, formación, programas conjuntos, y en la promoción de los museos a través del Día Internacional del Museo (cada año el 18 de Mayo).

Estas actividades están desarrolladas por los 115 Comités Nacionales y 30 Comités Internacionales. Algunos Comités Nacionales están también organizados en el ámbito regional en Organizaciones Regionales para reforzar su actividad. Existen también 15 Asociaciones Internacionales afiliadas a ICOM[36].

Teniendo en consideración todo lo anteriormente expuesto nos damos cuenta de la importancia de este órgano en el mundo museístico. Organización que cuenta con sus propios estatutos y su código deontológico de actuación global de los museos y que es considerada el referente mundial en cuanto a museos refiere.

### II.1.1 ICOM y nuevas tecnologías

A continuación nos centramos en lo que el ICOM, en una conferencia del presente año 2007, opinaba sobre el uso de nuevas tecnologías.

> *"La responsabilidad colectiva por conservar el patrimonio de la humanidad constituye uno de los aspectos más extraordinarios de la comunidad internacional de museos. Lo que hace de esa responsabilidad un fenómeno aún más extraordinario es el hecho de que se ha de asumir respetando las necesidades y expectativas de la nación y el pueblo cuyo patrimonio se desea conservar…*
>
> *La función que desempeñan los museos dentro de la sociedad parece estar cambiando en todo el mundo de forma esencial y rápida. La labor educativa y el aspecto económico son características que están ganando terreno dentro de las cinco misiones principales que definen a los museos, de acuerdo con los estatutos del ICOM (colección/adquisición, conservación, investigación, educación/comunicación y exhibición). Al parecer, la adquisición y colección de objetos y material han dejado de ser la base fundamental que*

[36] http://www.icom-ce.org/

*caracteriza la labor y concienciación de los museos. La comunicación y el diálogo con los visitantes van ganando cada vez mayor importancia, incluyendo las nuevas tecnologías (visualización frente a verbalización)...*

*El uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación está abriendo nuevas posibilidades que ofrecen una mejor accesibilidad (por ejemplo, a través de Internet), y contribuye sin duda a conservar el patrimonio intangible...*

*El verdadero éxito de un museo se mide en función de sus bienes intangibles, difíciles de cuantificar, como son la calidad de la investigación y la educación, así como el estudio, cuidado y mantenimiento de las colecciones, y por último pero no menos importante, el nivel de confianza del público"*[37].

Como hemos podido comprobar el ICOM considera el uso de las nuevas tecnologías no sólo una herramienta útil en términos de conservación del patrimonio intangible, sino que es ahí donde reside su verdadero éxito. Además considera las nuevas tecnologías una herramienta verdaderamente útil en términos de accesibilidad y difusión del propio museo y la obra contenida.

### II.1.2 ICOM y sistemas multimedia

Según un estudio del ICOM llevado a cabo en los años 90 y que la Doctora Fátima Cofán hace referencia en su Investigación "Integración y difusión del museo a través de la red Internet. Propuesta Interactiva del Museo Pedagógico de Arte Infantil", los sistemas multimedia permiten distintos niveles de interpretación, siendo su función principal la comprensión de los objetos de la exposición debido a que nos ofrecen:

Una definición exacta y clara del contenido de la exposición.
Una interfaz fácil en el manejo que permite una navegación eficiente entre las secciones de la aplicación multimedia.
Una elección de la información según las necesidades del visitante.
Un estímulo para la reflexión y el significado de los contenidos del museo.

[37]Extractos de la Conferencia General del ICOM 2007
http://www.icom-oesterreich.at/2007/es-thema.html

Un contenido de calidad textual, visual y sonoro[38].

Como vemos, según el ICOM, las nuevas tecnologías, en su vertiente de los sistemas multimedia nos ofrecen una serie de ventajas de inestimable valía en cuanto a una mejor comprensión de los fondos del museo y de las exposiciones.

A continuación, una vez revisada la opinión del ICOM acerca del uso de las nuevas tecnologías aplicadas al museo, nos centramos en los antecedentes de este hecho, no en un sentido de repaso tecnológico sino más bien en aquellos aspectos explicativos en referencia al cambio de concepto de museo a partir de mediados del siglo XX y del comienzo de la informatización y virtualización de los mismos.

[38] COFÁN FEIJOO, M. F. Op. cit, 97

## II.2 Antecedentes históricos

### II.2.1 El Museo en la segunda mitad del siglo XX (cambio de concepto)

A partir de la segunda mitad del siglo XX se produce un cambio radical del concepto de museo. El museo tradicional, concebido hasta entonces como un mero depositario de la cultura, deja de tener sentido para convertirse más en un centro de documentación cercano a la difusión cultural. Ahora, más que en ningún otro momento de la historia el museo se acerca a gran cantidad de grupos sociales para responder a sus necesidades. Es ahora cuando esta sociedad plural está demandando más servicios para la formación, los museos ya han dejado de ser sólo contendedores del patrimonio para convertirse en transmisores de cultura e identidad, se están convirtiendo en espacios sociales para la formación y la adquisición de conocimientos[39].

El museo ya no está reservado sólo para una élite sino que es accesible a cualquier grupo social interesado. Si bien esta evolución en el concepto de museo estuvo influida por cambios sociales, políticos, económicos e intelectuales, no es menos cierto que el desarrollo y evolución de las TIC también influyó de manera decisiva en este aspecto.

Las TIC permitieron en gran medida el cambio de rol del museo. La aparición del videodisco, el CD-ROM, Internet, etc. provocaron cambios en la concepción y difusión del museo, el cual tuvo que adaptarse a este nuevo escenario. Si bien es cierto el museo fue una de las primeras instituciones en incorporarse al uso de las nuevas tecnologías como medio de difusión de su patrimonio y de acercamiento al ciudadano.

Aunque será a finales de los años 60 cuando se utilicen sistemas electrónicos multimedia como un medio de comunicación e implicación de los visitantes, no será

[39] ibídem

hasta finales de los 80 cuando haya una revolución con la aparición de videodiscos interactivos y CD-ROM´s, así como con la aparición de Internet. Estas tecnologías también van a suponer un cambio importantísimo en la concepción que se tenía del museo en cuanto a la educación.

*"La utilización de la tecnología en las propuestas museográficas es un requisito imprescindible para dar sensación de modernidad y didactismo… Ciertamente, cada nuevo recurso tecnológico guarda en potencia posibilidades inéditas que no se manifiestan de manera espontánea si no que hay que descubrir, objetivar y evaluar"*[40].

[40] SALA, R., SOSPEDRA, R. (2005). "Museografía Didáctica Audiovisual, Multimedia y Virtual". Capítulo 6 del libro Museografía Didáctica. Coords. Juan Santacana Mestre y Nuria Serrat Antolí (2005). Barcelona, Ed. Ariel. Pág. 303.

### II.2.2 La Informatización y virtualización de los museos

*"El interés de los museos por las nuevas tecnologías y, como señala Andrés Carretero, de las nuevas tecnologías por los museos, es un hecho incuestionable que está en muchos casos acelerando el proceso de reflexión sobre sus sistemas documentales, sobre el propio contenido de la institución y sobre los servicios que puede ofrecer a la sociedad."*[41]

El interés por las soluciones hipermediales y la Web responde a la preocupación surgida desde dentro de la nueva museología, tan preocupada por la proyección social de los museos; de hecho, el interés del ICOM por la tecnología informática se remonta a varias décadas antes, cuando se plantean las necesidades de documentación en estas instituciones. Así, en 1950, el ICOM creó el Comité Internacional del ICOM para la Documentación (CIDOC) que contempla un grupo de trabajo sobre multimedia en Internet[42] .

Como señala Walter Boyne, todos los centros de investigación, y en particular las bibliotecas y los museos, se encuentran expuestos a tres catástrofes:

Gran parte de los documentos históricos conservados en papel, película o microfilm sufran un proceso lento de autodestrucción.
El incremento de materiales, que desborda la capacidad actual de almacenamiento, poniendo en peligro su conservación.
El aumento de los costes de manipulación, que han alcanzado valores tan altos que resulta ya imposible subvencionar las necesidades de todas las instituciones[43].

En este sentido, las nuevas tecnologías nos ayudan de manera clara a superar estos obstáculos que se interponen en el camino de los centros de investigación y espacios

[41] Citado por: BELLIDO GANT, Mª L. Op. cit., 208.
[42] Ibídem.
[43] Ibídem, 209.

culturales en términos de difusión, conservación y manipulación del patrimonio cultural.

> *Si bien "la informatización de los fondos de los museos redunda en la mejora de la organización interna de la institución y en el servicio que da a investigadores, facilitando la localización de los materiales y, en ocasiones, el acceso mediante réplicas digitales a piezas que por su estado de conservación estaría desaconsejado facilitar al demandante. Además, los datos informatizados permiten a las instituciones facilitar el acceso a investigadores remotos, mediante la edición en disco magneto-óptico de los datos informatizados o divulgando sus bases de datos a través de un servidor institucional. Esta vertiente, la de la consulta remota, constituye una práctica cada vez más frecuente entre la comunidad científica"*[44].

De enorme importancia resulta el texto anteriormente citado. Aquí María Luisa Bellido Gant expone algunas de las ventajas que trae consigo la virtualización de fondos museísticos:

Mejora de organización interna.
Mejora en el servicio que se da a investigadores.
Creación de réplicas digitales de piezas que por razones de conservación desaconsejarían facilitar al usuario.
Acceso a investigadores remotos, ya sea mediante la red o soportes magneto-ópticos.

Hasta hace bien poco la virtualización de fondos museísticos se limitaba a su vertiente bidimensional. Fotos de obras de arte tanto bidimensionales como tridimensionales, videos de exposiciones o de recorridos por los museos, etc. en cambio, ahora contamos con una nueva tecnología que nos posibilita la inmersión y la interactuación con espacios museísticos creados de manera digital así como la manipulación de la propia obra de arte virtualizada. Además, la realidad virtual, como tecnología educativa, nos proporciona una serie de recursos muy útiles en términos didácticos y pedagógicos.

[44] Ibídem, 214.

A partir de aquí, una vez tratados los temas del cambio de concepto de museo y de la informatización y virtualización de los mismos, se hace necesario saber cómo y qué tecnologías se han aplicado al museo en términos de difusión, comunicación, información y educación.

## II.3 Los museos y las nuevas tecnologías

La evolución del concepto de Museo, como un centro de documentación más cercano a la difusión cultural, que a un simple contenedor, y la rápida difusión de las tecnologías digitales han provocado un cambio de actitud en la sociedad contemporánea, ya que a través de estas tecnologías los museos se han convertido en centros activos que potencian la difusión, la educación y el acceso a todos sus contenidos facilitando la interpretación del patrimonio cultural[45] .

La aplicación de soportes magneto-ópticos al Museo surge por un motivo bastante claro, por la posibilidad de suplir algunas de las carencias que el museo tenía desde su creación. Por un lado hablamos del problema espacial, ya que debían limitarse a un espacio físico, el cual no permitía exponer toda la obra, y por otro lado, el problema de la difusión. De manera que mediante este tipo de soportes estos dos problemas en cierta medida quedaban solventados.

La posibilidad de poder ver toda la obra contenida por ejemplo en el Louvre, junto con otras posibilidades como textos accesorios que expliquen la obra o la vida del autor o algún que otro dato que pudiera resultar relevante e interesante proporciona grandes ventajas tanto a usuarios como a personal docente, investigador, estudiantes, etc. De tal manera que además de hacer más accesible el arte al público, cambie su propia concepción del mismo y el propio papel o función que desarrolla el museo. Museo que en otros tiempos temía la posible copia o reproducción de sus obras de arte, y que ahora por el contrario difunde su patrimonio haciéndolo más accesible al público en general, con una calidad de imagen extraordinaria y con textos explicativos que nos ayudan a entender mejor el arte.

Con la aparición de la Red de redes, Internet, estos soportes pasan a un segundo plano para erigirse la Red en el actor principal, ya que cuenta con unas posibilidades impresionantes tanto en la difusión como en la actualización.

---

[45] COFÁN FEIJOO, M. F. Op cit.

Internet llega de manera inmediata a cualquier parte del mundo, de manera que el Museo llega a todos los sitios sólo con poner un link y apretar un botón. Además, cuenta con una de las grandes ventajas de nuestro tiempo, la actualización. La actualización de contenidos casi de manera automática supone un grandísimo avance ya no sólo en Museos sino en lo que a información se refiere. Esta actualización casi en tiempo real que llega a todos los puntos de la Tierra supone, además de un hecho sin precedentes en la historia, un avance de beneficios incalculables.

Estos sistemas, al igual que otros, no pretenden la sustitución o aniquilación del museo físico, muy al contrario, lo potencian ayudando en aquellos problemas o deficiencias que el museo físico tiene. Por ejemplo, existen personas en todo el mundo que por los motivos que sean no tienen la más remota posibilidad de poder viajar o acercarse para ver un museo, pues bien, de esta manera se posibilita que cualquier persona situada en cualquier parte del globo pueda tener acceso a los mismos sólo con conexión a Internet y un ordenador. Si hablamos de algo tan actual como la Aldea Global y de la democratización de la información, el museo debe estar abierto a todas las posibilidades que supongan un acercamiento del museo a todos.

*"La aceleración del progreso científico y tecnológico que ha tenido lugar en las últimas décadas de nuestro siglo, ha de reflejarse también en los museos. Éstos están llamados a ser instrumentos de divulgación de dichos conocimientos y, al mismo tiempo, se han de servir de los recientes descubrimientos con el objeto de usarlos como medios eficaces de comunicación con el público y como elementos que facilitan la gestión de las colecciones y la investigación"*[46].

*Para Ramón Sala y Rafael Sospedra la aplicación de las tecnologías audiovisuales en museografía se sustentan en tres pilares:*

*1. Una reflexión sobre la capacidad de comunicación y de significación de las propias imágenes y sonidos.*

[46] HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, F. (1998). "Manual de Museología". Madrid, Ed. Síntesis. Pág. 292

*2. El conocimiento de las estructuras narrativas y las convenciones de los que permiten articular mensajes comprensibles*
*3. Los recursos, artilugios tecnológicos con sus correspondientes ventajas e inconvenientes y lenguajes que vehiculizan"*[47].

De tal manera que los adelantos tecnológicos, en comunicación e informática, se incorporan a los museos. Los videodiscos interactivos, el cine interactivo, la pantalla táctil, la realidad virtual, los discos compactos, Internet se utilizan en el registro de colecciones, como recursos educativos y para el diseño de exposiciones.

Francisca Hernández Hernández en su libro *"Manual de Museología"* establece una serie de tecnologías que han sido aplicadas al Museo. Destaca la **informática, la electrografía, los video-discos interactivos o soportes magneto-ópticos, el cine interactivo, la pantalla táctil, la realidad virtual y el telemuseo**. Si bien podríamos añadir alguna otra que consideramos de especial relevancia como las **audioguías.**

### II.3.1 Informática

En lo referente a la informática nos encontramos con grandes avances tecnológicos en muy poco tiempo, como pueden ser el desarrollo de equipos cada vez más potentes a nivel usuario, software más sofisticados y potentes que permiten nuevas maneras de difusión del museo. A medida que la potencia de los equipos ha ido creciendo, las posibilidades tanto cuantitativas como cualitativas en términos de acceso y almacenamiento de información y nuevas posibilidades de ofrecer la misma en los museos han ido aumentando.
Las conexiones a Internet (el ancho de banda) cada vez son mejores y por lo tanto la velocidad de acceso a la información es mucho más rápida. Esto posibilita que:

Los museos cuelguen en la red contenidos de mejor calidad sobre todo gráfica.
El intercambio de datos entre instituciones casi a tiempo real.

---

[47] SALA, R., SOSPEDRA, R. Op. cit.

La rápida actualización de información y contenidos.
Creación de redes entre instituciones.

Contamos con equipos cada vez más baratos (discos duros internos, externos, pendrivers, mp3, mp4, etc.) que nos permiten almacenar gran cantidad de información en espacios tremendamente reducidos. Las tarjetas gráficas junto con la potencia de los ordenadores y el desarrollo de equipos de visualización (monitores, televisores, etc.) nos ofrecen cada vez una mayor calidad de imagen. Nuevos softwares que nos permiten representar la realidad de manera increíblemente fiel. La posibilidad de crear bancos de datos y de imágenes de gran resolución. Y un largo etcétera de avances tecnológicos que posibilitan nuevos formas de almacenamiento de información y difusión del museo y sus contenidos. Por no hablar de los avances informáticos aplicados al museo en términos de seguridad y acondicionamiento, pero esa sería otra investigación.

Ramón Sala y Rafael Sospedra sitúan la utilidad en museografía de la informática en cuanto que nos permiten disponer de:

Grandes cantidades de información en poco tiempo.
Realizar actividades interactivas de carácter didáctico incorporando elementos lúdicos.
Relacionar fuentes, resultados, cifras y datos.
Simulaciones de situaciones y procesos.
Diversidad de accesos a informaciones de interés específico de cada visitante.
Recorridos seleccionados por el propio usuario según sus intereses.
Sistemas de acceso a informaciones de distintos niveles y dificultad.
Instalaciones para el trabajo en grupo[48].

### II.3.2 Electrografía

[48] SALA, R., SOSPEDRA, R. Op. cit., 337.

Una nueva modalidad artística la encontramos en la electrografía que, referida al arte, puede definirse como una técnica que trata de utilizar la electrocopiadora con un propósito que no le es propio para obtener obras originales[49] .

La calificación como "electrografía" se la debemos al crítico de arte francés Christian Rigal, quien la lanzó por vez primera en 1980 desde la revista B à T. También se la conoce como copigrafía, fotocopia de arte, reprografía, xerografía o copy-art. Cabe mencionar esta tecnología ya que una experta en Museología como Francisca Hernández Hernández en su libro *"Manual de Museología"* la cita como una nueva tecnología aplicada al Museo, si bien su aplicación al mismo ha sido algo escasa. Destacamos el Museo Internacional de Electrografía de Cuenca (MIDE) creado en 1990 como una iniciativa dirigida a realzar esta modalidad artística. En este museo la colección permanente está formada por unas cien obras creadas por artistas de todo el mundo. Para realizar estas reproducciones y estampas se ha contado con las nuevas tecnologías como recurso. Se pueden admirar obras realizadas mediante la utilización de ordenadores, Internet, estaciones videográficas digitales, fotocopiadoras, faxes y cualquier sistema electrónico. El carácter de esta exposición permanente es didáctico y la colección se completa con un centro de documentación sobre artistas, obras, técnicas y publicaciones sobre electrografía.

### II.3.3 Cine interactivo

La síntesis entre la información y el aspecto lúdico la encontramos en el cine interactivo. El cine interactivo pasa por ser una variación del cine convencional en la que es el propio espectador el que tiene la posibilidad de modificar el guión añadiendo sus propias instrucciones.

Para dar una definición más precisa podemos citar a la investigadora González Redondo para la que el "[...] cine interactivo es un tipo de narración audiovisual destinada a ser proyectada en una sala cinematográfica, es decir, sobre la gran pantalla y que, mediante el uso de las estructuras de hipertexto, permite la interacción de un público colectivo con los contenidos desarrollados en la película."[50]

---

[49] Citado por: HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, F. Op. cit. 293.
[50] GONZÁLEZ REDONDO T. (2002): "Cine interactivo: definición y características" Televisión Digital e Interactiva; http://www.tvdi.net/cgi-bin/trad/html/articulos/articulo25.html

Si bien es a partir del primer experimento de cine interactivo en 3D en Internet realizado por el director de cine independiente David Blair, cuando aparece el cine interactivo asociado a la red. En este experimento llamado Waxweb, imágenes, sonidos y textos se mezclan en una historia no lineal, cuyo desarrollo depende de las aportaciones del usuario, quien puede modificar el guión añadiendo sus propias instrucciones a través de Internet.
Como alguna de las más recientes aplicaciones de esta tecnología en museos, destacamos el 28 de abril de 2005, cuando el Museo de Ciencia y Tecnología de Shanghai llevó a cabo la primera prueba de cine interactivo en China. Lo que representa la mayor novedad de esta prueba es la capacidad del espectador para decidir durante los momentos decisivos de la trama. La trama seguirá el deseo de la mayoría de los espectadores. No se usan elementos clásicos de proyección, en su lugar, un sistema computerizado proyecta la película directamente descargada desde la productora a través de Internet.

Como personajes destacados en el uso de esta tecnología encontramos a:

- Pedro Jiménez Álvarez coordinador, con el apoyo de la Comunidad Europea del Laboratorio de Nuevas Tecnologías y Medios Narrativos zemos98, destinado a desarrollar proyectos de cine interactivo para adolescentes y talleres de lectura de imagen y cultura audiovisual.

- Bernard Perron es profesor de cine de la Universidad de Montreal. Su investigación y sus obras se centran en la cognición, la narración, la dimensión lúdica del cine narrativo, el cine interactivo y los videojuegos.

- Glorianna Davenport, directora del grupo de investigación de cine interactivo en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) que fundó en 1987. En el año 2000 cofundó MediaLabEurope, un grupo de investigación formado entre el MIT Media Laboratory and el Gobierno de Irlanda.

### II.3.4 Pantalla Táctil

La pantalla táctil, actualmente usada en multitud de lugares como medio acceso a la información por parte del usuario, permite poder conocer todo aquello relacionado con el museo sólo con interactuar de manera táctil con una pantalla. En este sentido, el usuario posee una total libertad temporal en cuanto a acceso a la información referente al museo. Entendiendo, claro está, que esta tecnología se sitúe en la parte externa del recinto museístico. Aquella situada en su interior cumple también sus funciones de información al usuario pero con restricciones temporales ya que su uso se limita al tiempo de apertura del museo. Estas pantallas funcionan con un ordenador en el que, mediante un software se ha establecido una programación y ordenación de los contenidos así como información del museo que el usuario puede consultar. Cabe destacar que no sólo los grandes museos utilizan esta tecnología, de hecho mencionaremos dos ejemplos. Por un lado un museo modesto como el Museo Minero y por otro lado un complejo grandísimo de museos y galerías (El Smithsonian).

El Museo Minero situado al Noreste de Palencia utiliza ordenadores con pantalla táctil como medio de información al visitante de diversos aspectos como la historia del carbón desde su nacimiento hasta el momento en que el hombre hace uso de él, así como los procesos que condicionan su localización y disposición en la corteza terrestre.

En el Smithsonian (el complejo de museos más grande del mundo situado en Washington) utilizan estaciones interactivas de pantalla táctil con información acerca de los 18 museos y galerías que lo forman, así como otras tecnologías como reseñas de vídeo de orientación de 24 minutos de duración, mapas electrónicos de pared, etc.

### II.3.5 Telemuseo

> *"El telemuseo parte de la base que la imagen es el medio a través del cual televisión y museos pueden unirse con el objeto de comunicar su propio mensaje a un público interesado en el tema. Esta nueva técnica de comunicación aplicada a los museos ha sido*

*puesta en marcha en diversas ciudades de Francia, donde un conferenciante de museos ha ido analizando, a través de la televisión, una serie de obras de colecciones de diferentes museos nacionales o regionales, invitando a los televidentes a seguir su recorrido y adaptándose a las características propias del público de los museos. En España aún no conocemos experiencias significativas de esta índole"*[51].

Según nos cuenta Francisca Hernández, en Francia a finales de los 90 ya se desarrollaron iniciativas para el uso del telemuseo. Como nos explica, un conferenciante de museos analizaba, a través de la televisión, obras de distintas colecciones y museos invitando al público a seguir su recorrido y adecuándose a las características propias del público de los museos.

### II.3.6 Soportes magneto-ópticos

Son soportes o discos que utilizan la tecnología láser para el registro y lectura de la información. Los museos encuentran en este tipo de soportes un filón en cuanto a la difusión del museo y mejora de acceso a la información. Todos los soportes magneto-ópticos son muy similares en sus funciones con respecto al museo, si bien es especialmente en sus aspectos técnicos como por ejemplo la capacidad de almacenamiento en donde se diferencian. Por ello se tratarán en sus aspectos técnicos de manera prioritaria.

En cuanto a su aplicación o su uso por el museo supondrá poder observar guías interactivas del propio museo a través del ordenador o de un reproductor de DVD, así como con la aparición de Internet la posibilidad de mayor interactividad mediante los medias. El único handicap lo encontramos en su competencia con Internet, ya que esta es capaz de llegar a mayor número de gente en menor tiempo.
Este apartado lo dividiremos en dos: hasta la actualidad y en el futuro, ya que en el momento de realización de esta investigación se anuncia la aparición de dos soportes magneto-ópticos nuevos, el Blu-Ray y el HD-DVD.

[51] HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, F. Op. cit., 294-295.

### II.3.6.1 Hasta la actualidad:

#### CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)

Surge en 1984 como variación del CD-Audio. Es un disco capaz de almacenar texto, sonido e imágenes. Si bien existe una restricción en cuanto al almacenamiento de sonido, gráficos y texto, ya que no pueden combinarse en la misma pista dos tipos distintos de información. Por tanto, supone que para ser utilizados como soportes en producciones multimedia están limitados. Sin embargo, poco más tarde las empresas Sony, Philips y Microsoft desarrollaron el CD-ROM XA que permitía mezclar en una misma pista texto, gráficos o audio. Es uno de los principales soportes de la revolución multimedia.

Aunque entre sus inconvenientes encontramos que era un medio de sólo lectura, la velocidad de recuperación de información era lenta y que se necesitaba contar con un equipo informático si se quería recuperar una información menos actualizada que las bases de datos en línea.

#### CD-I

Posteriormente en 1988, gracias a Sony y Philips aparece el CD-I. Debido a este estándar, datos, sonidos, imágenes en movimiento y fijas pueden interactuar en el ámbito de los programas multimedia. Por tanto, además de audio, gráficos y texto, el CD-I puede almacenar tanto imagen fija como en movimiento y que además podían reproducir en un televisor mediante un reproductor especial. Su éxito en cierta manera quedaría eclipsado tras la aparición del DVD. El CD-I, al contrario de lo que sucede con el CD-ROM, es un sistema que no necesita de un ordenador, permitiendo al usuario mediante control remoto, interaccionar con softwares incluidos en discos compactos. Su capacidad de almacenamiento no supera los 700 MB.

#### DVD (Digital Video Disk)

Las nueve compañías más importantes de electrónica se reunieron en 1995 con el fin de diseñar un único formato digital. Este se llamó DVD. Con lo cual aparición un nuevo estándar mundial para todas las aplicaciones de audio, video e informática.

El DVD-ROM no es más que un disco compacto de gran capacidad de almacenamiento, hasta 4,7 GB de información, mientras que un CD normal no pasa de los 700 MB. Si bien nos encontramos también con untito de DVD llamado de doble capa que pueden doblar su capacidad hasta llegar a los 8,5 GB. Entre sus características, además de su gran capacidad, se encuentra la presentación de video de calidad TV, canal de sonido Dolby Digital Surround 5.1, posibilidad de ver varios planos distintos de la misma escena gracias a cámaras multiángulo, posibilidad de ver subtítulos y escoger el desarrollo del argumento. Todo ello claro está con reproductores de DVD, los cuales son compatibles con los CD.

Como ya mencionábamos anteriormente, hasta el momento en que se está escribiendo esta tesis, nuevos desarrollos se están produciendo. Sobre todo debido al descubrimiento de nuevos láseres capaces de almacenar hasta diez veces más de información que un DVD normal en el mismo espacio. Existe una dura pugna por hacerse con el mercado: de un lado se encuentra el Blu-Ray Disc y del otro el HD-DVD.

### II.3.6.2 En el futuro:

#### Blu-Ray Disc (BD) (Láser azul)

Blu-ray es un formato de disco óptico de nueva generación de 12 cm de diámetro (igual que el CD y el DVD) para vídeo de A definición y almacenamiento de datos de A densidad. De hecho, compite por convertirse en el estándar de medios ópticos sucesor del DVD. Su rival es el HD-DVD. El disco Blu-Ray hace uso de un láser de color violeta de 405 nanómetros, a diferencia del DVD, el cual usa un láser de color rojo de 650 nanómetros. Esto permite grabar más información en un disco del mismo tamaño. Blu-ray obtiene su nombre del color azul del rayo láser ("blue ray" en inglés significa "rayo azul"). Permite almacenar sustancialmente más datos que un DVD o un CD. Blu-ray y HD-DVD comparten las mismas dimensiones y aspecto externo. Blu-ray fue desarrollado en conjunto por un grupo de compañías tecnológicas llamado Asociación de Disco Blu-ray (BDA en inglés), liderado por Sony y Philips.
Una capa de disco Blu-ray puede contener alrededor de 25 GB o cerca de 6 horas de video de alta definición más audio, y el disco de doble capa puede contener aproximadamente 50 GB.

**HD-DVD (High Definition Digital Versatile Disc)**

Es un formato de almacenamiento óptico desarrollado como un estándar para el DVD de alta definición y desarrollado por empresas de alto prestigio como Toshiba, Microsoft y NEC, así como varias productoras de cine.

Existen HD-DVD de una capa, con una capacidad de 15 GB (unas 4 horas de vídeo de A definición) y de doble capa, con una capacidad de 30 GB. Pronto saldrá un disco con triple capa, que alcanzaría los 45 GB de capacidad. En el caso de los HD-DVD-RW las capacidades son de 20 y 32 GB, respectivamente, para una o dos capas. La velocidad de transferencia del dispositivo se estima en 36.5 Mbps.

Por lo demás, un HD-DVD es muy parecido a un DVD convencional. Todos estos datos llevan a que los costos de producción de los discos HD-DVD son bastante reducidos, dado que sus características se asemejan mucho a las del DVD actual. Por lo cual su aparición en el mercado será en breves fechas.

### II.3.7 Tecnologías de la Comunicación

Es evidente la gran aportación que ha supuesto el desarrollo de los soportes magneto-ópticos a la difusión tanto del patrimonio cultural como del conocimiento artístico. Si bien, tras la aparición de Internet los centros y las instituciones se decantaron por la red como medio de difusión. Entre otros aspectos porque la red cuenta con una serie de ventajas de las que carecen los soportes magneto-ópticos. Entre ellas encontramos el abaratamiento de los costes, el acceso universal a los recursos, la facilidad de actualización de los mismos, la desaparición de barreras físicas, etc. Aunque resulta paradójico que "la afluencia masiva de visitantes a museos, centros de arte y salas de exposiciones ha estimulado la difusión del arte a través de Internet"[52].

[52] BELLIDO GANT, Mª L Op. cit., 59.

### II.3.7.1 Internet

Entre otras estrategias de difusión del museo se encuentran el uso de las nuevas tecnologías de la comunicación, usadas como herramienta para dar a conocer el museo, sus servicios y su colección a nivel mundial. Quizá la más importante sea Internet. Hoy en día encontramos en Internet gran cantidad de información sobre museos, de hecho muchos buscadores cuentan con su propia sección sobre museos. Cabría preguntarse, como afecta Internet en la difusión externa del museo. En ese sentido Rosario López de Prado, divide este hecho en tres apartados:

Mejora en el acceso a la información. Mediante consulta de catálogos, visitas virtuales, posibilidad de manipulación de objetos, etc. Nuestra obtención de la información se hace mucho más sencilla y accesible.

**El desarrollo de nuevas técnicas de mercado** que incrementen el número de visitantes reales. Sobre todo mediante la publicidad.

Aparición constante de nuevas actividades que generan a su vez nueva demanda.

La incursión de los museos en Internet ha supuesto la aparición de varios cambios y sucesos que modifican aspectos conservadores implantados en los museos. Entre otros, y como nos cuenta María Luisa Bellido Gant en "Arte, museos y nuevas tecnologías", se encuentran:

- Los museos han convertido **Internet en un sustituto de las páginas tradicionales** de sus boletines y publicaciones periódicas, folletos y catálogos, pero con la gran ventaja de posibilitar una difusión de ámbito global. Esto conlleva además un ahorro de recursos materiales, ya que las publicaciones sobre papel exigen un mayor impulso, además de su inconveniente en cuanto a la actualización.
Por ello, entre otros motivos, los museos aprovechan el tirón de Internet para beneficiarse de su tremenda potencialidad difusora de información.

- Internet ofrece a los museos la **posibilidad de difundir sus fondos**. De tal manera que el visitante puede ver el contenido previamente de su visita al museo e interesarse por unos contenidos que de otra manera no habría conocido por su desconocimiento de los mismos. Además debemos tener en cuenta siempre que la red

nos permite romper con los límites de temporalidad y especialidad, pudiendo visitar el museo desde cualquier parte y a cualquier hora.

- **Difusión de museos cerrados al público**. En este sentido cabe destacar que, museos que por reformas u otro tipo de contingencias tengan que estar cerrados al público, pueden seguir difundiendo sus fondos, contenidos, actividades, etc. de manera que el museo no prive a sus usuarios de su contacto con el museo.

- Gracias a la Red, los **museos tradicionales rompen los límites físicos y temporales**. Como ya comentábamos anteriormente, este es uno de los grandes logros de la red. La imposibilidad de que los limites espaciales y temporales del mundo "físico" supongan un impedimento en nuestro deseo de información.

- **Capacidad de actualización continúa**. Internet nos proporciona la posibilidad de la constante actualización de nuestros recursos en red. Cosa que de otro modo sería poco menos que imposible, sobre todo debido al tremendo coste que supondría la continua actualización en papel de todos aquellos cambios o modificaciones que el museo quisiera incorporar.

- Permite la **conexión de museos entre sí** lo que facilita la búsqueda y el acceso a la información por parte del usuario. Esto nos lleva a dejar atrás ese afán aislacionista de los museos de manera que la información pueda ser compartida. Estaríamos cada vez más cerca del Museo Imaginario que nos propone Maulraux.

Como claro ejemplo de esto encontramos varios casos:

**Red de Museos de Arte (Art Museum Network: AMN)**

Consorcio sin fines lucrativos que organiza los recursos informativos de los grandes museos de arte. Está formado por 200 museos norteamericanos y 40 museos del resto del mundo. España sólo figura con el Museo del Prado.
http://www.amn.org

**Excalendar.net**

Facilita información actualizada sobre exposiciones que pueden ser buscadas por el usuario a través de título, tema, fecha, palabra clave, ciudad o museo.
http://www.excalendar.net/

**Amico**

(Art Museum Ima-ge Consortium, Inc.), la principal biblioteca de arte en línea, que promueve una biblioteca comercializable a disposición de las facultades de 25 universidades norteamericanas y una europea. Permite al usuario realizar búsquedas de imágenes ordenadas por autor, título, fecha, institución y palabra clave, y cada una de ellas vinculada con el correspondiente titular de sus derechos por si alguien tiene interés en adquirir una licencia de comercialización.
http://www.amico.org

**En Europa contamos con Videomuseum**

Consorcio de 42 museos y colecciones públicas francesas de arte moderno y contemporáneo. Su objetivo es desarrollar en común métodos y herramientas que utilicen las nuevas tecnologías para poder mejorar la difusión de su patrimonio. El proyecto se completa con una base de datos que almacena la información de más de 100.000 obras y 75.000 imágenes de 11.850 artistas.43 Esta Web concibe la idea de un museo global que integra las colecciones de varios museos físicos que incorporan sus obras en un espacio virtual común. Esta iniciativa refleja un esfuerzo por concentrar y compartir recursos de información.
http://www.videomuseum.fr

### II.3.7.2 Opciones on/off line

A partir de 1994, en una conferencia en EEUU sobre Intermedia, Microsoft propuso combinar soportes magneto-ópticos con tecnología on-line. Había aparecido un

sistema híbrido capaz de combinar CD e Internet. Entre sus características destacaríamos la rapidez en el acceso a la información característica de los soportes magneto-ópticos, con las ventajas de las conexiones a la Red on line con el fin de conseguir una cantidad inabarcable de información actualizada. Si bien los primeros sistemas híbridos contaron con escasa repercusión en la vida cotidiana, siendo usado por investigadores, museos, bibliotecas, etc. posteriormente contarían con gran auge debido al abaratamiento de los CD y la expansión de Internet.

Según María L. Bellido Gant en su libro "Arte, Museos y Nuevas Tecnologías" pensaba que este sistema mixto de CD-ROM e Internet podría ser de gran utilidad para presentar creaciones artísticas. Para ella, el actor podía combinar obras ya realizadas, presentándolas en CD, con sus últimas creaciones, algunas en estado de permanente transformación, usando Internet. Potenciando así la participación del espectador, que podía interactuar sobre una obra inacabada participando en el proceso creativo.

Además aparecieron otras posibilidades como las ofrecidas por la guía de canales de los navegadores Netscape y Explorer. Mediante la suscripción a un canal del sitio conectado se descarga a nuestro disco duro cada cierto tiempo información actualizada para ser consultada fuera de línea (off line). Con lo cual creamos un vínculo entre nuestro ordenador y el site elegido.

Para María L. Bellido Gant este sistema facilita la integración de contenidos de Internet en nuestro ordenador; evita largas esperas y permite una mejor visualización de las experiencias multimedia.

### II.3.8 Realidad Virtual

Leber la define como la sexta revolución que ha tenido lugar en nuestro tiempo. Ésta permite al visitante entrar dentro de la obra e ir más allá, en términos de síntesis, interactuación, tridimensionalidad, sensación de realidad, etc.

El escritor de ciencia ficción J. G. Ballard tiene que remontarse a la invención del lenguaje para encontrar un detonador de transformaciones tan decisivas como las que a su parecer desencadenara la realidad virtual. *"Creo que si la realidad virtual evoluciona según las declaraciones de quienes la están desarrollando, representa el*

*mayor avance en la historia de la humanidad desde la invención del lenguaje y, quiero decirlo, hasta de la propia conciencia"*[53].

Los museos han encontrado en esta tecnología un filón que acabará por imponerse en todos los sectores de la sociedad. No sólo por sus características de ilusión de realidad y tridimesionalidad, sino porque de manera innata cuenta con unas ventajas incuestionables tanto en términos de entretenimiento, educación, entrenamiento, etc. De hecho son numerosos los museos que ya han hecho uso de esta tecnología. Entre ellos podríamos destacar el Museo Reina Sofía, el Museo Thyssen-Bornemisza, el Louvre, Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci o el Philadelphia Museum of Art.

Este apartado será extensamente desarrollado en el siguiente capítulo. Por tanto aquí, nos referimos a él de manera superficial para profundizar más posteriormente y así no resultar excesivamente repetitivos.

### II.3.9 Audioguías

Las audioguías desde su aparición han sido rápidamente implantadas por un gran número de museos como medio de acceso a la información tanto del museo como del patrimonio del mismo. En este sentido supone una forma muy útil y aconsejable de realizar una visita tanto física como virtual a un museo, y cuenta con unas ventajas considerables.

Las ventajas de las audioguías son numerosas, según Audioguiarte[54] :

Mejora e incrementa la calidad de la visita. El visitante recibe simultáneamente información de la obra de arte mientras la contempla y en el idioma seleccionado.

Favorece el "libre recorrido". El usuario de la audioguía organiza y estructura su propia visita, él tiene libertad de movimientos y decide sobre cuál, cuándo, durante cuánto tiempo y dónde desea escuchar la explicación seleccionada por él mismo.

---

[53] Citado por: DYAZ, A., ARAGONESES, J. Op. cit., 80.

[54] Es una empresa integrada en el Grupo Aldeasa, la mayor empresa española en la prestación de servicios comerciales para el sector de los museos e instituciones culturales.

Optimiza el "tiempo de recuerdo de la visita" al centro. Está demostrado que el usuario de la audioguía retiene hasta un 30% más de información que sin ella (que sólo llega al 6%).

La relación entre visitante y la "obra de arte o el Museo" se hace más cercana.

Incrementa y mejora el acceso al arte de la gente con discapacidad.

Se pueden realizar diferentes recorridos para públicos variados (infantil, adultos, expertos en arte, etc.)

Permite establecer distintos niveles de información. A los visitantes especializados se les da la posibilidad de profundizar en la visita, introduciendo bloques informativos con documentación ampliada sobre el autor y/o la obra…

Fomenta y refuerza el carácter "aprender entreteniendo", amenizando a los visitantes más jóvenes con datos y curiosidades sobre la historia del centro en cuestión.

Se mejora la percepción que el visitante tiene de su paso por la institución.

Enriquece y amplia la oferta de servicios de la institución.

Constituye un soporte divulgativo dentro y fuera del Museo.

Genera ingresos adicionales asociados a la prestación de un nuevo servicio al visitante[55].

Todas las tecnologías anteriormente citadas para llevar a cabo sus funciones necesitan de los medias. En algunos casos utilizan todos o gran parte como es el caso de la realidad virtual y en otros simplemente uno como en el caso por ejemplo de las audioguías. Por tanto, en el siguiente apartado de este Capítulo II vamos a tratar de los medias, tanto sus tipos como sus aportaciones al proceso de aprendizaje y a la elaboración de material didáctico multimedia.

[55] http://www.audioguiarte.com/audioguia.htm

## II.4 Los medias en el Museo Virtual

Ramón Sala y Rafael Sospedra nos proponen un estudio de la estructura básica de los Museos Virtuales, los **media**. Para estos autores, como ocurre en el caso de los museos tradicionales, para determinar la capacidad, resistencia, uso, etc. de una determinada presentación museal, se deben conocer las posibilidades que ofrecen expositores, vitrinas, etc. En este sentido en lo virtual hablamos de los media. Al crear un recurso de este tipo, como es un Museo Virtual, deberemos conocer la potencialidad que nos ofrecen cada uno de los media previamente a su utilización y aplicación. Atendiendo a esto deberemos contestar a una serie de preguntas a fin de saber qué media usar en cada momento. ¿A quién va dirigido?, ¿qué temática va a desarrollar?, ¿de qué medios disponemos?[56], y un largo etc.

Estos autores citados anteriormente definen los **medias "como cada uno de los diferentes canales de distribución de la información en formato digital".** Entre ellos encontramos el **texto, ilustraciones, animaciones, audio, video, software e hipermedia**. A continuación desarrollaremos cada uno de ellos.

### II.4.1 Tipos

#### Texto

Generalmente, los museos virtuales establecen sus presentaciones combinando o mezclando el texto con algún otro media. La información sobre todo de tipo textual o hipertextual es preponderante en la mayoría de los museos virtuales, sin embargo, como ya nos avisan Ramón Sala y Rafael Sospedra, no se puede utilizar este recurso o media de manera totalmente indiscriminada sino que tenemos que someternos a unas

[56] SALA, R., SOSPEDRA, R. Op. cit., 367-368.

bases establecidas ya que estamos hablando de texto que nos llega a través de un monitor, con las ventajas y desventajas que esto supone. Si usáramos un media como el texto de manera irresponsable correríamos el riesgo de producir cansancio en el espectador, y nuestro propósito, huelga decirlo, es todo lo contrario. Algunas de las ventajas con las que cuenta este media es su peso como archivo y su posterior influencia en la velocidad de descarga en aquellos museos virtuales visitables vía on-line. En este sentido por todos es conocido que la velocidad de descarga de texto, al pesar mucho menos que otro tipo de medias, es menor.
Para lograr un mayor y mejor aprovechamiento de este media se requieren una serie de consideraciones básicas. Cabría mencionar las siguientes:

**En cuanto al párrafo:**

Longitud de líneas: 15 cm
No usar fondos que deslumbren o muy oscuros.
Interlineado simple
Párrafos de no más de 10 líneas.
Utilizar márgenes para jerarquizar información.
Deben contener una sola idea pero sin frases demasiado cortas ni demasiado largas.

**En cuanto a la Fuente:**

Cuerpo de letra de 10 o 12 y el estilo sin florituras, de lectura fácil (Arial, Helvética, Verdana, Trebuchet, etc.)

**En cuanto al destacado de elementos:**

Recurrir a la negrita pero sin abusar.
El número de elementos diferentes debe ser reducido.

**En cuanto al estilo:**

Para informar, un registro de lengua formal que suprime ambigüedades.
Para propuestas y sugerencias, uno más ameno y cercano.

**En cuanto al lenguaje:**

Debe captar la atención del usuario (usar primera persona del plural).
Si es un público estudiante debemos usar lenguaje directo que nos ponga a su altura.
Evitar cualquier tipo de discriminación por razones de sexo, religión, etc.

### Audio

Como recurso introducido en los museos virtuales:

Proporciona continuidad narrativa en la presentación.
Humaniza la relación usuario-máquina.
Capta la atención del usuario y motiva sus acciones.
Desarrolla procesos de identificación y de participación del usuario.
Refuerza la interacción en la navegación.

Utilizado este media como presentación, hay que ser conscientes que la narración no va a ser igual que si se tratase de un texto escrito, ya que este presenta claras diferencias. En el texto escrito nuestro fin debe ser entender y comprender claramente lo que se narra. Entre los recursos sonoros que nos podemos encontrar, los que más se utilizan son:

**La voz en off**: usado prioritariamente acompañando a la lectura de textos, para pequeñas narraciones o bien para indicar partes o títulos de una estructura de contenido.
**La música**: usada para reforzar espacios determinados de los materiales o para crear ambientes psicológicos establecidos de manera asincrónica (como música de fondo) o sincrónica (acompañando algún tipo de media).
**Los efectos sonoros**: Se deben usar con cuidado y siempre teniendo en cuenta los objetivos generales. Suelen ser cortos, motivadores y prácticos.
**Las grabaciones**: usadas para sobre todo reproducir fuentes históricas, discursos, etc.

Debemos tener en cuenta que el acceso al audio puede ser directo, cuando se carga directamente con la página o indirecto, cuando debemos activarlo.

### Ilustraciones

Nos referimos con ilustración a imágenes fijas bidimensionales, ya sean dibujos, fotografías, gráficos o esquemas. Deben ser usadas únicamente cuando son necesarias para el desarrollo del aprendizaje del usuario, teniendo en cuenta además de criterios pedagógicos, criterios técnicos que nos van a ayudar a hacer más útil y amena la presentación de la información. Debido sobre todo al aumento del ancho de banda en la Red, la calidad de estos medias ha crecido enormemente en los últimos años. Imágenes que anteriormente tardaban mucho tiempo en descargarse, hoy tenemos la posibilidad de hacerlo casi de manera automática.

Las ilustraciones a utilizar deben ser bien visibles y a poder ser no utilizar el scroll que nos limita la visión en conjunto. Cuando nos encontramos con una ilustración que no es auto explicativa deberemos añadir algún media, ya sea texto o audio, que nos explique la misma Este media cuenta con una serie de ventajas y limitaciones, al igual que los demás, que cabría mencionar:

**Ventajas**

Pueden completar material:

Provocando el impacto.
Presentando de manera rápida y concisa informaciones complejas.
Completando informaciones que se dan con el uso de otros medias.
Reforzando conceptos, etc.
Puede proporcionar visiones de conjunto.

**Limitaciones**

Cada ilustración resume en poco espacio gran cantidad de información, con lo cual no se puede abusar de este recurso siempre que el museo sea visitable a través de la red. En todo caso cabría optimizarlas en aras de una mayor utilización de este media.

Hicks y Essinger[57] establecen una serie de razones por las cuales usar ilustraciones en materiales didácticos multimedia. Para:

Presentar la estructura y el orden de las cosas.
Centrar la atención de los usuarios.
Ayudar a los usuarios a percibir y asimilar la información
Estimular el interés.
Ayudar a navegar por el sistema.
Confirmar interacciones.
Clasificar y distinguir hechos.
Manifestar la importancia relativa de los diferentes hechos.
Reducir la cantidad de lenguaje escrito.
Simbolizar y representar hechos.
Estimular el reconocimiento y la memoria.
Dar un estilo apropiado al tipo de usuario y a las tareas que debe realizar.

**Animaciones**

Hasta hace bien poco era escaso su uso, si bien con el desarrollo de softwares accesibles a todo el mundo capaces de crear animaciones, la capacidad elevada de compresión de estos archivos y al aumento de la velocidad de transmisión de información, posibilitan que actualmente la mayor parte de los museos cuenten con este recurso en sus contenidos. De manera que son usados tanto para destacar aspectos, como para distraer y mostrar vitalidad.
Se diferencian del video en que estas animaciones son realizadas con programas sin partir de objetos o situaciones reales, sino de gráficos. Su uso favorece al dinamismo.

Entre el conjunto de animaciones, hay una clara diferenciación entre:

[57] HICKS R., ESSINGER J. (1991). "Making Computers More Human (Paperback)". Pergamon Press

**Las de dos dimensiones**, basadas en la animación tradicional de los dibujos animados.
**Las de tres dimensiones**, mediante programas informáticos especiales, de tratamiento vectorial de gráficos o de realidad virtual.

En la manera de presentarlas nos encontramos con aquellas que son inactivas, es decir, se necesita del usuario para ponerla en marcha, y aquellas que son activas, es decir, no se necesita del usuario para ponerlas en marcha.

### Video

En casi todos los casos anteriormente mencionados, excepto el texto, su uso había sido bastante escaso. Sin embargo, gracias entre otros factores a su posibilidad de compresión y en los casos que se utiliza vía on-line, gracias al aumento del ancho de banda, actualmente supone un recurso muy beneficioso en el diseño de materiales multimedia orientados a museos y centros de interpretación visuales.

Entre sus **beneficios** encontramos:

Da soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje
Orienta
Informa
Explica
Facilita la comprensión y la retención.
Aporta un factor estético.
Resuelve la posibilidad de verbalizar contenidos que son difíciles de explicar por medio de otros recursos didácticos.
Aumenta la sensación de realismo, mejorando así la autenticidad y credibilidad.
Sintetiza eficazmente los contenidos.
Permite el desarrollo de diferentes tratamientos audiovisuales.

Su uso debe limitarse cuando el contenido no puede explicarse con la misma eficacia por otros medias.

En el caso de los museos virtuales deben reproducirse de manera fragmentada y siendo apoyados con algún otro media, ya sea texto, ilustraciones, etc.

El video siempre que sea puesto a disposición en Internet debe tener un cuadro de control para que se reproduzca cuando nosotros lo deseemos y podamos controlar el volumen del mismo.

### Hipermedia

Deriva del hipertexto si bien está basado en el mismo sistema de saltos en la información, pero conducidos no sólo a través del texto, sino de cualquiera de los medias vistos hasta ahora.

Ramón Sala y Rafael Sospedra definen hipermedia como un sistema de enlaces que se establecen entre informaciones presentadas en diversos medios: texto, ilustraciones, videos…

Este media se construye atendiendo a tres elementos: **nodos, vínculos y anclajes**.
Por **nodo** entendemos cada una de las unidades de información a que accedemos.
Por otro lado, los **anclajes** son palabras, imágenes, etc. específicas que sirven de acceso al nodo.
Por último los **vínculos** son enlaces o asociaciones entre el anclaje y el nodo.

Podemos diferenciarlos en:

**Enlaces internos:** Estos son enlaces dentro del mismo apartado a una información más ampliada independientemente del media usado.

**Enlaces externos:** Nos referimos con enlaces externos a aquellos que poseen un enlace a direcciones que se encuentran fuera de la presentación del museo virtual, es decir, cuando estas están en otro lugar de la red.

**Enlaces transversales:** Se trata de enlaces entre dos puntos del contenido del material. Se pueden así relacionar contenidos e informaciones de otras actividades, programas, etc. que no sean propiamente el que nos ocupa.

Este media permite:

Adaptar el material didáctico multimedia a la diversidad de individuos y situaciones de visita porque hace posible distintos itinerarios de formación.

Favorece la autonomía del usuario.
Proporciona una actitud de exploración activa.
Guarda similitud con la forma de pensar mediante asociaciones de informaciones.

Con el fin de no hacer caer al usuario en la desorientación, se deben seguir unas pautas:
Partir de una estructura lógica del material y de la información contenida.
No excederse en el uso de vínculos. Sólo los más necesarios o trascendentes.
Constituir un itinerario de formación recomendado. Mediante mapas, índices, etc.
Diseñar una interfaz de manera que los nodos queden siempre visibles. Mediante la apertura de nuevas ventanas, la posibilidad de poder ir atrás y delante, etc.[58]

[58] SALA, R., SOSPEDRA, R. Op. cit., 368-376.

| | Definición | Formatos | Ejemplos |
|---|---|---|---|
| Texto | Contenido escrito | HTML, PDF, RTF, ASCI… | Textos literarios y técnicos, artículos, recensiones, comentarios… |
| Ilustraciones | Imágenes estáticas | GIF, JPEG, TIFF. PCX, BMP, CDR, WMF… | Fotografías, dibujos, esquemas, gráficos. |
| Animaciones | Secuencia de imágenes en movimiento creada artificialmente | FLC, AVI, MPEG, MOV… | Realiad Virtual, objetos en 3D, imágenes planas… |
| Audio | Secuencia sonora que reproducen archivos | WAV, MIDI, Real Audio, MP3… | Música, locuciones, efectos sonoros, sonidos de sistema… |
| Video | Filmación de secuencias reales | AVI, Real Video, MOV… | Escenificaciones, procesos, fenómenos… |
| Software | Programarios e informaciones digitales compiladas interactivas | Autoejecutables, bases de datos… | EAO, aplicaciones interactivas, navegación interactiva por espacios 3D, Quick Time VR… |
| Hipermedia | Sistema que | HTML, EXE… | Web, aplicaciones |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | permite moverse por diferentes ítems e informaciones relacionados en diversos formatos. | | interactivas multimedia, tutoriales… |

### II.4.2 Aportaciones de los medias al proceso de aprendizaje

Siempre que utilicemos los medias deberemos tener en cuenta sus características y posibilidades. Es decir, qué es lo que nos puede aportar la utilización de un determinado media al objetivo que pretendemos conseguir. No se trata de usar la tecnología de manera autómata, sino siempre supeditada al fin que deseemos obtener. Para ello Ramón Sala y Rafael Sospedra establecen una serie de requisitos que entienden que deben cumplir los medias de los materiales de un museo virtual:

**Secuencialidad:** Estructura lineal y jerárquica de los contenidos.

**Modularidad:** Estructura de los contenidos en unidades o módulos que pueden interrelacionarse siguiendo diferentes itinerarios.

**Creatividad:** Posibilidad de incorporar elementos imaginativos.

**Interactividad:** Posibilidad de participación o intervención activa en el desarrollo del contenido por parte del usuario.

**Realismo:** Capacidad de representar la realidad tal y como se nos presenta.

**Accesibilidad:** Facilidad de acceso o consulta de elementos concretos.

**Enfatización:** Posibilidad de repasar los aspectos más relevantes del conjunto que se presenta.

**Actualización:** Posibilidad de modificar los contenidos incorporando elementos nuevos o de actualidad.

**Facilidad de uso:** Facilidad del usuario para el tratamiento o la recepción de los contenidos.

**Evaluación on-line:** Posibilidad de incorporar sistemas de evaluación con correcciones a tiempo real.

**Autoedición:** posibilidad del usuario de modificar o editar los contenidos que se le presenten.

**Control por parte del usuario:** Posibilidad del usuario de controlar el progreso en las actividades, de activar o desactivar, de decidir un cambio de actividad, etc.

**Facilidad de desarrollo:** Facilidad de desarrollo de tipos de recursos para la mayor o menor necesidad de conocimientos técnicos, estructura o recursos específicos[59].

[59] Ibídem, 368-376.

Características proporcionadas por los media[60]

| | Texto | Ilustr | Animación | Audio | Vídeo | Software | Hipermedia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Secuencialidad | MA | MB | A | A | A | B | MB |
| Modularidad | MB | B | A | A | MB | A | MA |
| Creatividad | B | A | MA | MA | MA | A | MA |
| Interactividad | MB | MB | A | A | B | A | MA |
| Realismo | A | B | MB | MB | MA | B | A |
| Accesibilidad | B | B | MB | MB | MB | MB | MA |
| Búsqueda | A | MB | MB | MB | A | MA | MA |
| Enfatización | A | MA | MA | MA | A | A | A |
| Accesibilidad | A | A | A | A | B | B | MA |
| Actualización | MA | MB | MB | MB | MB | MB | MA |
| Facilidad de uso | B | A | MA | MA | MA | A | MA |
| Evaluación *online* | MB | MB | MB | MB | MB | MA | MA |
| Autoedición | B | A | MB | MB | MB | MB | A |
| Control usuario | MB | B | B | B | B | MA | MA |
| Facilidad | MA | A | MB | MB | MB | MB | B |

[60] Ibídem, 377.

MA= Muy Alta A= Alta B= Baja MB= Muy Baja

### II.4.3 Elaboración de un Material Didáctico Multimedia.

Entendemos por material didáctico multimedia aquellos materiales que se conciben y elaboran para obtener la máxima conectividad e interactividad posibles a fin de un mejor aprendizaje.
Entre las características de estos materiales didácticos multimedia podemos destacar:

Posibilidad de integrar en un único soporte dos o más medias.
Están diseñados bajo el paradigma constructivista.
Permiten que el estudiante sea capaz de aprender a aprender, de pensar y de aprovechar cualquier experiencia formativa a lo largo de su vida.
Son capaces de incrementar la interactividad.
Permiten simular situaciones reales.
Tienen un componente práctico importante.
Permiten la interrelación con otros materiales[61].

[61] Ibídem, 379.

## II.5 Usos de las Tecnologías Educativas en el museo

En la unión de las tecnologías con los medias y el deseo de aplicación para la educación aparecen las tecnologías educativas. Tecnologías que no sólo serán aplicadas en educación formal sino también en la no formal e informal. En este sentido, los museos debido a la transformación sufrida a mediados del siglo XX, deben responder tanto a las necesidades como a los intereses del público. La democratización del acceso a los museos supone un gran cambio y un esfuerzo en reestructurar el ámbito educativo del museo. Los museos a través de nuevas actividades educativas deben guiar al visitante tanto de manera física como virtual a través de sus colecciones. Los museos como instituciones educativas que son, deben, además de educar, ayudar a entender el patrimonio cultural al visitante.

La interpretación de la colección debe de estar presente y es fundamental para el proceso de aprendizaje, el museólogo Tilden definía la interpretación como un elemento clave para la comprensión de la historia "sólo cuando se establece una relación a través de la utilización de los objetos originales, a través de las experiencias reales y también a través de los medios ilustrativos y no cuando sólo existe una mera información"[62].

La interpretación de las colecciones y la preocupación por los visitantes serán elementos clave a la hora de diseñar digitalmente los contenidos, estas nuevas tecnologías de comunicación e información van a potenciar la difusión y por lo tanto los museos que se preocupan por los visitantes, y los museos que tienen en cuenta el contexto, tendrán éxito por un lado en el desarrollo de actividades online educativas y por el otro en la difusión global de sus contenidos en la red Internet.

Estos elementos son esenciales y necesarios cuando el museo se convierte en virtual y elabora actividades didácticas para ser difundidas a través de su website, ya que un

[62] Citado en: COFÁN FEIJOO, M. F.. Op. cit.
TILDEN,FREEMAN. (1967), " Interpreting Our Heritage". University of North Carolina Press.,

museo virtual no es sólo una base de datos de imágenes digitalizadas e información electrónica[63]. Para transformar una colección virtual en un museo virtual es necesario que exista una función docente y conseguir que el museo se convierta en un espacio para el aprendizaje que responda a las necesidades e intereses de todo tipo de público que pretende interactuar con el aspecto educativo del museo. En este sentido, en un estudio realizado por Virtual Office, aparecen como 6 las ventajas principales que posee Internet en la formación:

**1. Universalidad**. Muchas personas encuentran en Internet determinadas informaciones que no pueden conseguirse por otros medios. Esto es debido a que Internet es la mayor biblioteca que existe y que la información que posee está en constante actualización.

**2. Comunicación**. Los conocimientos sólo pueden transmitirse a través de la comunicación, por lo que se convierte en un requisito imprescindible a la hora de impartir la formación. La ventaja añadida de Internet es que la comunicación no se limita por barreras espaciales y es de una gran riqueza.

**3. Hipertexto**. Mediante él podemos navegar a través de una gran cantidad de información hasta llegar a unos límites insospechados.

**4. Interactividad**. El aprendiz mantiene un auténtico diálogo con su ordenador, pues él le formula una serie de preguntas y la máquina le responde de manera simple y rápida, lo cual hace que aumente el interés del estudiante al ver la gran cantidad de información que puede obtener en poco tiempo y de manera sencilla y cómoda, puesto que no necesita trasladarse.

**5. Multimedia**. Gracias a ella la información que se obtiene a través de Internet es práctica, amena y atractiva.

---

[63] Citado en: COFÁN FEIJOO, M. F. Op cit.

**6. Economía de la comunicación**. Cualquier usuario conectado a Internet puede llamar a cualquier parte del mundo a un reducido coste.
A todo ello hay que añadir el efecto positivo que ejerce sobre la motivación, además de permitir que la enseñanza se pueda impartir de forma individualizada[64].

Las aplicaciones de las nuevas tecnologías en la educación se han basado en la utilización de **tutoriales, en la exploración, en la aplicación y en la comunicación**. La aplicación de estas categorías se diseñó con diferentes propósitos aunque varias categorías pueden formar parte de una misma aplicación.

Por tanto las tecnologías educativas se pueden clasificar en cuatro usos esenciales cuando se aplican en el ámbito educativo[65] :

### II.5.1 Comunicación

Es el sistema basado en redes locales o remotas para permitir a los docentes o alumnos el enviar información y datos para la comunicación entre ellos. Es el aprendizaje interactivo a distancia a través de tecnologías de satélites, ordenadores y módem, teléfono, la comunicación en la red Internet ha facilitado enormemente este tipo de comunicación a distancia[66].

### II.5.2 Exploración

Sistema diseñado para facilitar al estudiante o usuario el aprendizaje a través de la información, de las demostraciones, o las simulaciones que se dan en este sistema y para ser consultadas por el usuario cuando crea conveniente para la comprensión. Este sistema está controlado por el estudiante, que le proporciona el contexto para el

---

[64] Citado en: ARROYO, S. R., RODRÍGUEZ, J. "El uso de las tecnologías educativas: la teleformación". http://www.ieev.uma.es/edutec97/edu97_c3/2-3-15.htm
[65] Citado en: COFÁN FEIJOO, M. F.
DEWEY BROWSE (1993),"Using Technology to Support Education Reform".Cap. II:EducationaJ Technologies. Disponible on line. The Internet Public Library: http://www.ipL.org
[66] COFÁN FEIJOO, M. F. Op. cit., 121

descubrimiento (o una guía para el descubrimiento), los hechos, los conceptos o los procedimientos.

En este sistema los usuarios cuentan con la libertad de acceder a los recursos que más le convengan. Las aplicaciones para la exploración promueven el descubrimiento o les guía para descubrir y ayudarles en el aprendizaje. En esta categoría se encuentran los CD-ROM. La particularidad de este sistema está en el control del aprendizaje a través de la hipermedia.

### II.5.3 Aplicaciones

Este sistema ayuda al usuario en el proceso de aprendizaje mediante herramientas que le facilitan la escritura, análisis de datos, u otro tipo de usos. Es el procesador o editor de textos, los programas de maquetación y publicación, editor de videos, todo el software en general.

### II.5.4 Tutoriales

Son sistemas diseñados para la enseñanza a través de la información, demostración o simulación. Este sistema requiere las respuestas o preguntas del estudiante y la resolución de problemas. El uso de este sistema tutorial incluye:

1. La exposición del aprendizaje, donde el sistema muestra la información.
2. La demostración, en la cual el sistema ofrece el fenómeno.
3. La práctica, el sistema requiere aquí la participación del estudiante para resolver problemas, responder preguntas o realizar otras tareas.

## II.6 Resumen y conclusiones

**RESUMEN**

En este capítulo hemos tratado del uso de las nuevas tecnologías en su aplicación al museo. Tema tratado desde diferentes aspectos:

En un primer momento y para comenzar este capítulo se ha tenido en cuenta la opinión de una institución tan prestigiosa como **el ICOM** en cuanto a la utilización de nuevas tecnologías aplicadas al museo. Para después establecer unos **antecedentes históricos** tanto del cambio de concepto de museo como de la virtualización e informatización del mismo, con el fin de precisar el surgimiento de las nuevas tecnologías en su aplicación al museo y posteriores consecuencias.

Una vez establecidos estos antecedentes, se hacía necesario explicar como se han utilizado y se usan estas **tecnologías** tanto en la difusión como en la mejora de los servicios que presta el museo. Para después centrarnos de manera más específica en los **medias** que hacen de un recurso virtual, en este caso un museo virtual, un recurso útil, beneficioso y accesible.

En este sentido, en la unión de las nuevas tecnologías y los medias con finalidad educativa aparecen las **tecnologías educativas**. Por ello se nos antojaba imprescindible terminar este capítulo con el uso que se ha hecho de las tecnologías, a través de las tecnologías educativas, en el museo, mediante tutoriales, exploraciones, aplicaciones (softwares) y redes remotas (comunicación).

En este sentido, en el posterior capítulo, una vez vistas una serie de nuevas tecnologías aplicadas al museo, se nos hace necesario centrarnos en aquella nueva tecnología de la que trata esta tesis, la realidad virtual, con el fin de arrojar un poco de luz sobre la misma. Tanto en sus aspectos más técnicos como en aquellos más de aplicación a otras áreas en general y a la educación artística y el museo en particular.

**CONCLUSIONES**

No ya sólo por lo que dice el ICOM al comienzo de este capítulo sobre las nuevas tecnologías y su aplicación al museo, sino que, por todo lo mencionado en este capítulo consideramos conveniente utilizar las nuevas tecnologías aplicadas al museo con fines de **difusión, conservación, información, comunicación y educación**. En este sentido todo parece indicar que entre todas las nuevas tecnologías mencionadas en este capítulo la que cuenta con un mayor número de posibilidades y potencialidades en su aplicación al museo es la **realidad virtual**. Además consideramos que, al ser una tecnología que es capaz de albergar todos los medias, se hacía necesario hacer un estudio al respecto a fin de sacar de ellos el máximo provecho, así como entender el uso que se había hecho hasta ahora de las **tecnologías educativas**. Aunque la aplicación al museo de la realidad virtual ya es un hecho pensamos que aun quedan muchas aplicaciones y posibilidades por descubrir.

Es por tanto, nuestra intención aportar algo de luz sobre esta tecnología. Desde sus aspectos más técnicos a aquellos relacionados con la investigación y la educación artística en general y en el museo en particular.

## III. REALIDAD VIRTUAL 111

**III.1 Qué es la realidad virtual 112**

III.1.1 Orígenes de la realidad virtual 114

III.1.2 ¿Qué se necesita para crear mundos virtuales?120

**III.2 Conceptos que estructuran la Realidad Virtual 122**

III.2.1 Concepto de inmersión 122

III.2.2 Concepto de manipulación 122

III.2.3 Concepto de navegación 123

**III.3 Características de los sistemas de realidad virtual 124**

III.3.1 Capacidad Sintética. 124

III.3.2 Interactividad 125

III.3.3 Tridimensionalidad 126

III.3.4 Ilusión de realidad 126

**III.4 Tipos de Realidad Virtual 129**

III.4.1 Realidad Virtual Inmersiva. 129

III.4.2 Realidad Virtual No inmersiva. 130

**III.5 Equipos de realidad virtual 131**

III.5.1 Dispositivos de salida 131

III.5.2 Dispositivos de entrada 133

**III.6 Aplicaciones de la Realidad Virtual 136**

III.6.1 Aplicaciones en general 136

III.6.2 Aplicaciones en Ocio-Entretenimiento 143

III.6.3 Aplicaciones en educación 146

III.6.4 Aplicaciones en Educación Artística 154

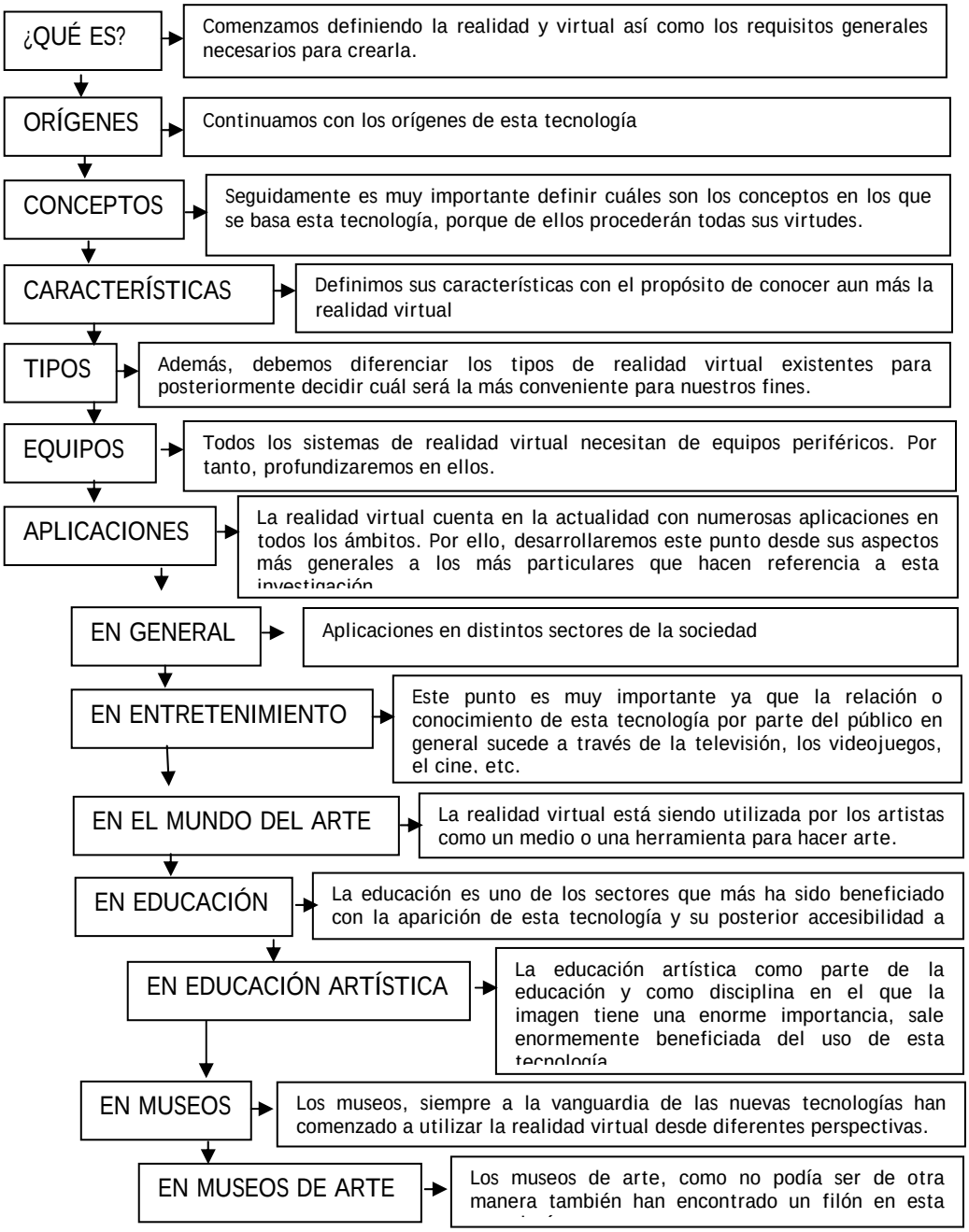
III.6.5 Aplicaciones en el mundo del arte 158

III.6.6 Aplicaciones en el museo 160

**III.7 Resumen y conclusiones 173**

# III. REALIDAD VIRTUAL

En este capítulo nuestra intención es conocer y entender una tecnología. Conocerla tanto es sus aspectos más técnicos como en aquellos más de aplicación tanto en investigación como en educación.



## III.1 Qué es la realidad virtual

En el capítulo I ya precisamos diferentes definiciones de distintos autores sobre esta tecnología. Si bien podríamos añadir alguna más:

"Un sistema de realidad virtual es una interfaz que implica simulación en tiempo real e interacciones mediante múltiples canales sensoriales. Estos canales son los del ser humano: vista, oído, tacto, olfato y gusto"[67] .

"Se entiende como realidad virtual la aplicación práctica de modernas tecnologías informáticas que ayudan a crear en el espectador (y, a la vez, participante) ilusiones y sensaciones referidas a la inmersión total en un mundo imaginado, que sólo existe dentro del ordenador que lo provoca"[68] .

Como vemos, en ambas definiciones, tanto en la de Burdea como en la de Hill, hay un concepto común, y es el de la interacción con los sentidos. Esta interacción pretende provocar la sensación de inmersión en el usuario, pero no una inmersión de manera pasiva, sino activa en la que el usuario es parte fundamental a efectos de manipulación y navegación en un mundo virtual.

En toda definición de realidad virtual debieran estar presentes, como veremos más adelante, tres conceptos que son los que la estructuran. Por un lado, el **concepto de inmersión**: mediante la interacción en tiempo real de nuestros sentidos con el mundo virtual y viceversa. Por otro lado, el **concepto de manipulación**: mediante nuestra posibilidad de poder interactuar con el mundo virtual, pudiendo modificarlo y manipularlo. Y por último, el **concepto de navegación**: que no es otra cosa que la dominación del espacio en tres direcciones, es decir, de manera tridimensional.

---

[67] BURDEA, G. (1993). "Virtual Reality Systems and Applications". Electro' 93 International Conference.

[68] HILL, P. D. (1996). "Así se crea Realidad Virtual". Barcelona, Ed. Rosaljai S. L.

Con la intención de establecer una definición propia lo más exacta posible, podríamos decir que, la realidad virtual es un ambiente o mundo generado por ordenador, que permite la interacción, la manipulación, la dominación del espacio en tres direcciones, y la inmersión del usuario a través de equipos periféricos que actúan sobre nuestros sentidos. Todo ello persiguiendo la sensación de realidad.

Cuando decimos sensación de realidad no queremos decir que el mundo creado deba parecerse al real, sino que nuestra percepción del mismo, en los términos mencionados en la definición anterior, debe parecerse lo más posible a la realidad.

Una vez definido qué es la realidad virtual, debemos saber de dónde procede, cuál es su origen y su desarrollo a lo largo del tiempo. En este sentido, haremos un recorrido por la historia, desde la aparición de esta tecnología con uso militar hasta nuestros días con las consolas de videojuegos.

### III.1.1 Orígenes de la realidad virtual

El origen de la realidad virtual se sitúa durante la Segunda Guerra Mundial. La Marina de Guerra de los EEUU se pone en contacto con el **MIT (Massachusetts Institute of Technology)** para la posible creación de un simulador de vuelo apto para el entrenamiento de pilotos de bombarderos. En estos tiempos la URSS había lanzado el Sputnik y ante esto EEUU invirtió grandes cantidades de dinero en ciencia y tecnología. Si bien es cierto que para uso militar, ya que se encontraban en la época de la "Guerra Fría". El proyecto se llamó Whirlwind. El Whirlwind computer fue el primer ordenador que operó en tiempo real y el origen de los gráficos por ordenador. El proyecto fue acabado en 1951, por lo cual la marina perdió interés, debido a que el proyecto había sido iniciado 6 años antes, si bien en aquella época la URSS detonó su primera bomba nuclear y el USAF (United States Air Force) retomó el proyecto bajo el nombre de "Claude Project". Pasaron 8 años hasta que apareció un uso civil de la tecnología 3D.

En 1959, un equipo formado por las empresas IBM (Internacional Business Machines) y la GM (General Motors) crearon un programa llamado DAC-1 (Desing Aumented by Computers). Este programa se presentó 5 años después de su creación en Detroit en 1964, siendo su característica principal ser capaz de aceptar coordenadas y crear representaciones. Se buscaba la representación tridimensional de los automóviles de la GM.

Los primeros usos de esta tecnología como vemos son eminentemente de tipo industrial y militar. Si bien será en 1961 cuando el informático y programador Steve Russell, cuyo trabajo se desarrollaba en el MIT, cree el primer videojuego sobre un DEC PDP-1 (Pequeño ordenador interactivo creado en 1960, sus dimensiones actualmente nos parecerían bastante considerables)
Fue en 1962-63, cuando **Ivan Sutherland** crea un programa (en el curso de su tesis de PhD, equivalente al Doctorado Español) que controlaba directamente un tubo de rayos catódicos con el fin de mostrar líneas y luz, dando como resultado una figura geométrica. El programa creado en 1963 por Iván Sutherland, se llamó "sketchpad", el cual permitía guardar los dibujos creados, los cuales eran vectores en lugar de bitmaps, y por tanto el usuario definía la figura geométrica que deseaba, siendo los resultados bastante precisos. Con esto Sutherland demuestra que los gráficos por

ordenador podían ser utilizados tanto para fines artísticos como técnicos. Este programa permite la aparición de la ciencia de gráficos controladas por ordenador.

Sutherland es considerado por muchos el creador de los gráficos por ordenador. Introdujo conceptos tales como el modelado tridimensional por ordenador, simulaciones visuales, diseño automatizado (CAD) y realidad virtual. La tecnología 3D es inconcebible sin este profesor de entre otras Universidades Harvard y Utah, miembro del MIT de Massachussets, etc. además de participar en el proyecto ARPA (Advanced Research Projects Agency). Esta agencia fue la encargada de desarrollar (ARPANET) lo que hoy conocemos como Internet. Si bien en un primer momento este encargo fue hecho por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con un objetivo claramente militar.

Gran cantidad de avances se van sucediendo en un corto plazo de tiempo, y raro será el año en el que no aparece un nuevo descubrimiento. Por tanto, estos rapidísimos avances provocarán que en 1963 aparezcan programas capaces de simular efectos físicos tales como la gravedad, el movimiento, etc. Con ello aparecerán los primeros cortometrajes de animación.
Mientras tanto, Iván Sutherland sigue investigando nuevas posibilidades de esta tecnología y crea el primer casco de visualización estereoscópica en 1966. Pero no decae su interés por seguir investigando y en 1964, se produce la colaboración con el doctor David Evans. Ambos iniciaran la exploración de mezclas entre arte y ciencia en la Universidad de Utah. De hecho, esta Universidad fue la primera que tuvo un laboratorio académico especial para desarrollar gráficos por ordenador, siendo aquellas investigaciones las bases de los paquetes gráficos, de diseño y realidad virtual de la actualidad.

Muchas compañías especializadas en temas informáticos se empezaron a interesar por los gráficos por ordenador, siendo IBM una de las primeras. Esta compañía sacó al mercado el primer ordenador comercial con un sistema gráfico (IBM 2250). (Esta compañía lleva funcionando desde finales del siglo XIX, y hoy en día es la mayor empresa relacionada con el mundo de la informática).
Posteriormente, aparece Odyssey, de la compañía Magnavox. Odissey es la primera consola de videojuegos destinada a los usuarios, precediendo en 3 años la aparición de ATARI Pong. Fue diseñada por Ralph Baer y su funcionamiento era analógico y no digital. Su lanzamiento se realizó en 1972.

Será Edwin Catmull, estudiante en la Universidad de Utah y alumno de Sutherland, quien pensará en las posibilidades que ofrecen en aquel momento los nuevos descubrimientos, para pensar en la animación por ordenador como un desarrollo natural de la animación tradicional. Además, entre sus objetivos se encontrará el realizar una película completamente generada por ordenador. Debido a los grandes acontecimientos ocurridos en Utah y a la acumulación de tantos pioneros en estas nuevas tecnologías, se producirá un gran avance tecnológico en este campo, además de futuros referentes en el ámbito de los gráficos por ordenador. No en vano, John Warnock y Jim Clark, ambos pertenecientes a la Universidad de Utah pasarán a la historia, el primero por ser el fundador de Adobe (una de las empresas más importantes en cuanto diseño digital se refiere y que cambió el curso de historia), y el segundo por ser el fundador de Silicón Gráphics Inc. (SGI).

Ya en 1970, las cadenas de televisión como la CBS, comenzarán a usar este tipo de tecnología. Lo cual marcará una revolución en el mercado televisivo. Su apuesta será tan decidida que en 1980 será la artista Rebecca Allen la encargada de realizar la entradilla de la cadena utilizando la tecnología 3D.
Pero a pesar de todos estos nuevos avances esta tecnología seguía siendo muy lenta, por ello, combinaciones de hardware y software serán desarrolladas por la empresa Computer Imagine Corporation (CIC) con el fin de acelerar procesos de animación tradicional, mediante medios digitales. Además esta compañía sacó al mercado programas como Animac, Scanimate y Caesar, con los cuales se podía escanear, crear trayectorias y aplicar principios de animación tradicional como por ejemplo el estiramiento y el encogimiento.

Posteriormente, en el campo de la animación 3D, Henri Gouraud (informático francés), creo un nuevo algoritmo que permitió que los contornos de los polígonos no se vieran tan lineales, dando así la sensación de una superficie suave. No es de extrañar que el doctorado lo obtuviera en 1971 en la Universidad de Utah, y que colaborara con Dave Evans e Iván Sutherland.

Ya en la década de los 70, más concretamente en 1971 aparece el microprocesador (Intel 4004), aprovechando la tecnología de circuitos integrados que permitía que los componentes electrónicos fueron miniaturizados. El microprocesador es el encargado de las tareas gráficas de los ordenadores domésticos de la época: el Commodore Amiga y el Atari ST. Si bien, ambos ordenadores tenían un procesador principal, gran cantidad de sus funciones gráficas y de audio se incluían en coprocesadores separados

que funcionaban en paralelo al procesador principal. Sus diseñadores jefe fueron Ted Hoff y Federico Faggin de Intel, y Masatoshi Shima de Busicom. Este avance supondrá una revolución ya que estará presente no sólo en nuestro ordenador, o en los servidores de Internet sino también en organizadores personales, en el automóvil, en el termostato de la calefacción, la nevera, el mando a distancia de la televisión, los teléfonos móviles, etc. Sin el microprocesador no conoceríamos el ordenador personal, e Internet difícilmente habría alcanzado su actual importancia y difusión. Por tanto, ha cambiado nuestra vida y su percepción, modificando ámbitos de todo tipo como la economía e incluso las relaciones humanas. Podría decirse que en la historia de la humanidad, ningún otro elemento individual ha alterado tanto la sociedad, la economía y la industria.

Más tarde, en 1972, fue creada la empresa Atari y aparece su primer videojuego.

Más o menos en ésta época aparece un interés real de la industria cinematográfica por introducir todas estas nuevas tecnologías que estaban apareciendo en las producciones.

Mirado actualmente desde nuestra perspectiva, estos intentos parecerán bastante pobres, si bien en aquella época supuso un hito en la industria del cine. Películas como Superman ya incorporaron estas tecnologías.

Por estas fechas, David Evans e Iván Sutherlnad, se encontraban desarrollando y fabricando su propio hardware con el fin de eliminar algunas de las limitaciones con las que años antes se habían encontrado. Crearon una tableta gráfica y un buffer en color, por medio de su empresa E&S, siendo considerado en su época uno de los sistemas más impresionantes del momento.

Por esta época, del 74 al 75, ocurren tres hechos importantísimos en la historia de la informática y los gráficos por ordenador. Un primer hecho ocurre cuando Bui Tuong Pong (Doctorado por la Universidad de Utah) desarrolla su método de suavizado de superficies poligonales (en 1974), lo que permitirá dar un mayor realismo a la imágenes. Y posteriormente, en 1975, Steve Paul Jobs y Steve Wozniak crean Apple en un garaje y Bill Gates funda Microsoft.

Una nueva técnica como fue la llamada z-buffer, fue desarrollada por Ed Catmull (informático y doctor por la Universidad de Utah) en su tesis de doctorado. Esta técnica se basaba en el proceso de que las partes o superficies que no fueron vistas por el usuario no aparecieran en la representación final. Además desarrolló el mapeado de texturas y los algoritmos para el anti-aliasing. Posteriormente, fue contratado por la empresa Applicon donde no estuvo mucho tiempo ya que fue

contratado con el fin de fundar el laboratorio de animación por computadora del Instituto Tecnológico de Nueva York (NYIT), junto con algunos otros trabajadores de la Universidad de Utah. Los primeros programas de animación desarrollados dentro del NYIT fueron para apoyar la animación tradicional. La primera aplicación desarrollada por Catmull fue "tween", que permitía realizar la interpolación entre cuadros. Incluso se desarrolló un sistema de escaneo y pintura que posteriormente se convirtió en el sistema de producción de Disney, el CAPS (Computer Animation Production System).
El NYIT creo un departamento dedicado a la investigación de gráficas 3D, y por dos años su principal proyecto fue el de crear una película, "the works", nunca fue concluida, de hecho, pruebas preliminares fueron bastante desalentadoras. Ante el posterior fracaso del corto "Tubby the tuba", varios empleados abandonaron el NYIT.

Poco después Ed Catmull se fue a trabajar con George Lucas a Lucasfilm y más tarde fundó Pixar con Alvy Ray Smith. Ya en Pixar él fue el encargado de desarrollar Renderman (sistema de renderizado usado en películas como Toy Story o Buscando a Nemo).

Los avances seguían de manera frenética y James Blinn (Doctorado por la Universidad de Utah en 1978), desarrolló un algoritmo similar al de texturado, pero en vez de representar color representaba profundidad. Los colores mapeados provocan que la superficie tuviera un relieve o una depresión. Las partes blancas de la imagen son representadas como protuberancias, mientras las partes oscuras representan las depresiones. Dotando de texturas y relieves se pueden crear modelos bastante realistas. El algoritmo fue nombrado "bump map". Otro algoritmo presentado por Blinn es el de reflectividad, con el cual se simula un reflejo del ambiente en el que se encuentra el objeto. Creó imágenes para la serie científica de Carl Sagan's Cosmos: A Personal Voyage y las simulaciones de la nave espacial Voyager visitando Júpiter.

Desde la Universidad de Cornell, Rob Cook planteó un nuevo algoritmo que erradicaba algunas de las limitaciones de las representaciones anteriores. Cook aprecio que las representaciones de la época eran de apariencia plástica. Usando la variable de energía luminosa que emite la luz virtual logro crear un material que se parece al de un metal pulido, si bien los métodos anteriores consideraban el brillo de la luz sintética. Esto conllevará que las imágenes vayan ganando en realismo.

Como ya hemos visto de forma breve anteriormente, George Lucas será uno de los cineastas más involucrados en el desarrollo de la tecnología aplicada al cine. Por ello

en 1979 creará la división de gráficos por ordenador con los mejores talentos del momento. Lo cual le ayudará enormemente en toda su filmografía posterior. De sobra cabe decir que es el creador de la Guerra de las Galaxias.

Avances en los 80

En la década de los 80 los avances seguirán siendo numerosos. Incluso aparecerán eventos que tratarán el tema de los gráficos por ordenador, mediante conferencias, publicaciones, etc. Entre todos el más importante será el SIGGRAPH (Conferencias Internacionales sobre ordenadores y técnicas interactivas). Su prestigio y vigencia dura hasta nuestros días, siendo el referente mundial en cuanto a nuevas tecnologías en general se refiere.

Turner Whitted (doctor por la Universidad de carolina del Norte y encargado del departamento de investigación de Microsoft) publica en 1980 un artículo sobre la técnica del trazado de rayos. Además crea un algoritmo que permitirá hacer una representación muy real de la luz.

Loren Carpenter en 1981 (investigadora y desarrolladora de gráficos por ordenador. Además de cofundador y jefe de científicos en Pixar), en Lucasfilm, construye el primer motor de rendering, el REYES (método usado en gráficos 3D por ordenador para renderizar una imagen), precursor del Renderman al que anteriormente nos habíamos referido.

A principios de los 80 se realiza la película TRON de Lisberger y Kushner en la Disney. Tron fue una de las primeras películas en utilizar secuencias generadas por computadora. Se utilizaron casi treinta minutos de animación generada por computadora (en combinación con los personajes del filme). Aunque la película inicialmente no tuvo éxito, se ha mantenido un culto debido al uso de sus gráficos generados por computadora. La película ha inspirado a muchos populares videojuegos. El videojuego de Tron ganó más que el primer lanzamiento de la película y la convirtió en una película de culto.

Aparece el primer estándar ISO y ANSI como norma de construcción de librerías gráficas: el GKS.

El 12 de agosto de 1981 IBM crea el Personal Computer PC, el primer ordenador personal. Esto cambiará nuestra vida de manera drástica en todos lo ámbitos de la sociedad, tanto en lo personal como en lo profesional. Bien es cierto que IBM ya fabricaba ordenadoras en la década de los 70, pero el hecho es que su tamaño y costo eran excesivos.

En 1990 aparece un sistema operativo basado en ventanas para PC. El MS Windows (Microsoft Disk Operating System o Sistema operativo de disco de Microsoft). Fue creado por Microsoft para el IBM PC y alcanzó una enorme difusión.

También en 1990 aparece 3D Studio de Autodesk. Fue desarrollado como sucesor para sistemas operativos Win32 para DOS (antiguo sistema operativo).
Utilización masiva del ordenador para la creación de efectos especiales:
Terminator 2 (1991), Disney, Forrest Gump, Parque Jurásico, etc.

El gran auge de Internet se producirá en la década de los noventa, mucho más en la segunda mitad.
Aceleradoras gráficas 3D para PC. Con la aparición de esta tecnología se consigue quitar el trabajo al procesador de generar los triángulos y el relleno de texturas, haciendo que la tarjeta gráfica lo haga sola liberando al procesador de otras tareas. Con esto, se obtiene una mejora muy grande en lo que se refiere a la velocidad. Actualmente existen dos tipos de aceleradoras gráficas: las puras y las híbridas. Las primeras necesitas de una tarjeta para gráficos 2D, mientras que la segunda vale para ambos casos, 2D y 3D.
La última novedad aparecida en cuanto a tecnología 3D se refiere son los shaders, programas que determinan en tiempo real las características superficiales finales de un objeto o imagen. Esto supone una mayor celeridad y agilidad en el trabajo con programas 3D.

Una vez visto qué es la realidad virtual y su historia, nos centramos primero, en qué necesitamos para crear mundos virtuales y segundo, qué características y conceptos estructuran la realidad virtual.

### III.1.2 ¿Qué se necesita para crear mundos virtuales?

A grandes rasgos y en términos totalmente técnicos podemos dividir lo que necesitamos para crear un mundo virtual en tres apartados generales:
Por un lado el **software**. Son aquellos programas que compramos tanto para crear gráficos de realidad virtual como para otros requisitos.

Por otro lado el **hardware**. Nos referimos a ordenadores, periféricos tanto de entrada como de salida, etc.
Y por último, la **electrónica**. Que tiene que ver con el suministro de potencia, accesorios, ajustes, etc.[69].

| HARDWARE | ELECTRÓNICA | SOFTWARE |
|---|---|---|
| Computadora principal y periféricos | Suministro de potencia<br>Accesorios<br>Ajustes<br>Conversión de señales | Sistema Operativo<br>Software de simulación |

En líneas generales estos son los requisitos esenciales para crear mundos de realidad virtual. Si bien posteriormente iremos pormenorizando a medida que avancemos en este capítulo.

Estos tres requisitos globales van a lograr que el mundo virtual interactúe con nosotros a través de los sentidos. Hasta el momento mediante la vista, el oído y el tacto. Aunque ya existen estudios encaminados a conseguir el gusto y el olfato.

| **AUDITIVOS** | **VISUALES** | **TÁCTILES** |
|---|---|---|
| Micrófonos<br>Auriculares<br>Cascos de audio<br>Etc. | Head Mountain Display (HMD)<br>Proyectores<br>Monitores<br>Etc. | Guantes de datos<br>Trajes de datos<br>Agujas<br>Etc. |

[69] CASEY, L. (1994). "Realidad Virtual". Madrid, Ed. McGraw-Hill.

## III.2 Conceptos que estructuran la Realidad Virtual

Como veíamos al comienzo de este capítulo, son tres los conceptos que estructuran la Realidad Virtual: **inmersión, manipulación y navegación**.
Estos conceptos son muy importantes a la hora de entender los beneficios que puede reportar este tipo de tecnologías en todos los ámbitos en general y en el de la educación y el museo en particular.

### III.2.1 Concepto de inmersión

**El concepto de inmersión se define como la sensación de sumergirse en un mundo alternativo creado por ordenador.** La inmersión es un concepto muy importante en la realidad virtual. No en vano, los tipos de realidad virtual existentes, en su denominación se diferencian atendiendo a este concepto: realidad virtual inmersiva y realidad virtual no inmersiva. Si bien es cierto que, debemos distinguir entre realidad virtual inmersiva y no inmersiva, no es menos cierto que la segunda también favorece la sensación de inmersión aunque no en los términos que la primera. En la realidad virtual inmersiva, con la ayuda de equipos periféricos, la imagen se proyecta a nuestro alrededor al igual que sucede en la vida real, en cambio en la realidad virtual no inmersiva esto no sucede en los mismos términos, si bien la posibilidad de manipulación, interacción y navegación favorece a crear esta sensación de inmersión.
Este hecho se produce por nuestra interacción con el mundo virtual a través de nuestros sentidos mediante equipos periféricos. Equipos tanto de entrada como de salida que nos van a proporcionar la sensación de estar rodeados por un mundo alternativo cada vez más real tanto en términos de navegación y manipulación como de inmersión.

### III.2.2 Concepto de manipulación

**Hablamos de la posibilidad de interactuación con el espacio y los objetos virtuales, de poder modificar y alterar el mundo virtual en el que nos encontramos.** La interactividad y el concepto de manipulación, nos proporcionan el poder interactuar con el mundo virtual "como si lo hiciéramos en la vida real". Con más limitaciones, pero es cuestión de tiempo que los avances nos sitúen prácticamente al mismo nivel.

La realidad virtual inmersiva utiliza equipos periféricos como el guante de datos que es capaz de simular el tacto de un objeto, su temperatura, rugosidad, etc.
En cambio, la realidad virtual no inmersiva usa periféricos como el ratón o el joystick.

### III.2.3 Concepto de navegación

**La total dominación del espacio en todas las direcciones**[70] . Es decir, dominación en términos de tridimensionalidad. Este concepto se refiere a la libertad de movimientos en un espacio tridimensional generado por ordenador. En donde el usuario es capaz de elegir su propio recorrido en el espacio 3D.
En cuanto a los diferentes tipos de realidad virtual, la realidad virtual inmersiva utiliza dispositivos más complejos (sensores de localización, de movimiento, etc.) que la realidad virtual no inmersiva (ratón, joystick, etc.)

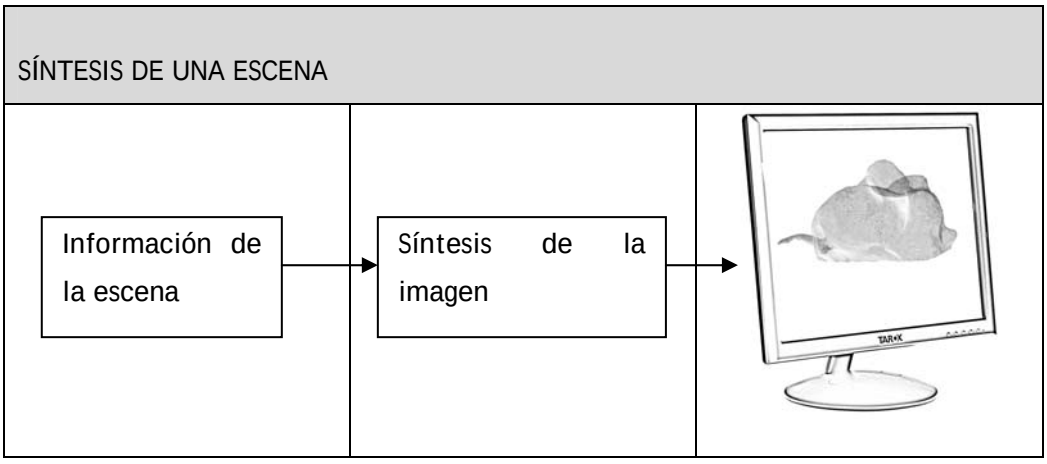
| CONCEPTOS QUE ESTRUCTURAN LA REALIDAD VIRTUAL | | |
|---|---|---|
| INMERSIÓN | MANIPULACIÓN | NAVEGACIÓN |

[70] HILL, P. D. Op. cit.

## III.3 Características de los sistemas de realidad virtual

### III.3.1 Capacidad Sintética.

Estos sistemas son capaces de sintetizar las imágenes en tiempo real atendiendo a las posiciones que ocupan los objetos y el propio usuario. Puesto que el usuario tiene casi una libertad ilimitada de movimiento, pudiendo situarse en cualquier punto que desee del mundo virtual, resultaría imposible calcular y almacenar de antemano las imágenes correspondientes a todas y cada una de las posibles posiciones. Es decir, a la hora de generar la imagen, *"el ordenador recorre la lista de objetos, calcula cómo se vería cada uno desde la posición que el usuario ocupa, teniendo en cuenta la distancia, y lo dibuja en la correspondiente posición en la pantalla. Estos sistemas contienen una representación abstracta del mundo virtual: cuáles son los objetos que lo componen, dónde están situados, cuáles son sus representaciones gráficas o sonoras, etc… a partir de la cual generan la información que luego presentarán al usuario"*[71].



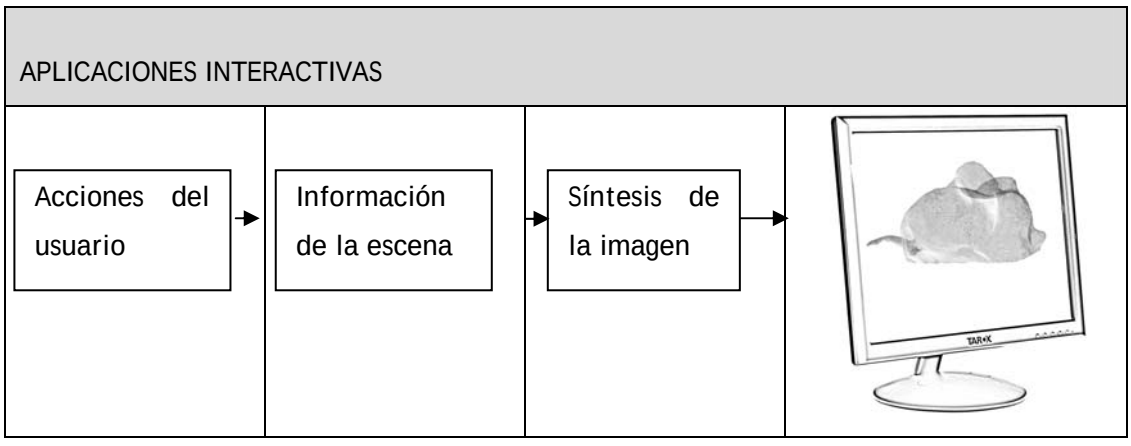

[71] DEL PINO GONZÁLEZ, L. M. (1995). "Realidad Virtual". Ed. Paraninfo, Madrid. Pag. 20-21

### III.3.2 Interactividad

Si no existiera interactividad no sería necesaria la capacidad de sintetizar imágenes. La interactividad es lo que nos va a permitir poder obrar con el entorno y manipularlo. Existen dos tipos de interacción entre sistema y usuario en los sistemas de realidad virtual:

#### III.3.2.1 Interacción dinámica

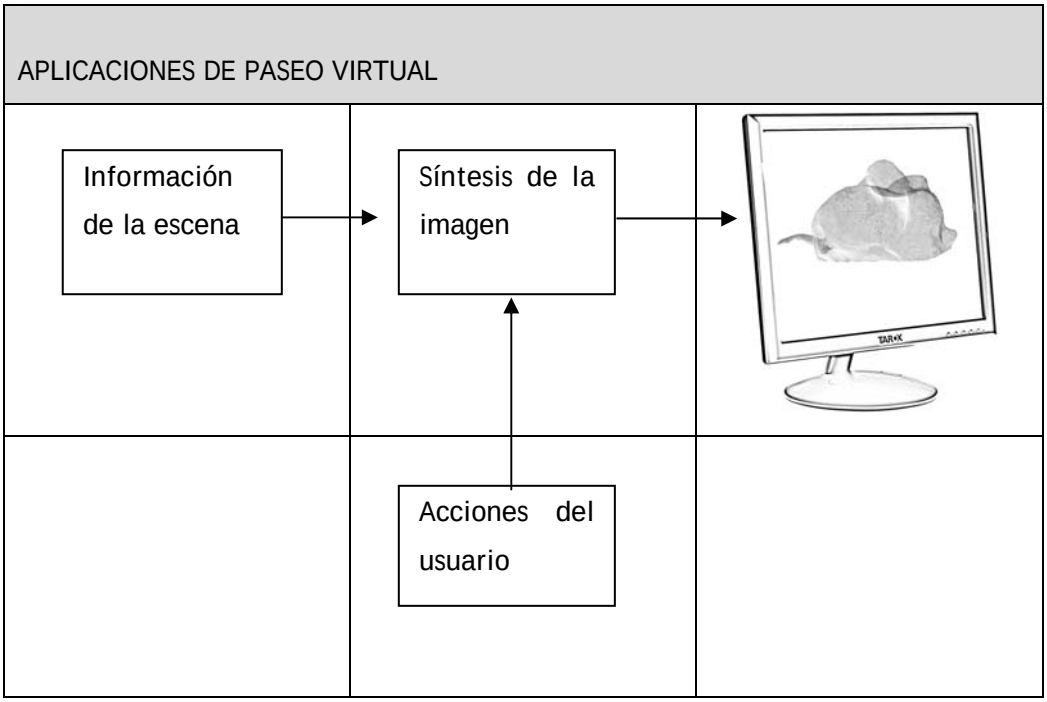
Los objetos que formen el mundo virtual poseerán un cierto proceder asociado, y las acciones que esos objetos ejecuten estarán mediadas por las del usuario. Siendo por tanto posible que en una aplicación de realidad virtual el usuario pueda desplazar un objeto, poner en marcha un dispositivo o cualquier otra operación. Como un claro ejemplo de este tipo de interactividad nos encontramos con museos como el Museo Virtual de Estética de la Universidad del Norte o el Philadelphia Museum of Art.




#### III.3.2.2 Paseo Virtual

El usuario es un simple espectador de la escena, aunque no completamente pasivo: tiene la posibilidad de desplazarse por la misma para observarla o examinarla desde otro ángulo o punto de vista (normalmente suele ser una imagen en 360º. Si bien, su

limitación en términos de interactividad es mucho mayor que la interacción dinámica. Como ejemplo de este tipo de interactividad, tenemos museos como el del Louvre o el Thyssen.




### III.3.3 Tridimensionalidad

Para conseguir la sensación de tridimensionalidad en una aplicación virtual necesitamos la profundidad. Es necesario que la profundidad exista realmente, no basta con que se la simule. Los objetos deben poseer una posición en profundidad, apareciendo entonces fenómenos asociados a los mundos en tres dimensiones, como que el tamaño aparente de los objetos variará en función de su distancia del observador. Esto lo que va a provocar es que nos acerquemos a la que es nuestra percepción natural del mundo, la tridimensional. Nuestra relación con el mundo se realiza en tres dimensiones y es en este aspecto donde muchos especialistas encuentran un motivo evidente de mejoras en procesos de enseñanza-aprendizaje.

### III.3.4 Ilusión de realidad

El mundo virtual debe tener apariencia de realidad. No es necesario que el mundo virtual se parezca al mundo real. Basta con que parezca real. Es decir, no tiene por qué tener una referencia en el mundo real, sino que su apariencia debe seguir los parámetros de la realidad en cuanto a percepción. Podemos representar un dinosaurio que sabemos que no tiene existencia real hoy en día, pero que su apariencia, nuestra sensación al verlo debe rebosar realidad.
En este apartado tienen gran importancia tanto factores físicos como psicológicos.

#### III.3.4.1 Factores físicos

Son aquellos relacionados con las percepciones (visuales, sonoras, táctiles,…) del usuario acerca de dicho mundo. El aspecto será más real cuantos más sentidos del usuario sea capaz de estimular el sistema, y cuanto más parecidas a las sensaciones reales sean esas representaciones artificiales.

#### III.3.4.2 Factores psicológicos

Están relacionados con la "naturaleza" del mundo virtual, tal como el usuario la percibe. Es decir, en nuestra relación con el mundo virtual, cuanto más se parezca a la manera en la que nos relacionamos en la vida real, más sensación de realidad tendremos acerca de ese mundo virtual.
Los principales **factores psicológicos** que influyen en nuestra percepción real o no del espacio virtual son:

**Interactividad**. Facilidad de interacción con el mundo virtual en el que nos encontramos.

**Facilidad de navegación**. El usuario debe poder desplazarse por el mundo virtual.

**Periféricos de entrada sofisticados**. Cuanto más parecida a la del mundo real sea la manera de interaccionar con los objetos, mayor será la apariencia de realidad de estos.

**Comportamiento del mundo virtual**. El mundo virtual debe comportarse favoreciendo que la percepción del usuario sea lo más real posible.

**Inmersión**. Debe favorecerse la inmersión

Existen **sistemas multiusuario** en los que la sensación de realidad se intensifica por el hecho de que hay otros objetos en el sistema (los usuarios) con un comportamiento real[72] .

| CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE REALIDAD VIRTUAL | | | |
|---|---|---|---|
| Capacidad Sintética | Interactividad | Tridimensionalidad | Ilusión de Realidad |
| Síntesis de imagen en tiempo real | Dinámica<br><br>Paseo Virtual | Propiedades asociadas: sensación de profundidad, tamaño aparente, etc. | Factores psicológicos: Interactividad, comportamiento del mundo virtual e inmersión. |

Todo lo anteriormente expuesto son características que deben cumplir los sistemas de realidad virtual. A continuación, y por el hecho de haber sido nombrados en este Capítulo III los tipos existentes de realidad virtual, se hace necesario que los definamos y diferenciemos.

[72] Ibídem.

## III.4 Tipos de Realidad Virtual

Este apartado conlleva generalmente algo de confusión, ya que algunos autores sólo consideran la existencia de un tipo de realidad virtual que se define como inmersiva. Otros apuestan por la existencia de algún tipo de realidad virtual más. En este sentido nosotros opinamos que existen claramente diferenciados dos tipos de realidad virtual. Las llamadas realidad virtual inmersiva y realidad virtual no inmersiva.
En este sentido en el primer capítulo, en la definición de conceptos clave ya dábamos un avance de esta diferenciación.

### III.4.1 Realidad Virtual Inmersiva.

Este tipo de realidad virtual tiene una serie de características que a continuación expondremos:

Proporciona una **sensación total de inmersión** del usuario en un entorno creado a través de un ordenador. Está rodeado por la escena y se siente inmerso dentro de ella. Esta inmersión se produce a través de los sentidos: vista, oído y tacto, (actualmente se están desarrollando equipos para lograr la inmersión de los otros dos sentidos: gusto y olfato) con equipos periféricos de inmersión.

Estos **equipos periféricos** son guantes de datos, trajes de datos, cascos estereoscópicos, cabinas personales, cavernas o cuevas (caves), etc. Mediante estos equipos recibimos la sensación de inmersión en un ambiente creado artificialmente a través de softwares especializados. (Ver III.5)

Proporciona una **gran interactividad** pudiendo interactuar con el entorno que nos "rodea".

El **elevado costo** de los equipos necesarios para llevar a cabo esta realidad virtual es un gran inconveniente sobre todo en su utilización a nivel usuario.

Dentro de la realidad virtual inmersiva podemos distinguir un tipo de realidad virtual basada en **sistemas proyectivos**. Estos sistemas intentan proporcionar sensación de inmersión, pero en lugar de utilizar un dispositivo acoplado a la cabeza, el usuario se introduce en una habitación o adminículo cerrado, en cuyas paredes se presentan o proyectan una o más imágenes del mundo virtual. Este sistema está especialmente indicado para aplicaciones multiusuario, donde un grupo de personas comparten simultáneamente la experiencia… En un sistema de realidad virtual proyectivo es el usuario quien controla los desplazamientos por el mundo virtual, y las imágenes se calculan en tiempo real de acuerdo con los mismos[73] .

### III.4.2 Realidad Virtual No inmersiva.

La realidad virtual no inmersiva se caracteriza por:

**No poseer esa sensación tan realista de inmersión** como la anterior. Si bien es cierto que en cierta manera la favorece, no es menos cierto que el usuario no se encuentra rodeado por la escena artificial.

Los **equipos periféricos** que posibilitan la interactuación, y en cierta medida la "inmersión" son la pantalla del ordenador, el ratón y el teclado.

Este tipo de realidad virtual también proporciona una **gran interactividad** con el entorno, si bien las sensaciones recibidas por los sentidos no son tan reales.

La realidad virtual no inmersiva ofrece un nuevo mundo a través de una ventana de escritorio. La realidad virtual no inmersiva tiene varias ventajas sobre la inmersiva como: **bajo costo, fácil uso y rápida aceptación de los usurarios.** Los dispositivos inmersivos son de alto costo y generalmente el usurario prefiere manipular el ambiente virtual por medio de dispositivos familiares como son el teclado y el ratón que por medio de cascos pesados o guantes.

[73] Ibídem.

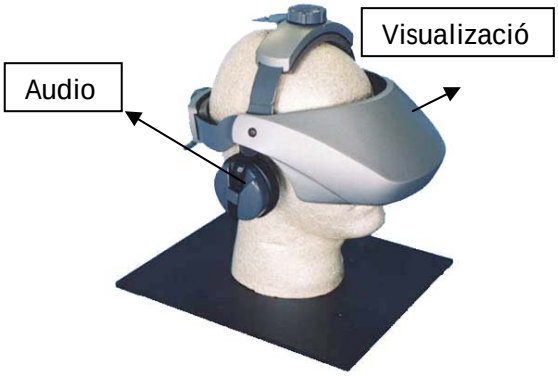
## III.5 Equipos de realidad virtual

Este apartado de esta investigación es uno de los más técnicos en cuanto a terminología. Por ello, nuestra intención ha sido tratarlo de tal manera que, para el lector resulte lo más llevadero e inteligible posible, pero siempre conservando el rigor que merece una investigación.
Se clasifican atendiendo al sentido del usuario que se pretende estimular:

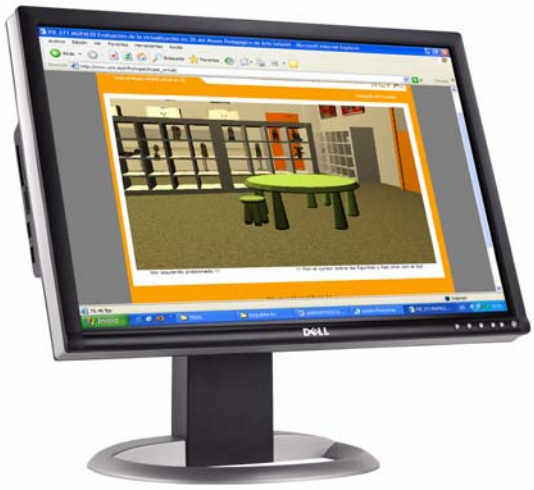
### III.5.1 Dispositivos de salida

#### Dispositivos de presentación

Estos dispositivos **muestran la información de manera gráfica**, tanto de los objetos que forman el mundo virtual, sus posiciones, como de sus características.
Entre estos dispositivos encontramos inmersivos, como pueden ser los Sistemas binoculares, Gafas estereoscópicas, Cascos estereoscópicos (Head Mountain Display, HMD). Aunque también no inmersivos, como el monitor de un ordenador. Estos sistemas refuerzan la sensación de realidad al encontrase el usuario rodeado por el mundo virtual.




Casco estereoscópico (HMD)



Monitor de ordenador

**Dispositivos de audio.**

**Proyectan la información sonora del mundo virtual**. Normalmente son los propios cascos estereoscópicos los que traen acoplados cascos o auriculares a fin de favorecer la sensación de inmersión en el mundo virtual. Como ejemplos podemos nombrar los auriculares, los altavoces, etc.

**Dispositivos de retroalimentación táctil**

**Simulan las propiedades de materiales** que percibimos a través del tacto. Estos dispositivos son de gran sofisticación ya que hoy en día podemos encontrarnos con que son capaces de simular la rugosidad del objeto, su temperatura, etc. Como ejemplos de estos dispositivos podemos nombrar guantes de datos (DataGlove), traje de datos (DataSuit), etc.

Guante de Datos (Data Glove)

**Dispositivos de retroalimentación cinestésica**

**Simulan propiedades mecánicas** de objetos. Este es un ejemplo claro de aplicación a simuladores de entrenamiento. Como ejemplo de este tipo de dispositivos nos encontramos mandos de simuladores, joystick, etc.

| | |
|---|---|
| | |
| Joystick | Mandos de simulador de vuelo |

**Dispositivos móviles**

**Simulan movimientos de navegación** a través del mundo virtual.

### III.5.2 Dispositivos de entrada

**Dispositivos de Localización**

**Miden la posición y orientación** de cualquier objeto o parte del mismo en el espacio de tres dimensiones. Es decir, permiten mediante sensores que el ordenador sepa perfectamente en cada momento donde nos encontramos, hacia donde nos movemos, etc. con el fin de mostrarnos la imagen correspondiente a la situación en la que nos encontramos.

En este sentido poseen cuatro aplicaciones básicas:

Detección de la orientación del usuario
Detección de la posición del usuario
Control de la aplicación
Digitalización de objetos

Entre ellos podemos encontrar dispositivos electromagnéticos, dispositivos mecánicos, dispositivos ultrasónicos, sensores de movimiento (Head Trackers) y otros sistemas de localización.

Sensores de movimiento

**Dispositivos de control**

Sus funciones son variadas dependiendo de su labor en el funcionamiento.

Entre los dispositivos de control se encuentran:

**Comandos de navegación**
El usuario indica al sistema que desea desplazarse.

**Comandos de interacción**
Permiten al usuario interactuar con los elementos que forman el mundo virtual.

**Comandos de manipulación del estado**
El usuario tiene la posibilidad de regular algunas variables de estado que afectan al funcionamiento global del sistema. Es decir, el usuario tiene la posibilidad de elegir entre algunas opciones.

Como ejemplos de estos dispositivos podemos destacar los guantes de datos (DataGlove), ratones y joysticks 3D, dispositivos para simuladores, sistemas bioeléctricos…

Ratón y teclado

**Otros dispositivos de entrada**

| **REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA** | | **REALIDAD VIRTUAL NO INMERSIVA** | |
|---|---|---|---|
| **Dispositivos de entrada** | **Dispositivos de salida** | **Dispositivos de entrada** | **Dispositivos de salida** |
| Guantes de datos (Data Gloves)<br>Traje de datos (Data Suit) | Casco estereoscópico (HMD. Head Mountain Display) | Teclado<br>Ratón | Monitor (TFT, proyector, etc.) |
| Sistema Operativo<br>Software | | | |

Como una pequeña muestra de otros dispositivos de entrada de datos podemos destacar los dispositivos de adquisición de datos, dispositivos de reconocimiento de voz, dispositivos de reconocimiento de imágenes, dispositivos MIDI y controladores de fuerza/giro.

## III.6 Aplicaciones de la Realidad Virtual

La realidad virtual en un principio fue aplicada casi de manera exclusiva a campos como el militar o el del entretenimiento, si bien, poco a poco ha ido expandiendo su uso a otros campos y disciplinas con el fin de aprovechar las enormes ventajas con las que cuenta esta tecnología. Muchas de estas aplicaciones serán expuestas a continuación, atendiendo siempre a las diferentes disciplinas en las que se utiliza y explicando algunos de los proyectos que han sido o están siendo llevados a cabo. Se enunciarán algunos de los posibles usos ya que enumerarlos todos sería imposible. En este sentido hemos escogido los considerados más destacados de los que tuviéramos conocimiento en cuanto a uso y aplicación de esta tecnología.

### III.6.1 Aplicaciones en general

#### Medicina

La Medicina es uno de los campos que lleva utilizando varias décadas la realidad virtual sobre todo con fines de diagnóstico. Si bien, nuevos usos de esta tecnología abren nuevas posibilidades aun en sus primeras fases. Como sucede por ejemplo con el proyecto **"Virtual reality in a children's hospital"**, llevado acabo por Nihei K, Shirakawa K, Isshiki N, Hirose M, Iwata H, Kobayashi N., del Department of Child Neurology, National Children's Hospital, Tokyo, Japón.

Utilizan tecnología de realidad virtual para mejorar la calidad de vida de niños hospitalizados. Los niños en el hospital pueden gozar de un parque zoológico, de un parque de atracciones, de un acuario, jugar al fútbol, esquiar, montar a caballo, etc., de manera virtual en 3D. Además pueden comunicarse con personas que están fuera del hospital y atender a la escuela a la que habían ido antes de entrar en el hospital. En este sentido y tras varios estudios realizados, usando esta tecnología virtual, la calidad de la vida de los niños que sufrieron de tensión psicológica y fisiológica en el hospital mejoró de manera notable.

O bien, utilizan la realidad virtual para crear simuladores de entrenamiento y educación para médicos. En este sentido el proyecto **"The Virtual Patient Project"**, de Jean-Marc Gauthier, profesor en School of the Arts New York University, y Martin Nachbar, Director de Advanced Educational Systems en School of Medicine New York University, se basa en la creación de simuladores virtuales para el entrenamiento y educación de médicos.

Los simuladores virtuales para el entrenamiento y la educación de médicos profesionales han sido de largo un campo común en el uso de la realidad virtual. Cuando usar a pacientes vivos es irrealizable o poco práctico, los usos virtuales existentes basados en interacciones visuales y táctiles pueden reconstruir desórdenes raros o ayudar a realizar procedimientos delicados o peligrosos. La realidad virtual se utiliza actualmente para explorar la estructura interna del cuerpo humano, pudiéndola observar con un detalle hasta hace poco inimaginable. Construyen al paciente virtual de manera que puede simular los elementos complejos del cuerpo humano para así interactuar de la manera más real posible.

### Psicología

En cuanto a la psicología, ha sido muy esperanzador el uso de la realidad virtual con fines curativos para fobias y otros trastornos de orden social.

Hay software de tratamientos para fobias y otros trastornos de carácter social, pero se está indagando en como utilizar la realidad virtual para implementar tratamientos que aceleren el proceso de aprendizaje si es que uno de los sentidos ha sido perdido.

En México, en Octubre de 2006 se publicó un artículo, donde se explicaba cómo un grupo de terapeutas manipulaban un avatar, el cual era puesto delante de un niño y una niña e indagaban de manera amigable qué problemas tenían. El propio avatar les hacía recomendaciones con el fin de solucionar sus problemas. El experimento salió bastante bien y uno de los motivos fue que el avatar era de apariencia extraterrestre y no humana. Lo niños se sintieron más desinhibidos a la hora de hablar de sus problemas.

Durante el VII Encuentro Internacional de Realidad Virtual se expusieron una serie de datos y cuestiones muy esperanzadoras en relación con el tratamiento de fobias. Brenda Wiederhold, directora del centro de Realidad Virtual de San Diego, California (EEUU) comentaba: "tenemos mucha suerte porque (la realidad virtual) funcionó con todas las fobias con la que hemos probado, como el miedo a hablar en público, viajar

en avión, conducir y la claustrofobia". "Su éxito fue del 88 por ciento en pacientes que tenían miedo a volar tras un accidente y de un 90 por ciento en traumas psicológicos producidos por los atentados del 11 de septiembre contra el World Trade Center de Nueva York", explicó Brenda Wiederhold.

Para el profesor Skip Rizzo de la Universidad de California del Sur, en Los Ángeles, Estados Unidos, el éxito de este sistema de tratamiento es que "se trata de exponer gradualmente a la gente a aquellas vivencias que le producen temor, para aumentar poco a poco su ansiedad hasta lograr que se acostumbren a la situación y superen su miedo"[74].

Entre ostros usos destacados que debemos mencionar sobre el uso de la realidad virtual nos encontramos con el tratamiento para el bienestar de pacientes con cáncer. En este sentido, mediante realidad virtual inmersiva se puede tratar a los enfermos de cáncer para mejorar su calidad de vida introduciéndoles en espacios agradables, relajantes y estimulantes que les permitan liberarse de toda la tensión y sufrimiento acumulados. Esto además, según los expertos ayudará a que las posibilidades de cura puedan aumentar, ya que, como es bien sabido en muchos casos el estado de ánimo del enfermo es muy importante en el proceso de cura.

### Ingeniería

La ingeniería también es uno de los campos que encuentra gran cantidad de aplicaciones de la realidad virtual. Entre ellos podríamos enumerar algunos, como por ejemplo:
A la hora de realizar el ensamblado de algún producto, existen softwares capaces de calcular toda una serie de parámetros a fin de que el ensamblaje de dicho producto se haga de forma adecuada. Entre estos parámetros podemos encontrar deformaciones, fricción externa, absorción, temperatura, etc. Esto posibilita el poder calcular todo el proceso de ensamblaje antes de que se comience a realizar para tener previstos todos los posibles errores en la cadena de ensamblaje. Con lo que esto conlleva de una

[74] http://www.clarin.com/diario/2005/04/21/conexiones/t-961368.htm

mejor producción y una disminución de costos por tiempo empleado o destrucción de material, además de otras numerosas ventajas.

Además la ingeniería se ha beneficiado enormemente de la posibilidad de tener un robot que realice procesos definidos y donde su manipulación sea dada desde un lugar distinto de donde se encuentra físicamente. Lo cual posibilita que además de evitar posibles riesgos laborables en cuanto a manipulación de sustancias o materiales peligrosos, permite que las distancias dejen de ser un factor determinante.

### Ciencias de la tierra

La construcción de escenarios en realidad virtual nos ofrece posibilidades hasta hace poco impensables. En lo referente a fenómenos relacionados con la tierra se encuentran aplicaciones como pueden ser la visualización de fenómenos volcánicos o el modelado de relieves topográficos.
Las erupciones volcánicas y el riesgo que conllevan han sido y seguirán siendo un gran problema en todo el mundo. La realidad virtual nos permite realizar simulaciones de éstos fenómenos de tal manera que se pueden analizar factores como la pérdida de vidas humanas, destrucción, movimientos de lava y materiales, etc. Lo cual contribuye en gran medida a poder entender estos sucesos antes que tengan lugar. Pudiendo en muchos casos establecer protocolos de actuación ante sucesos de semejante gravedad.

El desarrollo de un sistema de visualización de estos fenómenos fue realizado por La Universidad de Buffalo, el cual permitirá a los poderes públicos, científicos y la población en general llevar a cabo planes de actuación y evacuación frente a estos sucesos. Se escogieron tres volcanes en México como elementos de prueba de este sistema. Éstos fueron el Popocatepetl, Colima y Pico de Orizaba. (La Universidad de Búfalo es una institución muy importante en cuanto a la investigación sobre la aplicación de la realidad virtual en diferentes ámbitos, como por ejemplo aplicada a la medicina, para la reconstrucción del patrimonio cultural, para la información

científica y visualización de datos, para el diseño industrial y fabricación y para la creación de vehículos inteligentes)[75].

### Oceanología

Utilizando la realidad virtual en proyectos de oceanología se puede visualizar una estructura tridimensional de la superficie del océano, donde se puede tener una simulación de cómo el viento afecta las olas, u observar fenómenos como el de los huracanes, observando temperaturas, dirección de vientos o velocidad. Con lo que esto conlleva de previsión de estos desastres naturales con el fin de salvar vidas humanas y recursos materiales.

### Arquitectura

Los arquitectos necesitan en la mayor parte de los casos transmitir sus ideas de forma visual, por lo cual cualquier forma de representación visual de sus ideas será efectiva a fin de un entendimiento y una comunicación mejor. Si a esto le unimos que el propio cliente puede ser capaz por ejemplo, de interactuar con el modelo e incluso entrar en un edificio y pasearse por dentro como si lo hiciera de manera real, estamos hablando de un avance sustancial en la manera de transmitir ideas, proyectos y trabajos arquitectónicos a fin de facilitar el entendimiento y la comunicación con el cliente, el cual se hará una idea muy aproximada del resultado final del trabajo.

### Arqueología

La arqueología encontró en la realidad virtual un medio muy realista de reconstrucción tanto de objetos, como de pueblos, de civilizaciones, etc. Pero no sólo esto, sino que además permite la interacción con aquello reconstruido. Por ejemplo, en el proyecto **Rome Reborn** se podrá visitar la Roma de la Antigüedad de una manera

[75] http://wings.buffalo.edu/academic/department/eng/mae/vrlab

real, pudiendo sobrevolarla, caminar por ella, etc. Además con una amplia gama de información textual y visual. Se cree que no será accesible en línea hasta el 2020. Pero continúan trabajando en este proyecto, abriendo la posibilidad de colaboraciones de personas interesadas expertas en la Roma antigua.

### Física

Entre algunas de éstas aplicaciones podemos encontrarnos el uso que hace la física en cuanto a la visualización del fluido de partículas y comportamiento de las mismas. En este sentido **XFlow** (software desarrollado por investigadores españoles) es una herramienta de simulación de fluidos útil para ingeniería y propósitos científicos. Con XFlow los ingenieros pueden estudiar los procesos físicos complejos que implican los líquidos y su interacción con las estructuras en una manera directa[76].

### Industria Aeronáutica

Al igual que ocurre con otras industrias como la automovilística, la aeronáutica investiga constantemente en entornos de realidad virtual con el fin de mejorar sus aeronaves, tanto en términos de seguridad como de operatividad. Tengamos en cuenta que el uso de la realidad virtual reduce enormemente los costes con respecto a tener que realizar maquetas. Incluso con este tipo de tecnología, además de permitir la interacción en toda la extensión de la palabra, se pueden desarrollar pruebas y experimentos en tiempo real de comportamientos de las aeronaves. Con tal fin, se avanza enormemente en todo lo referente al diseño de aeronaves en términos de mayor seguridad, mayor calidad para el usuario y eficacia en cuanto a costes para la industria. Todo ello a través de simuladores de realidad virtual.

[76] http://www.nextlimit.com/xflow/index.htm

### Entrenamiento Militar

Como ocurriera con otras tecnologías, como por ejemplo Internet, la industria militar y armamentística fue la primera en desarrollar una aplicación de realidad virtual. Durante la II Guerra Mundial la Marina de Guerra de los EEUU se pone en contacto con el MIT (Massachusetts Institute of Technology) para la posible creación de un simulador de vuelo apto para el entrenamiento de pilotos de bombarderos. El proyecto se llamó **Whirlwind**. Tras diversos sucesos que produjeron el parón del proyecto, este se retomaría bajo el nombre de Claude Project.

Es indudable la enorme valía que supone para el entrenamiento militar el poder contar con simuladores de realidad virtual que nos ofrecen por ejemplo escenas de combate real, o cabinas de pilotaje de entrenamiento, etc.

A principios de la década de los noventa, la Nasa junto al Ministerio de Defensa de los EEUU creó el proyecto **SIMNET**. Hablamos de una guerra virtual entre muchos usuarios, con posibilidades de hasta 200 simuladores de tanques y otros tantos usuarios manejándolos.

La industria militar ha generado a lo largo de los años toda una serie de herramientas de simulación y entrenamiento de acciones de combate. Lo que conlleva de por sí una reducción de costes y sobre todo un entrenamiento real sin el riesgo de pérdidas humanas.

### Biología

Para impedir la muerte de animales en experimentación sobre todo en centros escolares, se crearon modelos virtuales de los mismos, con el fin que los estudiantes pudieran realizar sus experimentos de igual forma, pero sin que ello conllevase la muerte o daño de los mismos. Esto permite un aprendizaje en el que nadie, ya sea animal o persona, sufra ningún daño y los resultados experimentales sean igualmente satisfactorios. Esto tiene su paralelismo en medicina con el uso de pacientes virtuales para entrenamiento y experimentación.

### Ciencias Químicas

La representación de moléculas tridimensionales, y su posterior enlace entre sí permiten poder comprobar resultados de aquello que anteriormente se ha representado mediante fórmulas.

### III.6.2 Aplicaciones en Ocio-Entretenimiento

El sector del ocio y el entretenimiento ha sido uno de los más beneficiados en el desarrollo de la realidad virtual. Entre ellos los videojuegos, el cine, la televisión, Internet, etc. han aprovechado esta tecnología para mejorar aspectos visuales, de interacción, simulación, entretenimiento, etc.

#### Video-Juegos

Desde las primeras aplicaciones bastante rudimentarias, el sector de los videojuegos ha evolucionado de una manera brutal. Llegando a convertirse en una de las principales industrias. Uno de los grandes impulsores fue la mejora de la calidad en los gráficos 3D, capaces de ir poco a poco pudiendo crear imágenes difícilmente diferenciables de la vida real. Y posteriormente incorporando elementos de interacción cada vez más potentes. En este sentido y desde aquella rudimentaria ATARI con gráficos tremendamente básicos, hoy en día nos encontramos con consolas como la PlayStation (PSP) de Sony, la Xbox de Microsoft, o la Wii de Nintendo con una calidad de gráficos e interactividad inimaginable para el usuario hasta hace pocos años. Este esfuerzo por captar clientes hace que los nuevos productos que van apareciendo sean cada vez mejores, de mayor calidad gráfica y sonora y una gran interactividad.

En términos generales, gran parte del conocimiento que tiene el público sobre la realidad virtual se debe a los videojuegos. En gran medida desde la aparición de la PSP, la cual contaba con una calidad gráfica e interactividad extraordinarias. Los videojuegos en los últimos años han obtenido una gran aceptación del público en general, de tal manera que podemos encontrarnos a padres e hijos, incluso abuelos, que disfrutan jugando con estas consolas. En este sentido, uno de los requisitos que deberá cumplir nuestro recurso a crear, es la similitud tanto gráfica como de interactividad de los videojuegos. De forma más limitada, claro está, pero aprovechando el poder de atracción de estos videojuegos.

#### Serious Games

Son videojuegos de ordenador usados como tecnología educativa. Pueden ser similares a los juegos educativos, pero están pensados sobre todo para una audiencia adulta. Los serious games pueden ser de cualquier género. Un Serious Game puede ser una simulación que tiene el aspecto y la sensación de un juego, pero corresponde a acontecimientos o a procesos del no-juego, incluyendo operaciones comerciales, militares, etc. Los juegos pretender reforzar el contexto en el cual motivar y educar a los jugadores. Los mayores usuarios de estos juegos son el gobierno de los EE.UU. y los profesionales médicos. Si bien otros sectores pretender también desarrollar este tipo de juegos.

### Televisión

La televisión, como no podía ser de otra manera, entra también en el campo de la tecnología 3D en general y de la realidad virtual en particular. Son muchísimas las formas en que este medio usa esta tecnología. Hablamos de cabeceras de introducción a programas, de creación de escenarios, de imágenes usadas por los telediarios para ofrecernos la información meteorológica, etc.

### Cine

El uso de la tecnología 3D y de la realidad virtual en el cine no es tan reciente como los efectos sorprendentes que podemos encontrarnos hoy en día. En 1963 aparecen programas capaces de simular efectos físicos tales como la gravedad, el movimiento, etc. de manera que surgen los primeros cortometrajes de animación, bastante rudimentarios con respecto a lo que conocemos hoy en día. Si bien hasta mediados de los noventa con la película Toy Story de Disney-Pixar no será su gran auge en el mundo del cine. Será la primera película realizada íntegramente en 3D. Aunque había antecedentes del uso de esta tecnología pero más centrados en la utilización para la realización de efectos. De hecho, George Lucas, uno de los grandes impulsores de esta tecnología ya la había utilizado para la realización de la Guerra de las Galaxias. Actualmente, George Lucas en su asociación con Stenven Spielberg, han promocionado el desarrollo de una tecnología capaz de proyectar imagen 3D. Hoy en día se sigue utilizando la emisión estereoscópica de películas, junto con unas gafas para obtener la sensación de tridimensionalidad en la imagen, pues bien, ahora con la aparición de esta tecnología el uso de este tipo de gafas no será necesario.

## Relaciones Personales

### Vidas paralelas (Second Life)

La vida en universos virtuales que predecían algunas obras de ficción ya ha llegado. Más de medio millón de habitantes viven ya en el mundo digital de un software llamado Second Life. Accesible a través de Internet, Second Life es un mundo de realidad virtual edificado con una avanzada tecnología tridimensional y habitado por "residentes" de todo tipo, como figuras con forma humana o animal que se pueden comunicar entre sí casi del mismo modo que en el mundo real. Puedes ser quien tú desees, construir tu vivienda ideal, relacionarte con amigos virtuales, etc. En este mundo virtual puedes encontrar todo lo imaginable: casas, coches, casinos, playas, ríos, música en directo, prostitución, etc. Además, este proyecto cuenta con aplicaciones en el mundo real.

### III.6.3 Aplicaciones en educación

La educación está apostando de manera decidida por esta tecnología con el objetivo de facilitar nuevas herramientas y métodos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las ventajas didácticas del uso de esta tecnología evidencian hacia dónde camina el futuro de la educación.

Uno de los centros más importantes en cuanto a investigación en educación y realidad virtual se refiere es la Universidad de Carolina del Este. Tienen una página en Internet que se puede consultar y que resulta fascinante en cuanto a investigaciones y aplicaciones que se están llevando a cabo con respecto a la realidad virtual en educación: http://vr.coe.ecu.edu/pub.htm.

#### Razones para utilizar realidad virtual en la educación

Lo primero que necesitamos saber es por qué, qué razones hay para que resulte beneficioso el uso de la realidad virtual en la educación. Algunos de los motivos o de las razones se han ido vislumbrando a lo largo de toda esta tesis, si bien recurrimos a una autora tan prestigiosa en el mundo de la realidad virtual y su aplicación en la educación como es la Doctora **Verónica Pantelidis**. Quien establece una serie de razones para utilizar la realidad virtual en educación. Entre estas razones se encuentran:

Proporciona motivación.
Provee de experiencia real con el uso de nuevas tecnologías.
Requiere interacción. Anima a la participación más activa.
Dibuja en las fuerzas de representaciones visuales.
Da la oportunidad para la inmersión.
Proporciona otro método para la presentación del material.
Anima a la colaboración.
Permite que el principiante proceda con una experiencia según su propio camino.
Permite que el principiante proceda con una experiencia durante un amplio período no fijado por un horario regular de clase.
Permite que el discapacitado participe en un experimento o un ambiente que aprende cuando él no puede hacerlo de otra manera.
Supera barreras lingüísticas.

Proporciona nuevos formas y métodos de visualización.
Puede ilustrar más exactamente algunas características, procesos, y así sucesivamente que por otros medios.
Permite la examinación extrema de un objeto.
Permite la observación a una gran distancia.
Permite la observación y la examinación de las áreas y de los acontecimientos inasequibles por otros medios, tales como escenas subacuáticas, históricas, reconstrucciones de sitios arqueológicos[77] .

Todas estas razones y otras que a medida que se profundiza en esta tecnología van apareciendo, nos dan una muestra clara de la enorme potencialidad de esta tecnología en el proceso educativo.
Si bien, como toda nueva tecnología accesible a nivel usuario (ya que la realidad virtual se viene utilizando en otros ámbitos como el militar desde mitad del siglo XX) y como tecnología en sí nos obliga a establecer una serie de condiciones en las que ésta es útil y beneficiosa. No se trata de utilizar cualquier tecnología porque sí, necesitamos de una evaluación de en qué situaciones puede ser recomendable y en cuales no.

### Sugerencias (Condiciones) para aplicar la realidad virtual en la enseñanza y el entretenimiento

Nuestra intención no es usar la Realidad Virtual de cualquier manera, sino que se atenderá a una serie de requisitos a fin de que esta tecnología resulte útil y no perjudicial. Para ello recurrimos de nuevo a **Verónica Pantelidis**, experta en Realidad Virtual aplicada a educación, que en **"Suggestions on when to use and when not to use virtual reality in education"**[78], establece una serie de condiciones que considera necesarias para que la realidad virtual pueda ser aplicada. Para Verónica Pantelidis la Realidad Virtual es aplicable en los casos que:

[77] PANTELIDIS, V. Op. cit.
[78] PANTELIDIS, V. (1996). "Suggestions on when to use and when not to use virtual reality in education", VR in the schools, vol. 2, Nº 1, 18, University of East Carolina (EEUU).

- Se puede usar una simulación.
- La enseñanza o el entrenamiento en el mundo real puede ser:

  Peligrosa: Por ejemplo, cuando el instructor o el aprendiz pueden sufrir algún daño.

  Imposible: Por ejemplo, cuando la situación real no permite experimentación.

  Inconveniente, como los problemas éticos y morales asociados a la clonación humana, o problemas de coste.
- Pueden suceder errores significativos por parte del alumno o aprendiz en el mundo real. Estos errores pueden ser:

  Devastadores o desmoralizadores para el alumno.

  Perjudiciales para el ambiente.

  Causantes de averías al sistema.

  Costosos.
- La interacción con el modelo es igual o más motivadora que la interacción con la situación real. Por ejemplo, cuando se usa un formato de juego.
- La realización de una clase atractiva requiere viajes, dinero y/o logística.
- Se desea lograr experiencias compartidas en un grupo.
- Se desea crear un entorno simulado para lograr los objetivos de aprendizaje.
- Es necesario hacer perceptible lo imperceptible. Por ejemplo, usar y mover figuras sólidas para representar colisiones.
- Quieren desarrollarse entornos participativos y de actividades que sólo pueden ser generados por ordenador.
- Las tareas a enseñar requieren destrezas manuales o movimientos físicos.
- Es esencial hacer el aprendizaje más interesante y divertido. La motivación es un factor muy importante, sobre todo en estudiantes que tienen problemas de atención.
- Es necesario proporcionar a una persona discapacitada la oportunidad de realizar experimentos y actividades que de otra manera no podría realizar.

La Realidad Virtual no es aplicable cuando:

- Existe otro mecanismo más efectivo en el proceso de enseñanza o aprendizaje de la situación real.
- Es necesaria la interacción con humanos reales.
- El entorno virtual puede ser físicamente dañino.
- El entorno virtual puede ser emocionalmente dañino.
- El entorno virtual puede conducir a un síndrome de “literalización”, en el que el usuario podría confundir el modelo con la realidad.

Y es aquí, y a partir de estas recomendaciones que nos hace la Doctora Pantelidis, muy acertadas en nuestra opinión, desde donde podemos empezar a utilizar sistemas de realidad virtual aplicables al campo de la educación. Educación que, si usamos la realidad virtual adecuadamente, se verá enormemente favorecida primero, por una serie de posibilidades enormes que nos proporciona esta tecnología, y segundo, por una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### La realidad virtual como recurso de enseñanza-aprendizaje.

Son numerosos los autores que se han pronunciado en cuanto a la utilidad de usar la tecnología de la realidad virtual en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos autores, algunos de los cuales mencionaremos a lo largo de este capítulo establecen una serie de ventajas que nos inclinan a pensar en la clara conveniencia en la utilización de esta tecnología en los términos expuestos en el anterior apartado.

En la tecnología de Realidad Virtual se basan numerosas aplicaciones que emplean la teoría de que un conocimiento se retiene mucho mejor cuando se experimenta directamente que cuando simplemente se ve o se escucha. La base de esta teoría es el concepto de **conocimiento en primera persona**, **según el cual un individuo adquiere la mayoría de los conocimientos de su vida diaria mediante experiencias naturales, directas, no reflexivas y subjetivas.** Las experiencias de este tipo suelen caracterizarse por la ausencia de reflexión deliberada, ya que la acción surge directamente desde nuestra percepción del mundo. Además, a menudo este aprendizaje se realiza de forma implícita, ya que no somos conscientes de que estamos aprendiendo algo. El concepto de aprendizaje en primera persona se opone al de aprendizaje en tercera persona[79], utilizado en las metodologías educativas tradicionales. Este modo de conocimiento se caracteriza por realizar el aprendizaje a través de la descripción de otra persona, resultando indirecto (pues ha sido vivido por otra persona), colectivo, objetivo y explícito.

[79] DE ANTONIO, A., VILLALOBOS, M. Y LUNA, E.: "Cuándo y cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza", revista de Enseñanza y Tecnología, Enero-Abril 2000, 26-36.

En la enseñanza tradicional ha sido frecuente abusar del método expositivo, que convierte al alumno en un ser receptivo-pasivo, llegando a limitar su aprendizaje a un ejercicio reproductivo e ignorando su grado de motivación.

Llegados a este punto, podemos deducir que en un proceso de enseñanza-aprendizaje, sería deseable alcanzar el nivel de percepción en primera persona, por las ventajas enumeradas anteriormente. Es aquí donde toma significado la presencia de la tecnología de realidad virtual.

Esta tecnología se encuentra aún en su fase de desarrollo inicial, y su futuro desarrollo dependerá de los avances que se puedan obtener tanto en aplicaciones de software como en herramientas hardware, así como nuevos ámbitos de aplicación todavía no estudiados[80]. Sin embargo, sus posibilidades parecen innumerables, sobre todo gracias a la posibilidad de actuar simultáneamente sobre los diferentes sentidos, creando un mundo en el que los participantes poseen una gran libertad de movimiento e interacción.

La Realidad virtual se puede utilizar para apoyar la comprensión compleja estimulando y explorando los sentidos del ser humano mientras que las nociones tradicionales del aprendizaje tienden a centrarse en habilidades puramente intelectuales[81]. Además puede servir a los educadores como herramienta de enseñanza donde los estudiantes pueden sumergirse en un ambiente donde pueden participar en su propio aprendizaje en un escenario tecnológico.

John Shaffer realizó una investigación para comprobar la relación potencial entre la realidad virtual y el crecimiento visual/auditivo de la corteza cerebral. La llamó Visual Perception Reaction Training (VPRT). Intentaba demostrar que el uso de la realidad virtual mejoraba aspectos auditivos y visuales mediante el desarrollo de la corteza cerebral[82].

---

[80] VERA OCETE, G., BURGOS GONZÁLEZ, Mª A., ORTEGA CARRILLO, J. A. Op. cit.
[81] FÄLMAN, D. Op. cit.
[82] http://www.newhorizons.org

*Para María Luisa Bellido Gant, en "Arte, museos y nuevas tecnologías":*

> *"las técnicas de inmersión son reconocidas como instrumentos que facilitan la comprensión de conceptos abstractos o el aprendizaje de un idioma. Estas aplicaciones recogen el ideal del activismo pedagógico de hacer participar a los alumnos en los procesos de transmisión, recepción y producción del conocimiento que se hace posible con estas nuevas tecnologías.*
>
> *La didáctica asistida por el ordenador, especialmente si se utilizan espacios virtuales, ofrece al discente y también a quien enseña notable grado de libertad operativa extendiendo los límites de una clase y proporcionando nuevos horizontes. La educación a distancia también se beneficia de estos entornos virtuales, creando espacios de aprendizaje compartido para proyectos de educación".*

La penetración de lo virtual en nuestras vidas se está realizando desde diversos planos de lo cotidiano, algunos muy próximos a nuestra existencia diaria. Dado que una de las vías más explícitas de penetración proviene del ocio, cabe esperar que en un futuro muy próximo lo virtual pase a ser una parte más de nuestra existencia real[83].

La realidad virtual está emergiendo como herramienta educativa de gran alcance que tiene el potencial de proveer a los centros de una educación de mayor nivel en un ambiente educativo eficaz y de gran alcance. La ventaja principal de un sistema de realidad virtual es la manera que permitirá que los estudiantes obren recíprocamente con simulaciones orientadas y educativas[84].

### La realidad virtual y la tele-formación

Ya que tratamos de una tecnología como la realidad virtual susceptible de ser usada vía Internet y utilizada como recurso en la enseñanza a distancia, hemos considerado necesario tratar el tema de la tele-formación o e-learning. Ya que además uno de los objetivos de este proyecto es profundizar en cierta manera en la educación no presencial.

---

[83] KALAWSKY, R.S. Op. cit.

Actualmente se usan redes como Internet en el desarrollo de sistemas de tele-formación, enfocados de manera decidida al e-leaning o enseñanza a distancia.
Sistemas que permiten tener interactividad entre todas las personas que participan en el proceso enseñanza/aprendizaje. Por un lado, mediante herramientas síncronas (chat, videoconferencia, etc.) y por el otro mediante herramientas asíncronas (correo electrónico, foro, etc.). Si bien, todo ello integrado en un entorno que ayuda al proceso de aprendizaje.

Como nos explican Guillermo Vera Ocete, José Antonio Ortega Carrillo y Mª Ángeles Burgos González en "La realidad virtual y sus posibilidades didácticas", este entorno suele denominarse plataforma tecnológica, y sus objetivos principales son comunicar entre sí a los alumnos, posibilitar la evaluación interactiva de los mismos, o incluso permitir la realización de trabajos colaborativos, sin que los participantes coincidan en el mismo espacio físico.

Miguel LaCruz compara la enseñanza tradicional y la enseñanza asistida por una tecnología como Internet. Considera que el aprendizaje puede acentuarse si a las capacidades del World Wide Web se les añade un entorno de Realidad Virtual en el que existe inmersión e interacción entre los habitantes de la "clase virtual"[85].

En este momento nos encontramos con una potencialidad enorme de las herramientas de tele-formación. En cuanto al alumno, se pueden realizar seguimientos personalizados, obtener estadísticas, etc. Y en cuanto al docente, posee libertad en la incorporación de contenidos multimedia (los medias de los que hablábamos en el Capítulo II) como sonidos, imágenes, videos, etc.

En este sentido estamos hablando del preámbulo a la Aulas Virtuales o de Realidad Virtual. Aulas que nos ofrecerán las mismas posibilidades de comunicación que en las aulas reales, sólo que de manera virtual.

[85] LACRUZ, M. y otros (2000). "Educación y nuevas tecnologías ante el siglo XXI". Revista Comunicación y Pedagogía, Nº 164, 25-39, Barcelona (España).

*"En definitiva, son un intento de implementar, mediante aplicaciones telemáticas y de comunicaciones, la calidad de la comunicación de la formación presencial en la educación a distancia. De entre los múltiples recursos que ofrecen, podemos destacar los siguientes:*

- *Bases de datos.*
- *Bibliografía virtual.*
- *Archivos de sonido y video.*
- *Herramientas de comunicación: Chats, foros de discusión, e-mail*
- *Herramientas de trabajo colaborativo: Pizarras electrónicas*
- *Calendarios con fechas de entrega de trabajos, de sesiones de chat, etc.*
- *Exámenes y pruebas de autoevaluación.*

*Al tratarse de un nuevo entorno con características específicas y diferenciadoras respecto a otros ambientes educativos, los alumnos han de aprender a moverse e intervenir en los escenarios electrónicos y en las plataformas o aulas virtuales, además de transmitir información y conocimientos. La enseñanza en estos entornos ha de estar basada en la práctica, que en la mayoría de las ocasiones será de acción e intervención, incluido el aprendizaje de estar y saber comportarse dentro del entorno virtual. Para conseguir estos objetivos, el juego y el entretenimiento tendrán tanta importancia como los contenidos educativos"*[86].

[86] VERA OCETE, G., BURGOS GONZÁLEZ, Mª A., ORTEGA CARRILLO, J. A. Op. cit

### III.6.4 Aplicaciones en Educación Artística

Para comenzar nos gustaría exponer una preocupación y una motivación. Preocupación en tanto que no existe demasiada literatura en relación con el uso de la realidad virtual en la educación artística. Es un tema que no ha sido demasiado tratado y asombra pensar que una tecnología como es hoy en día la realidad virtual no tenga el peso que debería tener en la educación artística. De hecho, y como comentaremos al final de este apartado, su uso se limita casi exclusivamente a museos y algunas enciclopedias digitales. En cuanto a la motivación, hemos de decir que entre nuestras motivaciones a la hora de realizar esta investigación apareció la posibilidad de plantear y demostrar las enormes posibilidades que posee esta tecnología para la enseñanza de la educación artística. Además de desarrollar algo de literatura sobre este hecho en cuestión. Es cierto que no es fácil usar esta tecnología, pero hemos de decir, que el recurso creado en esta investigación ha sido realizado sin conocimientos profesionales de informática, es decir, no más allá de aquellos conocimientos que como usuarios nos han ido permitiendo investigar hasta ser capaces de utilizar esta tecnología.

Por otro lado, y en lo referente a la educación artística en cuestión**,** podríamos decir que como respuesta a la realidad contemporánea, la educación artística ha sufrido grandes transformaciones. De hecho en la actualidad, la atención se centra en mayor medida en la cultura visual y se estudian y examinan críticamente tanto los significados sociales como los culturales que transmite en relación con su contexto. Por tanto, las artes visuales ayudan y favorecen la formación de las identidades de los estudiantes, ya sea de manera individual o en grupo.

En este sentido y como nos cuenta Kerry Freedman, "es una era donde la variedad de las Bellas Artes y del arte popular mundial influyen cada vez más en nuestras vidas y de la que los alumnos pueden aprender más a partir de las fuentes de información

visuales que de las textuales"[87]. De tal forma que la cultura visual se ha convertido en la principal fuente educativa, desbancando a la familia y la escuela. De hecho, "lo que ocurre en la pantalla (en vez de ser irreal) es la realidad para los alumnos. Lejos de ser una mera vía de escape, aprenden de las películas, de la televisión y de los juegos de ordenador, con los que interactúan de una manera que no se reproduce con otra actividad"[88]. En este sentido, nos aprovecharemos de las similitudes que nos ofrece la realidad virtual con el videojuego para hacer un recurso atractivo y atrayente en donde podamos crear un espacio virtual para el aprendizaje y la investigación.

De modo que y como vuelve a afirmar Kerry Freedman, "una educación en cultura visual debe prestar atención a las cuestiones que rodean las tecnologías visuales"[89]. Tecnologías que tienen de sobra demostrado su poder de atracción. "Las tecnologías visuales están basadas en la estética visual, de gran poder didáctico y de seducción"[90]. Son sensuales, atraen a las personas y hacen que queramos mirarlas"[91]. Aquí nos encontramos con una ventaja a explotar que nos ofrecen las tecnologías visuales. Su poder de atracción debe ser aprovechado para a través de estos medios crear recursos didácticos y útiles, en los que el alumno o usuario aprenda más y mejor en un ambiente que se siente cómodo y domina.

"Aunque no confundirían el jugar a un juego de ordenador con su movimiento corporal a través de un espacio arquitectónico, la cualidad interactiva de los juegos de ordenador (que implica un movimiento visual e incluso físico) cosifica el movimiento conceptual de los alumnos a través del espacio virtual"[92]. "Esta sofisticación sirve, en parte, para atraer a los jóvenes. El personal de las empresas que hacen juegos de ordenador sabe que las imágenes interesantes y conceptualmente complejas tienen el poder de seducir"[93].

---

[87] FREEDMAN, K. (2006). "Enseñar cultura visual: currículum, estética y la vida social del arte". Ed. Octaedro, Barcelona. Pág. 11
[88] Ibídem, 12.
[89] Ibídem, 167.
[90] EWEN, S. (1988). All consuming images: The politics of style in contemporary culture. Nueva York: Basic Books.
[91] FREEDMAN, K. Op. cit.
[92] Ibídem, 168.
[93] Ibídem, 169.

Aunque sus ventajas simplemente no se quedan en el poder de atracción y seducción, sino que van más allá, "las tecnologías visuales pueden permitirnos cruzar, fácil y rápidamente, fronteras conceptuales, proporcionar conexiones entre personas, lugares, objetos, ideas e incluso disciplinas profesionales"[94].

Las tecnologías visuales nos ofrecen posibilidades que antes nunca se nos habían presentado. De tal forma que no sólo se produce un cambio en el modo de hacer sino también en el modo de aprender. "A diferencia del dibujo y la pintura, la infografía nos permite crear, copiar, proyectar, manipular, borrar y reproducir imágenes con una facilidad y velocidad que desafían las concepciones tradicionales del talento y de la técnica. En el proceso de reconfigurar las artes visuales, las tecnologías avanzadas han cambiado lo que significa ser educado"[95].

"Las tecnologías visuales hacen referencia a conocimientos multidisciplinares e interculturales fragmentados, y a menudo contradictorios, que pueden contribuir más a que un alumno entienda una materia escolar que un currículum basado en la estructura de una disciplina... Así el papel de los docentes y los alumnos como espectadores activos irá cambiando con la interacción con las imágenes tecnológicas"[96].

Si la educación se está preocupando por sacar provecho de una tecnología que intrínsecamente cuenta con unos beneficios sobradamente comprobados como es la realidad virtual, la educación artística se ha empezado a poner manos a la obra. La propia educación artística como disciplina en la que el mundo de la imagen tiene un peso fundamental, está apostando por esta tecnología desde diferentes ámbitos. Desde la educación formal y desde la educación no formal se están empleando recursos basados en esta tecnología, y de manera muy especial en el museo. Como bien explica Bernard Deloche: "una imagen digital cumple las tres grandes funciones del museo, al permitir el almacenamiento (fijar y conservar en un espacio reducido), la exhibición (mostrar, ésta es la función teatral del museo) y el estudio (analizar,

[94] Ibídem, 167.
[95] Ibídem, 49.
[96] Ibídem, 179.

descomponer, explicar)"[97]. Y si hablamos de una imagen tridimensional, todavía cumple mejor con estas funciones.

Aun no son muchos los ejemplos que podemos encontrar del uso que ha hecho la educación artística de la realidad virtual. Sin embargo, como otras disciplinas, el mundo del arte no podía permanecer ajeno a los nuevos avances, y de la misma manera la educación artística tampoco. Ya no solo por las grandes ventajas pedagógicas que aporta el uso de la realidad virtual sino también porque los soportes y formas de hacer arte que utilizan los artistas van evolucionando y la educación artística debe hacerse eco de ellos y hasta utilizarlos. Entre sus usos podríamos destacar sobremanera aquellos que aportan los espacios culturales como pueden ser los museos. En este sentido han sido de los primeros en incorporarse a difundir sus colecciones de esta manera, a hacer más motivadora la visita no sólo a través de la red sino también físicamente, a hacer las visitas más pedagógicas y accesibles, etc.

Es esperanzadora la apuesta que están haciendo los museos en el uso de la realidad virtual, sin embargo, no son muchos los museos que tienen accesibles sus fondos a través de la red. Entre ellos podríamos destacar el Museo de la Ciencia y la Tecnología Leonardo Da Vinci, Museo Virtual de Estética de la Universidad del Norte (Barranquilla, Colombia) o el propio Museo Thyssen-Bornemisza.

Entre las últimas aplicaciones que se están realizando de la realidad virtual en educación artística podemos encontrar recursos de visitas tridimensionales a espacios artísticos virtuales 3D incorporados en las enciclopedias digitales.

De hecho, la enciclopedia Encarta de Microsoft ha adoptado la realidad virtual con fines educativo-artísticos, la cual incorpora entre sus recursos visitas virtuales 3D a monumentos y espacios históricos con textos explicativos y aclaratorios. La interfaz es tremendamente sencilla e intuitiva y según vas avanzando y pasando el cursor por diferentes lugares van apareciendo textos explicativos.

[97] DELOCHE, B. (2002). "Museos y Nuevas Tecnologías". mus-A (revista de los museos de Andalucía). Sevilla, Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Dirección General de Museos. Pág. 18

### III.6.5 Aplicaciones en el mundo del arte

> *"Ciertamente, hoy gran parte de la creación artística actual comparte con el campo de la investigación científico-tecnológica no sólo muchas de las herramientas y medios de trabajo (ordenadores, sensores, tecnologías de realidad virtual etc.) sino también un conjunto de problemáticas que constituyen un eje central que podríamos denominar común: desarrollo de nuevas formas de interacción y control, robótica e inteligencia artificial, biotecnología, visualización y espacialización de la información (realidad virtual, entornos inmersivos, etc.).*
>
> *Por ello, no cabe ya la posibilidad de pensar en la relación arte-ciencia de forma unidireccional, es decir, exclusivamente considerando a la ciencia como proveedora de herramientas o nuevos medios con los que los artistas puedan desarrollar sus creaciones. El conjunto de investigaciones realizadas sobre las experiencias acumuladas a lo largo de los últimos cuarenta años nos demuestra que las aportaciones realizadas por muchos artistas en estos campos no sólo han servido para el desarrollo de la estética o de la historia del arte contemporáneo, sino que también han conseguido influir al propio campo de la investigación científico-tecnológica en un muy diverso conjunto de aspectos. Determinar cuáles son estos aspectos y cuáles pueden ser en el futuro es, quizá, la tarea prioritaria de la investigación en Arte-Ciencia-Tecnología".*[98]

De tal forma que nos encontramos con artistas en los que su obra se desarrolla a partir de nuevas tecnologías en general y realidad virtual en particular. Así, por ejemplo, **Rebecca Allen**, artista y programadora reconocida utiliza la realidad virtual con fines artísticos. Esta artista ha estado empujando los límites de la creatividad artística incansablemente y explorando los territorios desconocidos de la nueva tecnología audio-visual. Durante tres décadas, Rebecca Allen ha trabajado en muchos campos, entre ellos: gráficos y animación tridimensionales por ordenador, videoclips, cabeceras para TV, videojuegos, sistemas de vida artificial, instalaciones interactivas multisensoriales, realidad virtual y realidad mezclada o aumentada.

---

[98] Fundación Española Ciencia Y Tecnología. Informes Preparatorios Para El Libro Blanco Arte-Ciencia Tecnología. "LA INVESTIGACIÓN EN ARTE-CIENCIA- TECNOLOGÍA" Relator: Juan Martín Prada. www.artecienciatecnologia.org/borradores/invstg.pdf

http://rebeccaallen.com/

Además encontramos a una artista multimedia como **Águeda Simo Chamorro** que investiga la interacción entre el arte y la ciencia usando nuevas tecnologías. De hecho su doctorado lo tituló "Aplicación de La Realidad Virtual en la creación artística" en donde investiga sobre la Realidad Virtual, su aparición, desarrollo y contribuciones y la aplicación de esta tecnología a la creación artística. Su obra casi enteramente se desarrolla o gira alrededor de la realidad virtual y su aplicación al mundo del arte. Entre sus obras más destacadas podemos encontrar "Microworlds, Sirens and Argonauts", "Mimesis" y "Sierpinsky Gasket".

http://www.aguedasimo.net/

Por otro lado aparecen proyectos encaminados a mostrarnos las posibilidades de esta tecnología:

**ArsVIRTUAL**

Se trata de un programa desarrollado por Fundación Telefónica que aglutina proyectos que difunden el Patrimonio Cultural, gracias a las grandes posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías, especialmente las aplicadas a la realidad virtual.

De tal forma que ofrece a los usuarios o visitantes (internautas) una gran oportunidad de conocer y visitar los principales monumentos de España, América Latina y Marruecos en 3D, así como conocer la labor que se viene realizando, desde hace varios años, en las áreas de la digitalización y la conservación de nuestro Patrimonio.
alto

Cada una de las visitas virtuales 3D permite descubrir, con un alto grado de realismo, gran cantidad de detalles y 'secretos', algunos no accesibles al gran público. Es posible visitar desde la Sagrada Familia de Barcelona, hasta el mausoleo de Hassan, en Marruecos.

http://www.arsvirtual.com/p_espagnol/visitas_virtuales/index.jsp

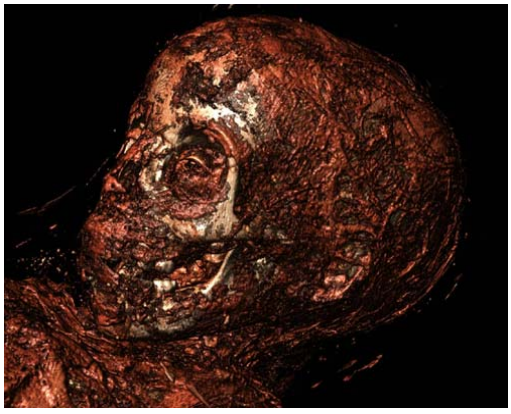
### III.6.6 Aplicaciones en el museo

Como hemos comentado durante toda esta investigación el museo siempre ha estado a la vanguardia en la utilización de las nuevas tecnologías como recurso para mejorar sus funciones y servicios. En este sentido podemos encontrar usos que se han hecho de esta tecnología tanto de manera inmersiva como no inmersiva. De manera que diferenciaremos aquellas aplicaciones que se han hecho en el museo físico de aquellas que se han servido del museo online.

#### En el Museo físico

El Museo Británico mostró por primera vez al público una momia egipcia de hace 3.000 años para poder analizarla virtualmente. En el Museo se ha instaló una pantalla curva de 3,66 metros de alto por 12, 81 metros de ancho perteneciente al Centro de Realidad Virtual de Silicon Graphics (SGI). Esta pantalla permitía a los visitantes participar en la exploración de una momia egipcia a través de la tecnología de visualización 3D de SGI. El novedoso proyecto introduce a los visitantes en un entorno 3D inmersivo para descubrir qué se esconde tras el envoltorio de la momia de Nesperennub, un importante sacerdote del antiguo Egipto, que se encuentra en el Museo Británico desde 1899.
Esta exhibición fue la culminación de más de dos años de trabajo, con el escaneado de la momia en un hospital de Londres y su escaneado láser en 3D en Escocia.

Por otro lado, pero en la misma dirección, SGI logró simular virtualmente una momia egipcia utilizando datos registrados del cuerpo de una chica momificada, que permanece en el Museo Egipcio de Rosicrucian en San José desde 1930. Los técnicos de visualización informática de la compañía SGI crearon una imagen tridimensional de la momia. Esta momia podía así ser analizada de manera tridimensional, sin miedo a causar desperfectos en la misma y podía ser visitada por el público.



http://www.buysgi.com/global/es/newsroom/2004/2004_07_09.html

**Museos on-line**

**Proyectos Internacionales**

SGI creó **"Virtual Science Network"** (Red de Ciencia Virtual), una alianza internacional con museos, centros científicos y organizaciones de investigación con el propósito de transformar los descubrimientos científicos más importantes en atractivas experiencias visuales para el público en general. Entre los miembros de la alianza cabe destacar a Lockheed Martin y el National Air and Space Museum de Smithsonian Institution.

"Virtual Science Network" hace posible que los museos y centros científicos tengan acceso y compartan contenidos situados en cualquiera de ellos utilizándolos en sus propios entornos inmersivos y creando un nuevo conducto de flujo de conocimiento entre la investigación y los logros científicos. Las compañías e investigadores participantes pueden hacer que sus importantes trabajos estén disponibles en un sistema estructurado con protección para la propiedad intelectual, a la vez que los museos y centros de investigación científica cumplen su mandato de poner al alcance de la sociedad los avances científicos de un modo atractivo.

Otros museos y centros científicos han expresado su interés en participar en la red y se están llevando a cabo conversaciones con importantes instituciones y corporaciones para convertirse en proveedores de contenido educativo.

Página oficial Silicon Graphics España
http://192.48.170.160/global/es/newsroom/2002/2002032701.html

**Rome Reborn (UCLA)**

Un equipo del departamento de arquitectura y diseño urbano, del departamento de obras clásicas, y de la escuela graduada de estudios de educación e información en UCLA ha estado explorando la posibilidad de desarrollar un modelo de realidad virtual de Roma. El modelo de Roma creado será del período antiguo, y será utilizado para investigación y propósitos educativos.

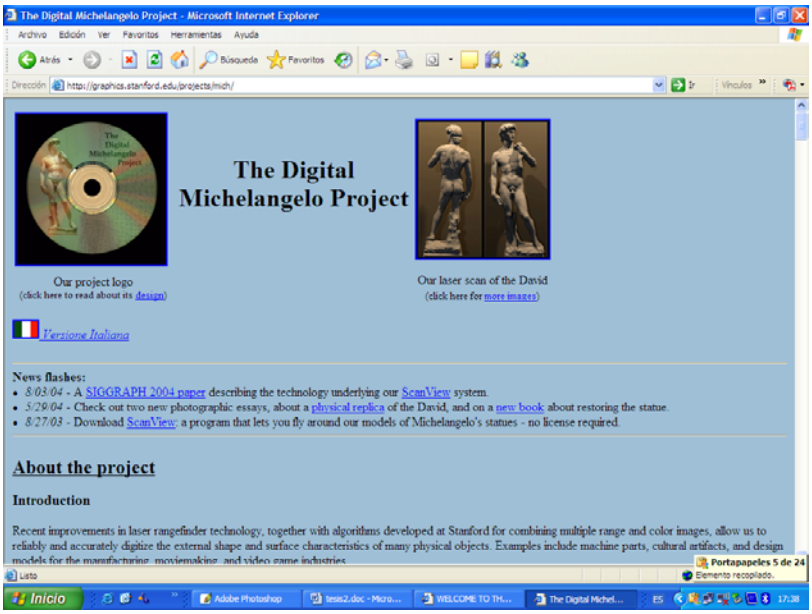
Se podrá visitar la Roma de la Antigüedad de una manera real, pudiendo sobrevolarla, caminar por ella, etc. Además con una amplia gama de información textual y visual. Se cree que no será accesible en línea hasta el 2020. Continúan trabajando en este proyecto, abriendo la posibilidad de colaboraciones de personas interesadas expertas en la Roma antigua.

http://www.cvrlab.org/

**Proyecto Michelangelo (Universidad de Stanford)**

Proyecto que trata de la digitalización y virtualización en 3D de diferentes obras importantes culturalmente hablando. Este proyecto comienza, y de ahí su nombre, con la digitalización del David de Miguel Ángel, siguiendo después con algunas otras obras de interés cultural. Además, este proyecto, ha realizado investigaciones que han sido de enorme importancia en las futuras digitalizaciones de obras tridimensionales. Como por ejemplo, el telémetro del láser y algunos algoritmos desarrollados en la Universidad de Stanford.

Los objetivos perseguidos son avanzar la tecnología de la exploración 3D, poner esta tecnología al servicio de la humanidad, y crear un archivo digital a largo plazo de algunos artefactos culturales importantes.




En este proyecto trabajan la Universidad de Stanford, Interval Research Corporation y la fundación de Paul G. Allen para las artes. Los colaboradores en el proyecto son una

mezcla de informáticos e historiadores de arte, incluyendo también a museos y a instituciones italianas

Desde el verano de 2004, no se ha producido ninguna otra digitalización de estatuas de Miguel Ángel, sobre todo debido a la falta de financiación.
http://graphics.stanford.edu/projects/mich/

**Cofinanciados por la Unión Europea**

**Tourbot (Interactive Museum Tele-presence through robotic avatars) (1999-2001)**

El proyecto de **TOURBOT** trata del desarrollo de un avatar robótico, capaz de proporcionar acceso individual a objetos expuestos en los museos por Internet. Su objetivo era ser capaz de proporcionar el acceso individual a los objetos expuestos de los museos y el patrimonio cultural por Internet. Tales agentes móviles permiten tele-presencia virtual en ambientes físicos, supliendo con eficacia la infraestructura existente de la red y permitiendo que los avatars móviles substituyan los nodos del terminal de la red.

Entre sus **objetivos principales** se encontraban:
1) Desarrollar un avatar robótico con capacidades avanzadas de navegación que podría moverse (semi) autónomo en las instalaciones del museo.
2) Desarrollar los interfaces Web apropiados para el avatar robótico que realizará la telepresencia de los distintos usuarios, es decir facilitar la observación de la escena a través de los ojos del avatar.
3) Facilitar la observación personalizada y realista de los objetos expuestos del museo.
4) Habilitar on site, las guías interactivas del museo.

Fue aplicado como proyecto experimental en la exposición Krossia, Chitones Doumalades, Velades- 4000 años del traje helénico.

http://www.ics.forth.gr/tourbot/

**3D Murale (3D Measurement and Virtual Reconstrucción of Ancient lost Worlds of Europe)**

Un equipo internacional de expertos multimedia, dirigidos por la Universidad de Brunel y financiados por la Unión Europea, desarrolló y usó herramientas multimedia 3D para medir, reconstruir y visualizar ruinas arqueológicas en realidad virtual usando como modelo la antigua ciudad de Sagalassos en Turquía.

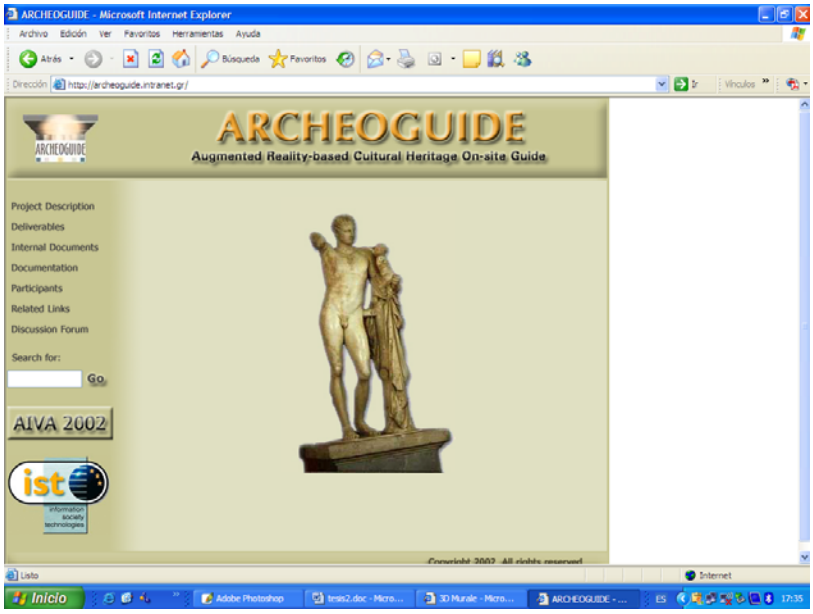
El sistema 3D-Murale consiste en componentes de grabación, reconstrucción, de base de datos y de visualización. Los resultados de estas medidas fueron almacenados en el sistema de base de datos 3D-Murale. Los sistemas de reconstrucción utilizaron una herramienta de gráficos 3D para combinar los componentes medidos individuales y reconstruir elementos y edificios, cerámica, estatuas, etc.

El modelo fue procesado para prepararlo para la visualización estereoscópica de alta calidad y para la visualización de baja calidad para Internet. Cualquier artefacto individual se puede consultar en la base de datos y el resultado de la pregunta visualizada individualmente. Las preguntas se pueden formular y visualizar remotamente por Internet.

http://dea.brunel.ac.uk/project/murale/

**Archeoguide**

Proyecto cuyo fin era la creación de nuevas maneras de acceso a información en los sitios de patrimonio cultural con la tecnología de realidad aumentada, visualización 3D, computación móvil, y una interacción multi-modal.




Esto proporcionaba a los visitantes:

1) Acceso a la información en el contexto del lugar con la exploración del lugar atendiendo a la posición y orientación en cada momento.
2) Ayudas personalizadas y temáticas de navegación en un espacio físico y de información apoyándose en las características del visitante y del viajero y atendiendo a la edad y características culturales y lingüísticas.
3) Visualización en 3D de artefactos que faltan y de partes reconstruidas en sitios dañados.
4) Interacción multi-modal de uso fácil para obtener información sobre objetos verdaderos y virtuales con gestos y discurso. Además, las herramientas permiten al administrador del sitio organizar la presentación de la información del lugar de maneras creativas.

**Objetivos del proyecto**

Proporcionar nuevos acercamientos a la información en zonas de patrimonio cultural de una manera fácil. El énfasis particular será para la reconstrucción virtual de los restos.

Los usuarios se delimitaron en visitantes culturales, encargados culturales, investigadores y creadores del recurso. Proporcionaban a los visitantes culturales el auricular, y el equipo de computación móvil. Un sistema de seguimiento determina la

localización del visitante dentro del lugar. De acuerdo con la posición del visitante, el perfil y, la información de audio y visual era ofrecida una guía que permitiera que el visitante se interesase en los aspectos más relevantes del lugar.

http://archeoguide.intranet.gr/

### Nacionales

Los proyectos nacionales realizados son todos fuera de línea, es decir, no son visitables vía Internet.

### Fuera de línea

Entre los proyectos fuera de línea realizados a nivel nacional podemos destacar:

**Realidad virtual en nuestros museos: experiencias de colaboración entre Dortoka y el grupo Òliba**. Dentro del proyecto de investigación: Creación de modelos y evaluación de plataformas visuales para la difusión, documentación y comunicación de instituciones culturales y del patrimonio.

**Los recorridos del parque arqueológico de Complutum (Rascón y Quirosa, 2002),**

El **centro de ceramistas medievales de Santa Cruz en Cuenca** (Tagua, Alido y Vivancos, 2002)

**Las prensas del Museo del Aceite de Puente Obispo en Jaén** (Rojas, 2002).

**Realidad virtual aplicada al yacimiento de Numantia** (Soria), en donde, a través de las reconstrucciones situadas en pantallas en el propio yacimiento, se intentará que el público pueda entender los significados de los restos arqueológicos, en muy mal estado (Jimeno y Atauri, 2002).

## GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

En cuanto a grupos de investigación interesados en la realidad virtual y su aplicación educativo-artística encontramos tanto internacionales como nacionales.

**Internacionales**

**Grupo AREA (Ancient Egypt Research Associates)** del Oriental Institute de la Universidad de Chicago y el Museo Semítico de la Universidad de Harvard. Reconstrucciones arquitectónicas como las pirámides de Khufu, Khafre y Menkaure o el templo de la esfinge de Gizeh.

**Empresa LTI (Learn Technologies Interactive)**
Crearon la simulación de la tumba de Qinshihuang

**Learning Sites**
Reconstrucciones de la casa de Vari (Ática), mastabas de Gizeh, templos de Gebel Barkal (Nubia), el templo del Sol de Meroe (Sudán), la fortaleza de Bouhhen (Egipto) o Nemrud Dagi (Turquia).

**Nacionales**

**Grupo de Investigación Griho de la Universidad de Lérida**. Pionero en la aplicación de la realidad virtual en el ámbito del patrimonio.
Reconstrucciones virtuales en línea, como es el caso de Els Vilars
http://www.vilars2000.com

**Grupo de Investigación GIMUPAI (Grupo de Investigación del Museo Pedagógico de Arte Infantil)**. Desde el año 2004 se viene centrando en la aplicación de la realidad virtual tanto en la educación artística como en su aplicación al MUPAI (Museo Pedagógico de Arte Infantil).
http://www.ucm.es/info/MUPAI

**Grupo Òliba**

Desde 1999, el grupo Òliba se ha centrado en la identificación y evaluación del potencial de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la conservación y difusión del patrimonio dentro de las instituciones culturales.
http://oliba.uoc.edu/index_es.html

**Museos de Arte**

En la mayoría de los museos de arte se utiliza una tecnología de realidad virtual llamada Paseo Virtual. En el apartado III. 3 de este capítulo ya definíamos este tipo de realidad virtual basado en la proyección de una imagen en 360º que rodea al usuario. En este sentido favorece la sensación de realidad pero limita en nuestra opinión limita la interactividad y la libre navegación y manipulación del entorno. De todos modos, en el siguiente capítulo analizaremos y valoraremos los dos tipos de realidad virtual no inmersiva: **de interacción dinámica y de paseo virtual**. Como ejemplos de museos de arte que utilizan la realidad virtual podemos nombrar:

Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci
http://www.museoscienza.org/english/
Museo Virtual de Estética de la Universidad del Norte
http://museo.uninorte.edu.co/Tour3D/index.html
Museo Thyssen-Bornemisza
http://www.museothyssen.org/thyssen/coleccion/visita_virtual.html
Museo Reina Sofía
http://www.museoreinasofia.es/s-museo/visitavirtual.php
Museo del Louvre
http://www.louvre.fr/llv/musee/visite_virtuelle.jsp?bmLocale=en
Etc.

El uso que hacen los museos de arte de la realidad virtual entendemos que es todavía algo básico. Los equipos de los usuarios así como el ancho de banda de Internet creemos que han crecido lo suficiente para que las visitas de los usuarios a los museos virtuales 3D sean aun mejores y más reales. Es decir, en nuestra opinión el usuario debe poder navegar libremente por el espacio virtual y elegir su propio recorrido al igual que si estuviera andando por las instalaciones. Incluso los objetos tridimensionales en vez de ser vistos mediante fotografía deben poder ser vistos de manera tridimensional y manipulables por el usuario. La tecnología hoy en día nos permite hacer esto, y por tanto debemos aprovecharla. Incluso los costes de este

proceso han bajado y cualquier museo puede disponer de un escáner 3D que le permita digitalizar sus objetos para posteriormente ofrecerlos al usuario a través de la red.

## III.7 Resumen y conclusiones

**RESUMEN**

En este capítulo nos hemos centrado en profundidad en la realidad virtual a través de diferentes aspectos.

La realidad virtual es una tecnología relativamente nueva en términos de accesibilidad al usuario. En este sentido, al principio de este capítulo, nuestro propósito ha consistido en aclarar distintas preguntas acerca de esta tecnología. ¿Qué es la realidad virtual?, ¿qué se necesita para crearla?, sus orígenes, características y conceptos que la caracterizan frente a otras tecnologías, los diferentes tipos de realidad virtual existentes, así como cuales son los dispositivos que utiliza esta tecnología. Con ello pretendemos entender mejor esta tecnología y hacerla un poco más familiar al lector para una mejor comprensión de esta tesis. Muchas de las aclaraciones aparecidas en la primera parte de este capítulo nos adelantan el potencial de esta tecnología.

Posteriormente nos centramos en las aplicaciones de la realidad virtual desde diferentes ámbitos:

Aplicación en general
Aplicación en el ocio-entretenimiento
Aplicación en el mundo del arte
Aplicación en la educación
Aplicación en la educación artística
Aplicación en los museos
Aplicación en los museos de arte

Estas aplicaciones, son además ejemplificadas mediante casos reales de proyectos llevados a cabo o que están siendo llevados a cabo.

**CONCLUSIONES**

Todo parece indicar que la realidad virtual será una de las tecnologías dominantes del siglo XXI. Tras analizar detenidamente todos sus aspectos y posibilidades estamos ante una tecnología capaz de romper con barreras físicas, temporales, de idioma, etc.

Su aplicación en casi todos los campos de la sociedad es un hecho. Ingeniería, medicina, arqueología, etc. y un sin fin de sectores se benefician de ella. Además, y tras lo visto en este capítulo, podemos concluir que la realidad virtual es una tecnología útil y beneficiosa para la educación y el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Todo esto nos lleva inevitablemente a la relación de la realidad virtual con el Museo. Realidad virtual que ofrece nuevas formas de difusión y visita del museo, así como la creación y mejora de servicios de atención al usuario, tanto para la visita como para la explicación y conocimiento de los fondos. Cabría decir por último que en el siguiente capítulo, sí hay una aproximación a la realidad virtual no inmersiva debido a que el Marco Práctico de esta investigación se centra de manera clara en este tipo de realidad virtual.

## IV. LOS MUSEOS VIRTUALES 3D176

**IV.1 La realidad virtual y el museo. 177**

**IV.2 La difusión del museo virtual 3D a través de Internet 180**

IV.2.1 Características 183

IV.2.2 Funciones Pedagógicas 185

IV.2.3 Posibilidades didácticas de los museos virtuales 3D online. 190

**IV.3 Análisis y valoración de Museos Virtuales 3D 192**

IV.3.1 MUSEOS DE INTERACCIÓN DINÁMICA (VRML) 195

IV.3.2 MUSEOS PASEO VIRTUAL 212

**IV.4 Futuro inmediato, nuevas posibilidades del museo. 231**

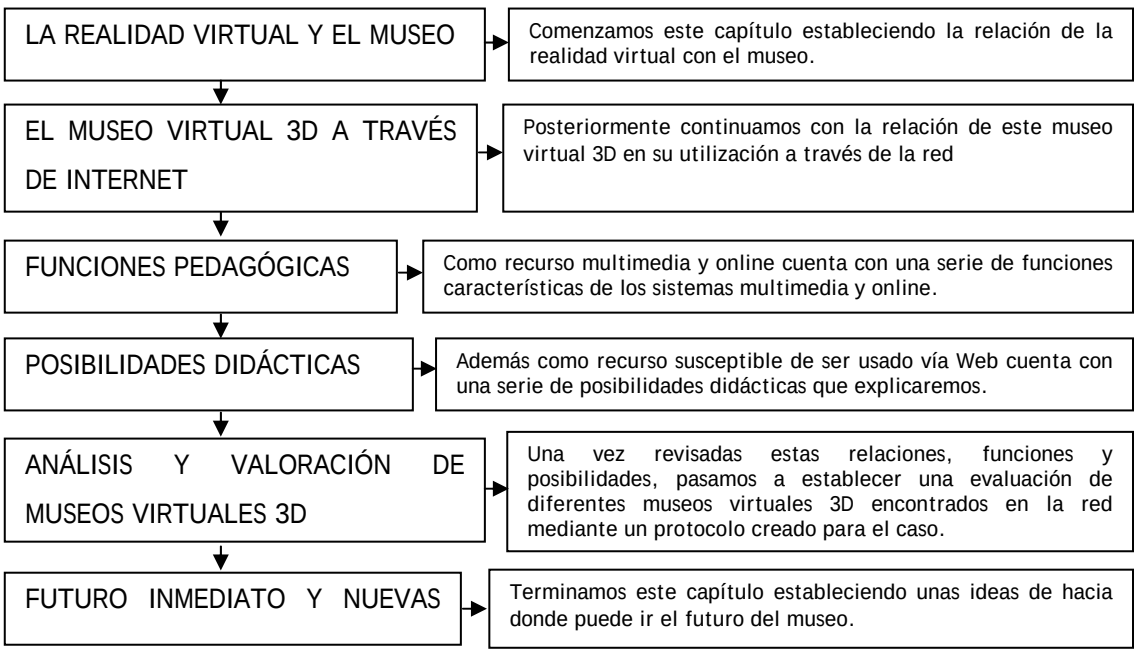
**IV.5 Resumen y conclusiones 233**

# IV. LOS MUSEOS VIRTUALES 3D

En este capítulo trataremos sobre todo la relación existente entre la realidad virtual y el museo, principalmente nos ocuparemos de la realidad virtual no inmersiva en su vertiente online o de acceso a través de la red. ¿Por qué? Por cuatro motivos principalmente:

Porque es este tipo de realidad virtual el que nos va a interesar en el marco experimental de esta investigación.
Porque este tipo de realidad virtual es el más accesible a nivel usuario y, dado que puede usarse a través de Internet, llega a mayor número de gente.
Porque la utilización de la realidad virtual inmersiva en el museo se limita a ocasiones puntuales, en cambio la realidad virtual no inmersiva está mucho más extendida en su aplicación al museo.
Porque el coste de la realidad virtual no inmersiva es accesible para mayor número de gente que la inmersiva, la cual necesita de equipos sofisticados y caros para poder crearla.

A continuación, establecemos un pequeño esquema de la estructura de este capítulo:



## IV.1 La realidad virtual y el museo.

El uso de la tecnología de realidad virtual aplicada al museo es bastante reciente. Su aprovechamiento se limita casi exclusivamente a comunidades de investigación académica, militar, industrial y de desarrollo. Sin embargo, como las tecnologías de realidad virtual maduran y evolucionan, la investigación se está ampliando a áreas más multidisciplinares, tales como la educación, el arte, la cultura y las humanidades. Como instituciones representativas implicadas en la investigación y la presentación de estos campos, los museos, los centros culturales, y los centros de entretenimiento pueden estar en una mejor posición para hacer uso de tecnologías de realidad virtual avanzadas para investigar su potencial educativo.

En este sentido, las interfaces, las técnicas de interacción, y los dispositivos virtuales han mejorado enormemente para proporcionar modos más naturales, sencillos y accesibles de interacción y motivación. Pero aun, los costes y la difícil accesibilidad a las tecnologías de realidad virtual inmersiva, junto con la dificultad del entrenamiento del educador y el mantenimiento de estos recursos, son desventajas importantes para el uso educativo de la realidad virtual. De igual manera, la tendencia va encaminada a abaratar los costes y el mantenimiento y hacer más accesible esta tecnología a todo el mundo. De hecho, de un tiempo a esta parte se ha hecho mucho más accesible a nivel usuario. Si bien, a pesar de estas preocupaciones y objeciones con respecto a la conveniencia y a la eficacia educativa de la realidad virtual, sigue habiendo suficientes razones para utilizarla en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El desarrollo de nuevas tecnologías interactivas tiene un inevitable impacto en todos los aspectos de la enseñanza y el aprendizaje. Esto es más evidente en el caso de las nuevas tecnologías interactivas que fascinan a un extenso público, al igual que la realidad virtual. La investigación en realidad y educación virtuales es un campo relativamente joven pero estos últimos años ha demostrado un crecimiento considerable.

Meredith Bricken en "Virtual Reality Learning Environments: Potentials and Challenges" nos habla del fuerte impacto de motivación que puede tener la realidad virtual. Así mismo, John Cromby, Penny Standen, and David Brown en "Using Virtual Environments in Special Education" nos comentan cómo la realidad virtual produce

oportunidades de experimentar ambientes que, por razones de tiempo, distancia, escala, y seguridad, no estarían de otra manera disponibles para muchos niños jóvenes, especialmente con discapacidades.

Las instituciones de la educación no formal tales como museos, están comenzando a utilizar tecnologías de la información para propósitos de organización internos y externos mientras que se aumenta el número de objetos expuestos interactivos y se incorporan a galerías para realzar la experiencia del visitante. Los museos usan esta tecnología para una mejora cuantitativa y cualitativa de la experiencia del museo para sus visitantes. Un número creciente de educadores de museos buscan nuevos medios como herramientas que puedan ofrecer un nuevo medio de aprendizaje.

A través de Web site educativos y de los CD-ROM, los museos han realzado su papel como abastecedores de la educación no formal. Entre tanto, los educadores responden a tales esfuerzos favorablemente y buscan proporcionar alternativas al material restrictivo del plan de estudios para conseguir más exploración y propiedad del proceso de aprendizaje. En último término, los visitantes del museo, de manera especial los no-frecuentes y las audiencias primerizas, aprecian y se benefician enormemente de las formas adicionales de información que hacen del museo un lugar más accesible y más atractivo para que aquellos que lo visitan[99].

El desarrollo explosivo de la tecnología de la información y el aumento de la confianza por parte de los museos para incorporar esta tecnología han animado a muchas instituciones a adoptar medios tecnológicos sofisticados, ambientes y equipos innovadores. Por lo tanto, vemos cada vez más a menudo museos que consideran el uso de instalaciones interactivas, simulación de ambientes, películas interactivas, realidad virtual, etc.

De interés particular para los museos en el uso de exposiciones de realidad virtual y de experiencias interactivas originadas en ordenador está el hecho de que pueden permitir que los visitantes viajen en espacio y tiempo sin moverse del lugar. El

[99] THOMAS, S., MINTZ, A. (1998). "The Virtual and the Real: Media in the Museum". American Association of Museums.

potencial para superar la localización física del ambiente construido y el sentido cada vez mayor de la función educativa del museo se yuxtaponen con la presión comercial que tienen los museos para considerar la realidad virtual como un componente necesario en el arsenal de herramientas para educar, entretener, y deslumbrar[100].

Además de la representación bastante realista de los lugares, las personas, etc., hay dos ventajas básicas que ofrecen los programas de realidad virtual y que caracterizan este medio: experiencia e interactividad. La experiencia en primera persona, sin intermediarios que hagan de uno un sujeto pasivo, frente al aprendizaje en tercera persona. La interacción se refiere al hecho de que los visitantes no son simplemente espectadores del paisaje realista, sino que pueden participar en el programa y determinar activamente cuál será su experiencia.

En un espacio virtual como es el del MUPAI 3D, el usuario puede elegir el camino de la visita libremente, puede interactuar con los objetos, abrir puertas y documentos, etc. y todo ello siendo el propio usuario el que genera su propia experiencia. En "Cuándo y cómo usar la realidad virtual en la Enseñanza" Antonio, Villalobos y Luna nos hablan de un conocimiento en primera persona, el cual se basa en un mejor aprendizaje cuando se experimenta directamente. Y esto sin lugar a dudas lo proporciona la realidad virtual. En un mundo paralelo "no real" si queremos, pero sigue siendo experiencia, donde somos nosotros los que realmente decidimos y actuamos por medio de nuestros sentidos. En contraposición con el método desarrollado por la enseñanza tradicional, en donde el alumno es un personaje pasivo que se limita a recibir información, recortando sus posibilidades de aprendizaje e ignorando su grado de motivación.

A continuación realizaremos un análisis de la difusión de los museos virtuales 3D a través de Internet, atendiendo a sus características, sus funciones pedagógicas y posibilidades didácticas.

---

[100] Traducción propia de: ROUSSOU, M.(2000). "Immersive Interactive Virtual Reality and Informal Education" http://citeseer.ist.psu.edu/411595.html

## IV.2 La difusión del museo virtual 3D a través de Internet

Internet ha supuesto una herramienta fundamental en términos de difusión y de acceso a la información en general. El museo se ha visto enormemente beneficiado, al igual que otros sectores de la sociedad, por una herramienta como es Internet, que de hecho, el museo ha incorporado a sus recursos desde su más temprana aparición. En este sentido la difusión del museo virtual 3D a través de la red va a ser muy similar a la del museo virtual. Su diferenciación se centrará sobre todo en la forma de visualización de los recursos y en una serie de requisitos técnicos que nos permitirán percibir y manipular esa imagen en 3D. Y va a ser ahí precisamente donde aporta sus mayores y mejores ventajas el museo virtual 3D con respecto al museo virtual, en la percepción. El mundo físico es tridimensional, por lo que al reducir el "mundo" Web a sólo dos dimensiones se está perdiendo información, de ahí la conveniencia de la integración de una tercera dimensión que permita, por ejemplo, recorrer las instalaciones de un museo. La incidencia de la 3ª dimensión, tiene particular importancia para la educación porque posibilita nuevos procesos de aprendizaje y transmisión del conocimiento.

Como ya comentábamos en el capítulo I, Rosario López de Prado nos explica que Internet afectará a la difusión externa del museo de tres formas:

En la **mejora en el acceso a la información**. Mediante consulta de catálogos, visitas virtuales, posibilidad de manipulación de objetos, etc. Nuestra obtención de la información se hace mucho más sencilla y accesible. Con la realidad virtual, además, todo esto sucede pero en 3D. Con las ventajas que ello conlleva.

El **desarrollo de nuevas técnicas de mercado** que incrementen el número de visitantes reales. Sobre todo mediante la publicidad. Los artículos o los elementos de venta pueden ser visualizados por el comprador de manera tridimensional, de tal manera, que desde su propia casa va a poder hacerse una idea muy real de aquello que quiere comprar.

**Aparición constante de nuevas actividades** que generan a su vez nueva demanda. En este sentido, la realidad virtual es un campo que pesar de llevar utilizándose más de medio siglo, el uso a nivel usuario es bastante reciente. Por ello, cada vez van

surgiendo nuevas estudios de la misma que abren opciones de nuevas posibilidades de uso y aplicación.

Como ya pudimos ver en el capítulo I, Maria Luisa Bellido Gant nos contaba lo que ha supuesto la incursión de los museos en Internet:

- Los museos han convertido **Internet en un sustituto de las páginas tradicionales** de sus boletines y publicaciones periódicas, folletos y catálogos, pero con la gran ventaja de posibilitar una difusión de ámbito global. Esto conlleva además un ahorro de recursos materiales, ya que las publicaciones sobre papel exigen un mayor impulso, además de su inconveniente en cuanto a la actualización.
Por ello, entre otros motivos, los museos aprovechan el tirón de Internet para beneficiarse de su tremenda potencialidad difusora de información.

- Internet ofrece a los museos la **posibilidad de difundir sus fondos**. De tal manera que el visitante puede ver el contenido previamente de su visita al museo e interesarse por unos contenidos que de otra manera no habría conocido por su desconocimiento de los mismos. Además debemos tener en cuenta siempre que la red nos permite romper con los límites de temporalidad y especialidad, pudiendo visitar el museo desde cualquier parte y a cualquier hora.

- **Difusión de museos cerrados al público**. En este sentido cabe destacar que, museos que por reformas u otro tipo de contingencias tengan que estar cerrados al público, pueden seguir difundiendo sus fondos, contenidos, actividades, etc. de manera que el museo no prive a sus usuarios de su contacto con el museo.

- Gracias a la Red, los **museos tradicionales rompen los límites físicos y temporales**. Como ya comentábamos anteriormente, este es uno de los grandes logros de la red. La imposibilidad de que los limites espaciales y temporales del mundo "físico" supongan un impedimento en nuestro deseo de información.

- **Capacidad de actualización continúa**. Internet nos proporciona la posibilidad de la constante actualización de nuestros recursos en red. Cosa que de otro modo sería poco menos que imposible, sobre todo debido al tremendo coste que supondría la continua actualización en papel de todos aquellos cambios o modificaciones que el museo quisiera incorporar.

- Permite la **conexión de museos entre sí** lo que facilita la búsqueda y el acceso a la información por parte del usuario. Esto nos lleva a dejar atrás ese afán aislacionista de los museos de manera que la información pueda ser compartida. Estaríamos cada vez más cerca del Museo Imaginario que nos propone Maulraux.

Todo esto ha supuesto la incursión de los museos en Internet, si bien con la realidad virtual aun vamos un paso más allá. De tal modo que nuestra percepción tanto del museo como de los fondos y recursos del mismo se asemeja más a nuestra forma de relacionarnos con nuestro entorno, es decir, de manera tridimensional. Además utilizando todos aquellos recursos que nos permiten interactuar con más de uno a la vez, mejorando así la experiencia y el proceso de aprendizaje.

La realidad virtual es considerada un recurso didáctico para motivar la atención del niño a través de los dibujos tridimensionales y de la interactividad que poseen los sistemas virtuales. Según afirma García Ruiz[101] a partir de los experimentos llevados a cabo por Sherman y Judkins[102] en la Universidad de Washington se puede llegar a la conclusión de que con esta tecnología los estudiantes "pueden aprender de manera más rápida y asimilar información de una manera más consistente que por medio del uso de herramientas de enseñanza tradicionales (pizarrón, libros, etc.), ya que utilizan casi todos sus sentidos".
Los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje, pueden considerarse desde el punto de vista de la ingeniería como sistemas que engloban un ambiente donde actúan profesores y alumnos como entes activos y pasivos, respectivamente, o ambas entidades activas[103].

La realidad virtual, por tanto, a la que estamos avocados indefectiblemente, supone una nueva herramienta en la educación en general y en el museo en particular, utilizable de manera útil y beneficiosa y que implica la aparición de nuevas estrategias educativas.

---

[101] GARCÍA RUIZ, M.A. (1998): "Panorama General de las Aplicaciones de la Realidad Virtual en la Educación". http://www.cogs.susx.ac.uk/users/miguelga/espaniol.htm.
[102] SHERMAN B., JUDKINS, P. (1994). "Glimpses of heaven, visions of hell: virtual reality and its applications". Londres, Hodder & Stoughton.
[103] HILERA, J.R., OTÓN, S., MARTÍNEZ, J. "Aplicación de la Realidad Virtual en la enseñanza a través de Internet". Universidad de Alcalá. http://www.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/num8/hilera-oton.html

### IV.2.1 Características

Antes de hablar de las características de los museos virtuales 3D, deberemos diferenciar los tipos de museos virtuales 3D que existen.
En este sentido cabría decir que museos virtuales 3D los hay de dos tipos: de de realidad virtual inmersiva y de realidad virtual no inmersiva. Ambos se diferencian tanto en el modo de percibir la imagen como en los equipos que usan para conseguir la interacción y difusión del museo.

Características principales del museo virtual 3D inmersivo:
1. El **operador está completamente rodeado por la demostración visual**. Entra en la imagen y puede pasearse y observar su alrededor.
2. El **operador interactúa con los objetos**. No se limita a ser mero espectador sino que toca y manipula los objetos.
3. La realidad virtual inmersiva no es sólo visual sino **multisensorial.**
4. Utiliza equipos como guante de datos (dataglove), traje de datos (data suit) y Casco estereoscópico (Head Mounted Display).

Cabría mencionar que las estrategias didácticas en ambos tipos de museo son muy similares, diferenciándose claro está, en los periféricos de percepción que utilizan. No nos consta la existencia de un museo virtual 3D inmersivo total, sí en cambio, encontramos aplicaciones puntuales de sistemas de realidad virtual inmersivos al museo físico.

Características principales del museo virtual 3D no inmersivo:

1. **El operador no está completamente rodeado por la demostración visual** pero puede pasearse y observar a su alrededor.
2. El **operador interactúa con los objetos**. No se limita a ser mero espectador sino que "toca" y manipula los objetos.
3. La realidad virtual no inmersiva no es sólo visual sino **multisensorial.**
4. Utiliza equipos como el ratón y un monitor.
5. Puede ser utilizada a través de **Internet.**
6. Dentro de los museos virtuales 3D no inmersivos, hay de dos tipos:

Por el modo de interactuación:

De **interacción dinámica**. (VRML, X3D, etc.). En donde el usuario tiene casi total libertad de movimientos en el espacio creado y donde su relación con el medio es tridimensional.

**Paseo Virtual** (QuickTime VR, etc.). Donde el usuario se encuentra rodeado por una imagen real del museo físico en 360º. La libertad de movimientos es bastante limitada.

Por el modo de acceso.

**Online**. Accedemos a él a través de la Red. En cualquier lugar y en cualquier momento.

**No online**. Accedemos a él a través de algún dispositivo de almacenamiento (Disco duro, CD, DVD, etc.). Normalmente suele tratarse de algún soporte magneto-óptico.

### IV.2.2 Funciones Pedagógicas

Arquitectura, educación, arte, ocio, medicina, etc. han sufrido un progreso vertiginoso en los últimos años. Existen numerosos proyectos de investigación encaminados a utilizar la tecnología 3D como recurso pedagógico. El mundo de la educación, como veremos posteriormente, ha encontrado un filón en esta tecnología con el fin de mejorar la calidad pedagógica de sus contenidos. En este sentido lo que trata el museo también es de acomodarse a los nuevos tiempos y las nuevas tecnologías que van apareciendo, para además de ayudar a difundir con mayor eficacia el museo, crear nuevos recursos pedagógicos que ayuden al espectador a entender mejor el museo y sus exposiciones.

La función del museo virtual 3D es poner a disposición del usuario colecciones, obras, recursos, etc. de tal manera que el usuario pueda disponer de ellos de la manera más real posible. Intentando acercarse a la realidad de la visita física, e incluso mejorando algunos de los inconvenientes con los que cuenta la visita física al museo. Como por ejemplo las aglomeraciones, los limites horarios, el no poder tocar las obras e interactuar con ellas, etc. Todo ello acompañado con un guía virtual o textos explicativos de cada lugar por el que se va pasando e incluso teniendo la posibilidad de comentar la exposición con otra persona que se encuentra en cualquier otra parte del mundo.

Los sistemas multimedia, y entre ellos la realidad virtual, están desarrollándose rápidamente en el ámbito educativo debido en parte a: el aumento de la información, los avances de la informática, la necesidad de una educación permanente durante la vida y la aparición de nuevos modos de transmisión interactiva[104].

Así, estos sistemas multimedia entre los que se encuentra la realidad virtual poseen una serie de funciones pedagógicas que la Doctora Fátima Cofán Feijoo explica en su tesis “Integración y difusión del Museo a través de la Red Internet. Propuesta

[104] BRAVO REYES, C. (1998) "El sistema multimedia en el proceso pedagógico" en Revista Electrónica Video, vol.3 (nº 12).La Habana.Universidad Pedagógica Enrique José Varona.

Interactiva del Museo Pedagógico de Arte Infantil". Estas funciones son: **función cognoscitiva, comunicativa, motivadora, informativa, integrativa, sistematizadora y de control.**

A continuación pasamos a explicar cada una de ellas:

### Función cognoscitiva

Los sistemas multimedia como elementos (o medio de enseñanza) para reforzar el proceso de conocimiento que conlleva todo proceso de aprendizaje. Estos sistemas establecen las relaciones entre la realidad objetiva y los conocimientos que asimilarán los estudiantes, esto conlleva una mejor retención de dichos conocimientos al ofrecer estos medios, un reflejo más fiel de la realidad objetiva.

En este sentido la realidad virtual es la que nos ofrece una relación con el medio lo más parecida posible a la forma de interacción con la realidad objetiva. No en vano, como ya veíamos en el anterior capítulo, los conceptos en los que se estructura la realidad virtual son el de inmersión, manipulación y navegación, además de las características de los sistemas de realidad virtual como son: ilusión de realidad, tridimensionalidad, interactividad y capacidad sintética. Todo ello encaminado a que nuestra percepción e interactuación con el mundo virtual sea lo más parecido posible a nuestra percepción e interactuación con el mundo real.

Otra de las características de los multimedia es la capacidad de reforzar los sentidos visual y auditivo permitiendo reforzar la adquisición de los conocimientos. En este sentido con la aparición de la realidad virtual, no son sólo ya dos sentidos los actores, sino que este sistema va encaminado a integrar todos los sentidos de tal manera que el proceso de aprendizaje se vea aun más reforzado por otros sentidos. Hasta el momento la realidad virtual actúa sobre tres de nuestros sentidos, si bien hay estudios encaminados a incorporar los otros dos, el gusto y el olfato.

### Función comunicativa

Los sistemas multimedia además de ser soportes de información son medios portadores del mensaje que se transmite al usuario. Estos medios son interactivos, ya que permiten elegir un recorrido o acceder a una información determinada según las necesidades del usuario de este sistema. Esta comunicación e incluso interacción en tiempo real y en un lugar remoto a través de los sistemas multimedia e hipermedia

se está convirtiendo en uno de los fenómenos más significativos para el proceso educativo. En este sentido, este es uno de los aspectos que persigue esta investigación. La realidad virtual, como sistema multimedia accesible a través de la red, nos permite poder colocar una réplica del MUPAI en 3D y que cualquier persona en cualquier lugar del mundo con acceso a Internet pueda visitar el museo eligiendo su propio recorrido y además pudiendo interactuar con los elementos de este recurso de realidad virtual.

**Función motivadora**

Los sistemas multimedia favorecen la motivación del usuario en la adquisición de conocimientos ya que facilitan la auto-actividad y la seguridad del alumno en el aprendizaje, se parte de un diseño apoyado sobre todo en las imágenes e iconos que permiten fácilmente navegar por el sistema. De hecho la realidad virtual muy atrayente y motivadora como ya señala Verónica Pantelidis en "Reasons to Use Virtual Reality in Education". No en vano su apariencia similar a la de un videojuego suele servir como aspecto atrayente al usuario. Usuario que además podrá interactuar con el mundo virtual como si se tratase realmente de un videojuego.

**Función informativa**

Los sistemas multimedia favorecen el proceso de transmisión de la información, debido a la integración de medios y a las posibilidades de búsqueda fuera del propio sistema, ya sea entre docentes y estudiantes. La diversidad de fuentes para la adquisición de la información es enorme en la red permitiendo la investigación global. La realidad virtual permite el fácil acceso a la información no sólo de la contenida en el mundo virtual creado sino a información externa a este mediante vínculos. Además de la posibilidad de comunicación con otros usuarios del mismo mundo virtual a tiempo real. Es decir, además de sentirnos inmersos en un espacio tridimensional en el que interactuamos, podemos comunicarnos con otros usuarios desde cualquier lugar remoto. Esto sólo lo puede conseguir la realidad virtual.

**Función integradora**

La integración de múltiples medios en un mismo sistema, así como la integración de contenidos facilitará el aprendizaje. Es importante reducir las barreras geográficas y temporales para permitir el acceso a la información y facilitar el proceso de aprendizaje. La realidad virtual, como ya hemos visto en el capítulo anterior, como

recurso utilizable de manera on-line, nos permite romper las barreras temporales en el acceso y utilización de un recurso de este tipo. Además gracias a esto y a su representación virtual tridimensional nos permite romper las barreras geográficas pudiendo entrar en un museo, pasear por él, manipular sus obras, etc. Pero la realidad virtual no sólo rompe con estas barreras, sino también con otras como las lingüísticas como ya nos advierte Verónica Pantelidis en "Reasons to Use Virtual Reality in Education".

**Función sistematizadora**

Se trata de la planificación del trabajo y la estructuración de la información. Este sistema permite al usuario avanzar en el aprendizaje mediante niveles y le permite comprobar lo aprendido. De tal manera que le ofrecen la posibilidad de repetición de tareas que no han sido solucionadas por el estudiante. El estudiante se autoevalúa, corrige los métodos, su eficacia y traza nuevas formas de auto-enseñanza. Este medio tiene la capacidad de desarrollar el pensamiento lógico del estudiante al incrementar el análisis, la síntesis, la abstracción, la inducción y deducción.

La realidad virtual posee enormes posibilidades en la didáctica ya que involucran al estudiante en su propio aprendizaje, permite la comunicación no lineal, el incremento de participación debido a su aspecto señalado anteriormente de motivación, favorecen el aprendizaje individual, es decir, posibilitan un aprendizaje en primera persona y no en tercera persona como es común de la enseñanza tradicional. Es el propio usuario de la realidad virtual el que va construyendo su propio conocimiento. Posibilita la interacción, estimula la creatividad, facilita la retroalimentación entre las respuestas y preguntas de usuarios remotos, eliminan el carácter unidireccional de la información, permite el acceso local o remoto a gran cantidad de información.

La realidad virtual de hecho, es una herramienta que ayuda a reforzar el proceso de aprendizaje. El uso de este medio en el ámbito museístico nos ayuda a comprender el significado de las colecciones o de un aspecto de la historia en concreto, nos posibilita la manipulación de los fondos, la ruptura de barreras tanto geográficas o temporales como lingüísticas, el aprendizaje en primera persona, la interactuación con el medio

virtual a través de nuestros sentidos además de otras muchas ventajas. Algunos museos ya han optado por este sistema como un medio para la difusión educativa, para la información o como recurso de apoyo al usuario o visitante. [105]

[105] COFÁN FEIJOO, M. F. Op. cit., 100-102.

### IV.2.3 Posibilidades didácticas de los museos virtuales 3D online.

Para Scott Bell el museo virtual es un gran almacén que puede proporcionar al alumno una serie de materiales, datos e imágenes, que facilitan una primera aproximación a las colecciones estudiadas.

Ventajas de los museos virtuales 3D frente a los tradicionales:

**Facilidad de acceso**. Acceso al museo de visitantes que viven fuera de la ciudad o el país, acceso a cualquier hora y a cualquier parte del museo y posibilidad de consultar obras que están prestadas o conservadas en los almacenes.

Permiten **diferentes interpretaciones de las colecciones** desde distintos puntos de vista. Existen guías virtuales que nos explican obra por obra y permiten una interactividad mayor, siendo verdaderas experiencias formativas.

**Lograr organizar de una forma mucho más global y unificar colecciones**. Por ejemplo se podrían encontrar todas las obras de Picasso que existen por el mundo en un mismo museo creado para la ocasión.

El **acceso es mucho más cómodo y atractivo** para el usuario, en muchas ocasiones siente un auténtico rechazo ante los enormes inconvenientes que presenta la visita física a ciertos museos.

El arte contemporáneo se caracteriza por la combinación de materiales, formatos y técnicas mezclados con sonido, imagen y movimiento. Este tipo de obras tiene una muy buena adaptación en Internet gracias a la tecnología multimedia.

La **infraestructura** necesaria para visitar virtualmente los museos cada vez resulta **más accesible**: coste mínimo permitirá la desmasificación de los museos, reservándolos primariamente al estudio de los originales.

La tecnología ha evolucionado tanto que además permite que dos personas que están en diferentes puntos del planeta y están visitando un museo virtual puedan

interactuar entre ellos. Con lo que ello conlleva de intercambio de información y toma de diferentes puntos de vista, y todo ello desde cualquier parte.

Posibilidad de **manipulación e interactuación** con las instalaciones del museo y de las propias obras, sin que ello suponga un deterioro para las mismas. Esto supone un beneficio para el usuario, ya sea investigador, docente, estudiante, etc. ya que puede llevar a cabo un estudio de la obra y del mismo museo de manera más exhaustiva.

**Elimina barreras arquitectónicas** para personas con alguna minusvalía.

**Elimina inconvenientes para personas con alguna minusvalía sobre todo visual**[106].

[106] BELLIDO, GANT, M. L. Op. cit.

## IV.3 Análisis y valoración de Museos Virtuales 3D

A continuación procedemos a realizar un análisis y valoración de Museos Virtuales 3D. Como comentábamos al comienzo de este capítulo, la aplicación de la realidad virtual inmersiva al museo es en cierta manera puntual. Podemos encontrar en algunos museos algún recurso virtualizado para poder observarlo en 3D como por ejemplo las momias del Museo Británico, esto sucede entre otras cosas porque aun hoy sigue siendo una tecnología algo cara. Además esta tecnología requiere el desplazamiento de una persona al lugar de recreación y, como decíamos al comienzo, uno de nuestros objetivos consistía en hacer accesible el MUPAI Virtual a cualquier persona en cualquier lugar y en cualquier momento. Por tanto, nuestro interés se centra aquí en aquella realidad virtual compatible con Internet, y esa es la realidad virtual no inmersiva.

Ahora, dentro de esta realidad virtual no inmersiva, podemos encontrar dos grandes grupos de museos. Por un lado, aquellos de interacción dinámica, y por el otro, los de paseo virtual (ver Capítulo III).

En los de **interacción dinámica**, los objetos que forman el mundo virtual poseen un cierto proceder asociado, y las acciones que esos objetos ejecutan están mediadas por las del usuario. Siendo por tanto posible que en una aplicación de realidad virtual el usuario pueda desplazar un objeto, poner en marcha un dispositivo o cualquier otra operación. Este tipo de museos es característico que utilicen la extensión VRML (Virtual Reality Modeling Language) o X3D.

En los museos **de paseo virtual**, el usuario es un simple espectador de la escena, aunque no completamente pasivo: tiene la posibilidad de desplazarse por la misma para observarla o examinarla desde otro ángulo o punto de vista. Si bien, su limitación en términos de interactividad es mucho mayor que la interacción dinámica. Normalmente, se basan en una imagen en 360º que rodea al espectador, el cual no puede moverse de su posición pero sí rotar sobre sí mismo, además suelen incorporar de alguna herramienta de zoom para poder visualizar la imagen más de cerca. En este caso no hablamos de una escena en 3D y sí de una imagen en 360º que rodea al espectador.

Estos dos grandes grupos son los más característicos de la red y son de estos, de los que realizaremos un análisis y valoración.

El análisis y valoración de los mismos se llevará a cabo bajo un protocolo realizado para la ocasión. Para desarrollar este protocolo se han tenido varios aspectos en cuenta. Estos aspectos, por un lado están relacionados con posibilidades técnicas que hagan de estos museos un recurso útil y viable, y por otro lado se enfoca más hacia la parte didáctica y pedagógica y a la consecución de objetivos por parte del museo virtual 3D.

En este sentido y atendiendo a estos aspectos el protocolo de análisis y valoración de los museos es el siguiente:

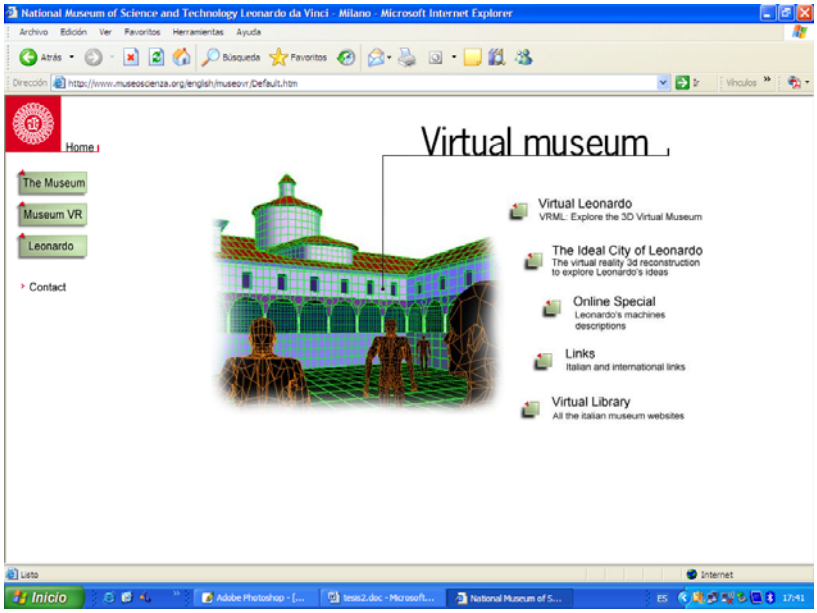
| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | Se definirá el tipo de realidad virtual usada |
| ¿Nº de recursos disponibles? | De cuántos recursos 3D dispone el museo. |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Si el acceso a lo virtualizado en 3D es sencillo. |
| Ventana de visualización | Si el tamaño de la pantalla es adecuado para la observación de los elementos 3D |
| Calidad gráfica. | Si los recursos disponibles y el museo tienen buena calidad de imagen |
| Velocidad de descarga | El tiempo que tarda en descargarse el recurso o recursos (Museo) |
| Manejo de la herramienta | Si las herramientas de navegación son fáciles de manejar. |
| Velocidad de navegación | Si la velocidad a la que nos desplazamos por el mundo virtual 3D es adecuada. |
| Elementos didácticos | Si posee elementos didácticos interesantes y útiles. |
| Función pedagógica | Si la función pedagógica es la correcta. |
| ¿Con qué objetivos? | Qué objetivos pretende conseguir el museo. En algunos casos es el propio museo el que los define y delimita, en aquellos casos en que esto no sea así, seremos nosotros atendiendo a lo que vemos los que definiremos esos objetivos. |
| ¿Consigue los objetivos? | Si el Museo cumple con los objetivos anteriormente planteados. |
| Comentarios | Atendiendo a todo lo anteriormente analizado, |

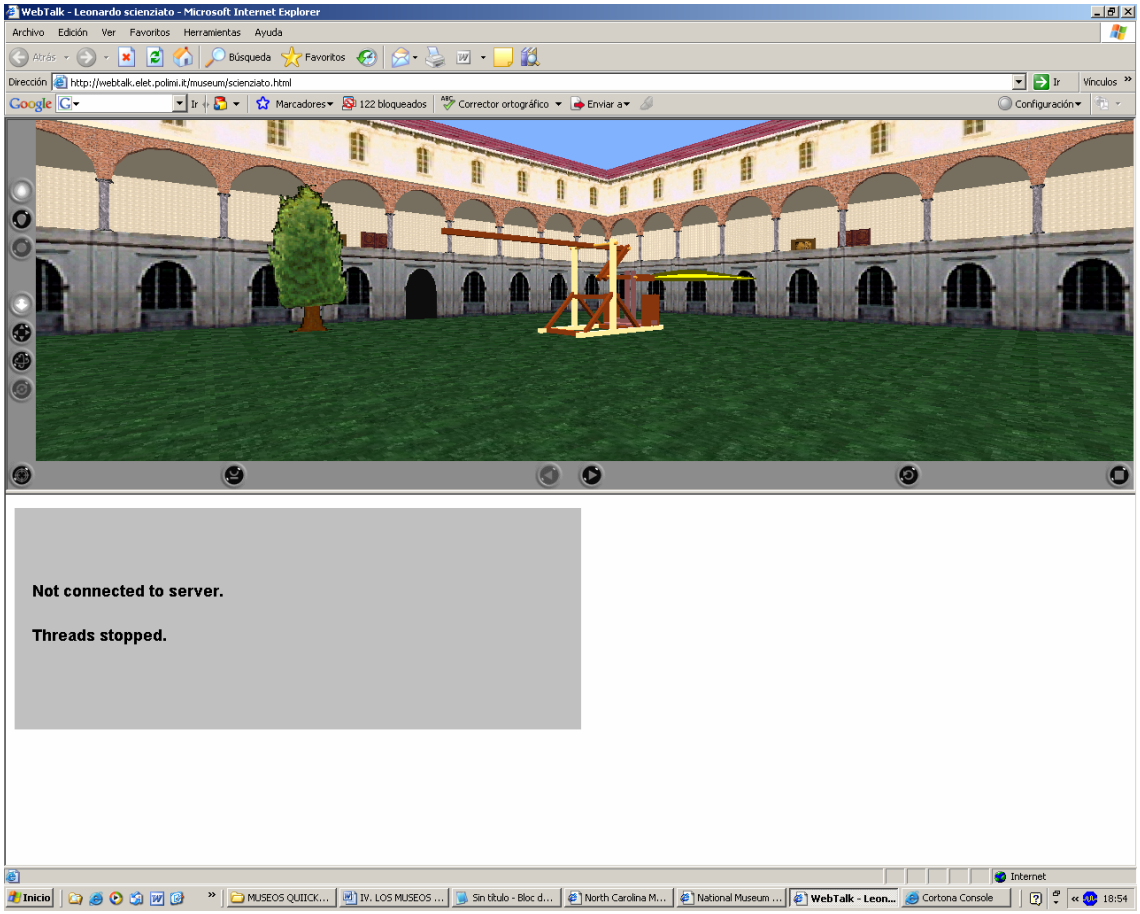
| | |
|---|---|
| | realizaremos comentarios críticos acerca de lo bueno y lo malo de estos recursos. |

## IV.3.1 MUSEOS DE INTERACCIÓN DINÁMICA (VRML)

Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci

http://www.museoscienza.org/english/

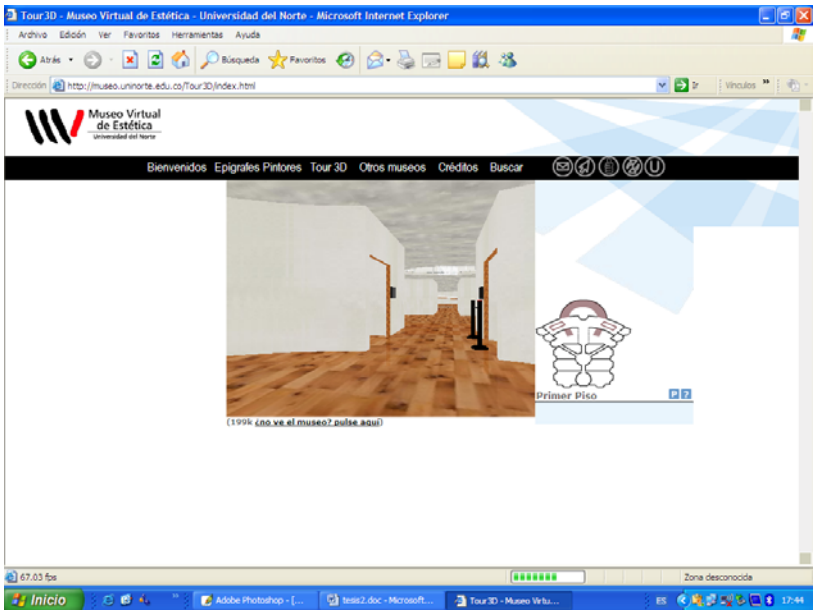





| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | No inmersiva VRML |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Escasos, a penas 2 piezas. |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Buena |
| Ventana de visualización | Buena |
| Calidad gráfica. | Bastante mala |
| Velocidad de descarga | Buena, con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Muy pobres |
| Función pedagógica | Mala |

| | |
|---|---|
| ¿Con qué objetivos? | Crear un Museo virtual 3D con mayores posibilidades de las utilizadas hasta ahora, como por ejemplo, utilización de guías, creación de avatares personalizados e interactuación entre ellos, etc., para conocer las obras de Leonardo. |
| ¿Consigue los objetivos? | Técnicamente sí, pero de nula utilidad ya que el sistema es demasiado complejo hasta para una persona entendida. |
| Comentarios | Demasiado complicada para ser de utilidad. |

Museo Virtual de Estética de la Universidad del Norte




http://museo.uninorte.edu.co/Tour3D/index.html

| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE L RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | No inmersiva VRML |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Numerosos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Buena |
| Ventana de visualización | Algo pequeña |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Buena, con conexión de 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Escasos |
| Función pedagógica | Mala |
| ¿Con qué objetivos? | Dar a conocer el Museo Virtual de Estética de la Universidad del Norte. |
| ¿Consigue los objetivos? | Si |
| Comentarios | Tiene el inconveniente que sólo incluye fondos bidimensionales y |

| | |
|---|---|
| | ninguno tridimensional. Se trata de la virtualización 3D del Museo de Estética de la Universidad del Norte y de su contenido en 2D de sus obras. Se trata de un proyecto bastante interesante, sobre todo en cuanto a la ejecución. Ya que la navegación es fácil y ágil, los contenidos traen una ficha sobre la obra que puede ser consultada haciendo doble clic y el escenario 3D es sencillo pero logrado. Quizá la pantalla de navegación sea demasiado pequeña. Al tratarse de fondos bidimensionales la manipulación de los objetos queda limitada a un hipervínculo que nos lleva a la foto y ficha de la obra en cuestión. |

Korean Virtual Museum

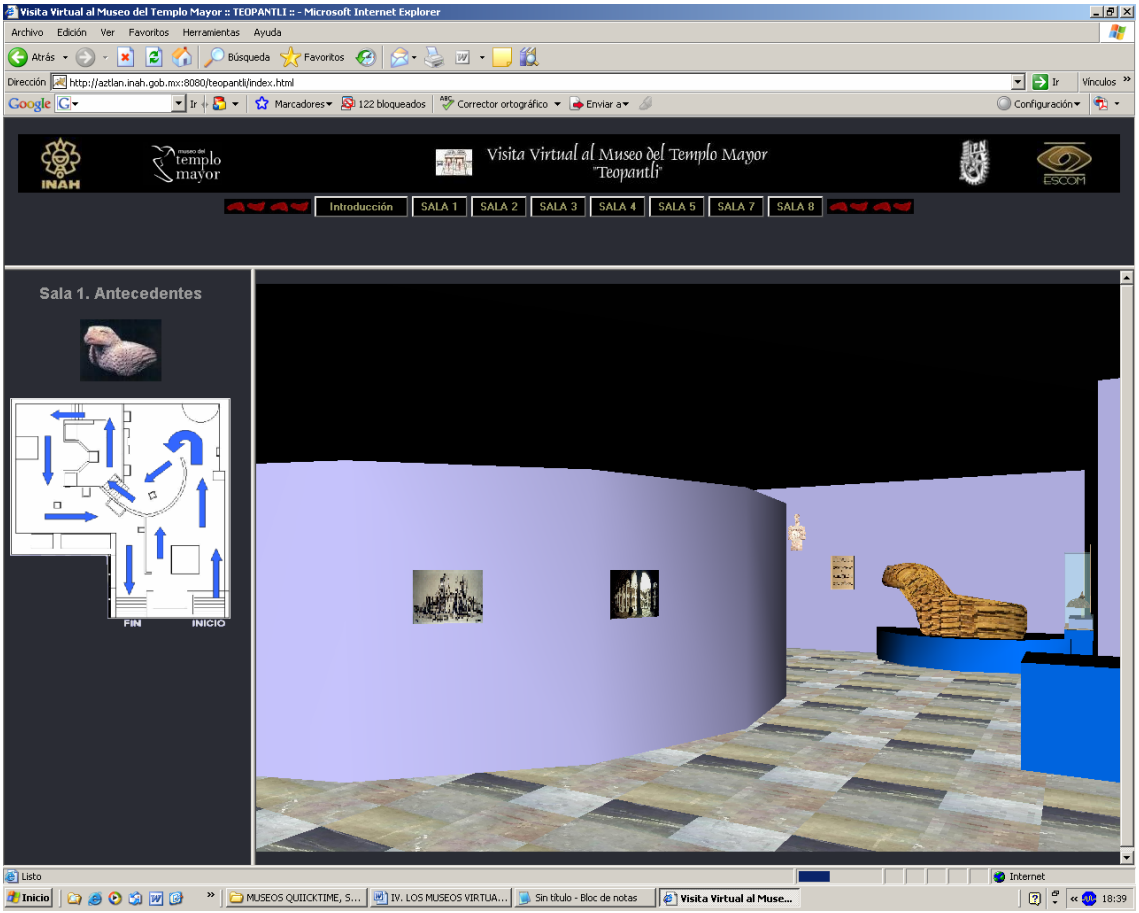
http://www.kcaf.or.kr/ehome3/english/vrml/index.html

| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | No inmersiva VRML |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Muy escasos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Buena |
| Ventana de visualización | Excesivamente pequeña |
| Calidad gráfica. | Bastante mala |
| Velocidad de descarga | Buena. Con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Escasos |

| | |
|---|---|
| Función pedagógica | Mala |
| ¿Con qué objetivos? | Exhibir los tesoros y las reliquias tradicionales coreanas. |
| ¿Consigue los objetivos? | Si, en cuanto a mostrar estos tesoros y reliquias y no en cuanto que es de tan B calidad que es difícil hacerse una idea real. |
| Comentarios | Es un ejemplo de museo virtual 3D de bajísima calidad en todos los aspectos, tanto técnicos como didácticos. |

Museo del Templo Mayor

http://aztlan.inah.gob.mx:8080/teopantli/index.html

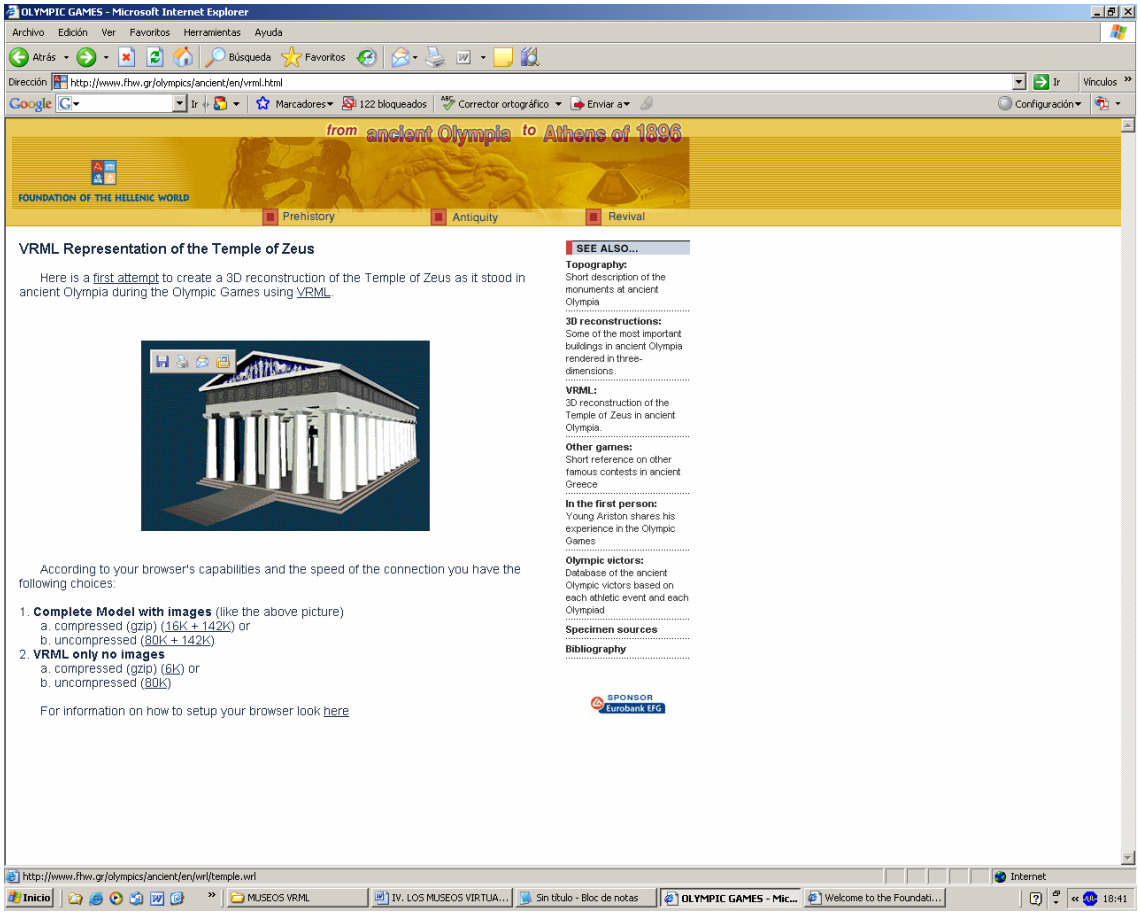



| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | No inmersiva VRML |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Numerosos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Buena |
| Ventana de visualización | Muy buena, con un tamaño fantástico |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Buena, con conexión de 1 MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Buenos |
| Función pedagógica | Buena |
| ¿Con qué objetivos? | Intenta representar la experiencia de una |

| | |
|---|---|
| | visita convencional al Museo, pero dentro de un ambiente virtual, en donde las personas puedan recorrer el museo de la misma forma como si estuvieran realmente en el sitio. Con esto, se trata de mostrar al público la mayor parte del contenido de la exposición permanente. |
| ¿Consigue los objetivos? | Si. |
| Comentarios | Se trata de un buen museo virtual 3D, si bien cabría mejorar un poco la interactividad. |

Foundation of the Helenic World

http://www.fhw.gr/index_en.html

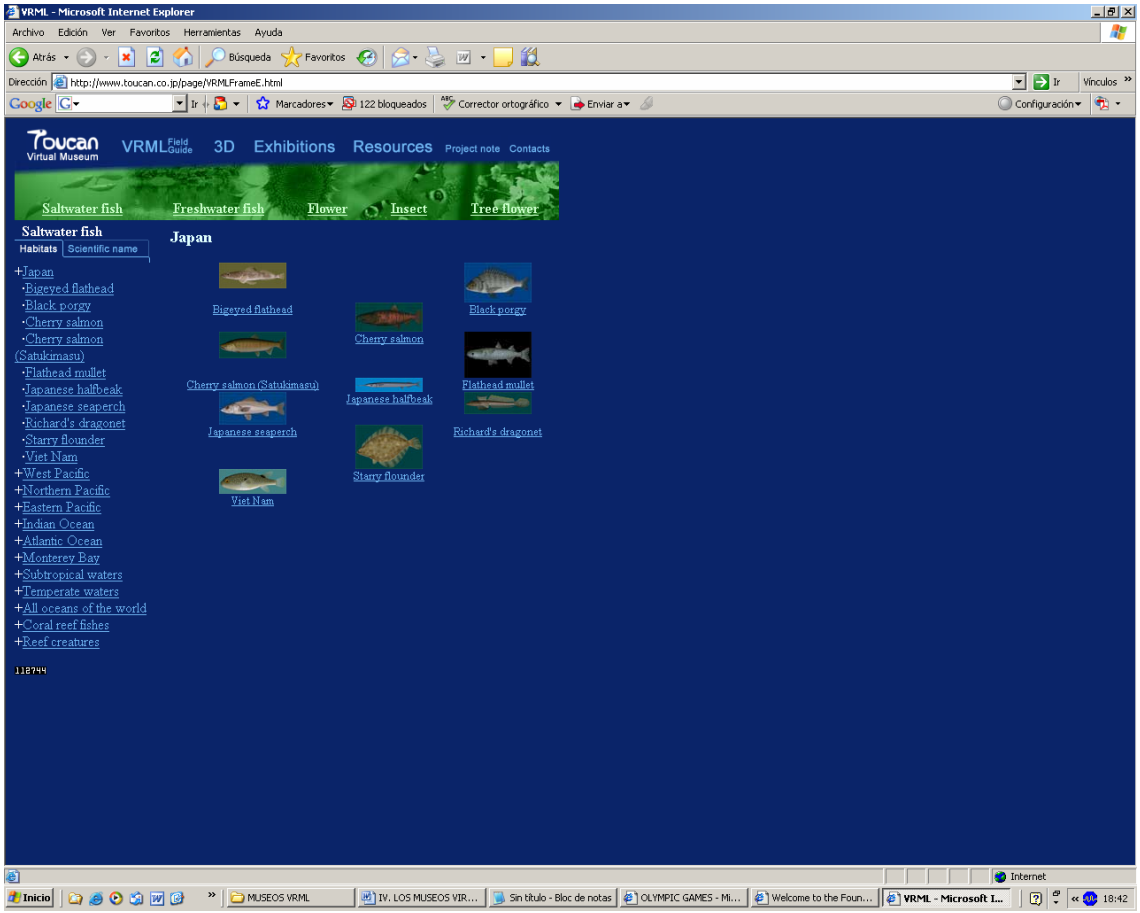


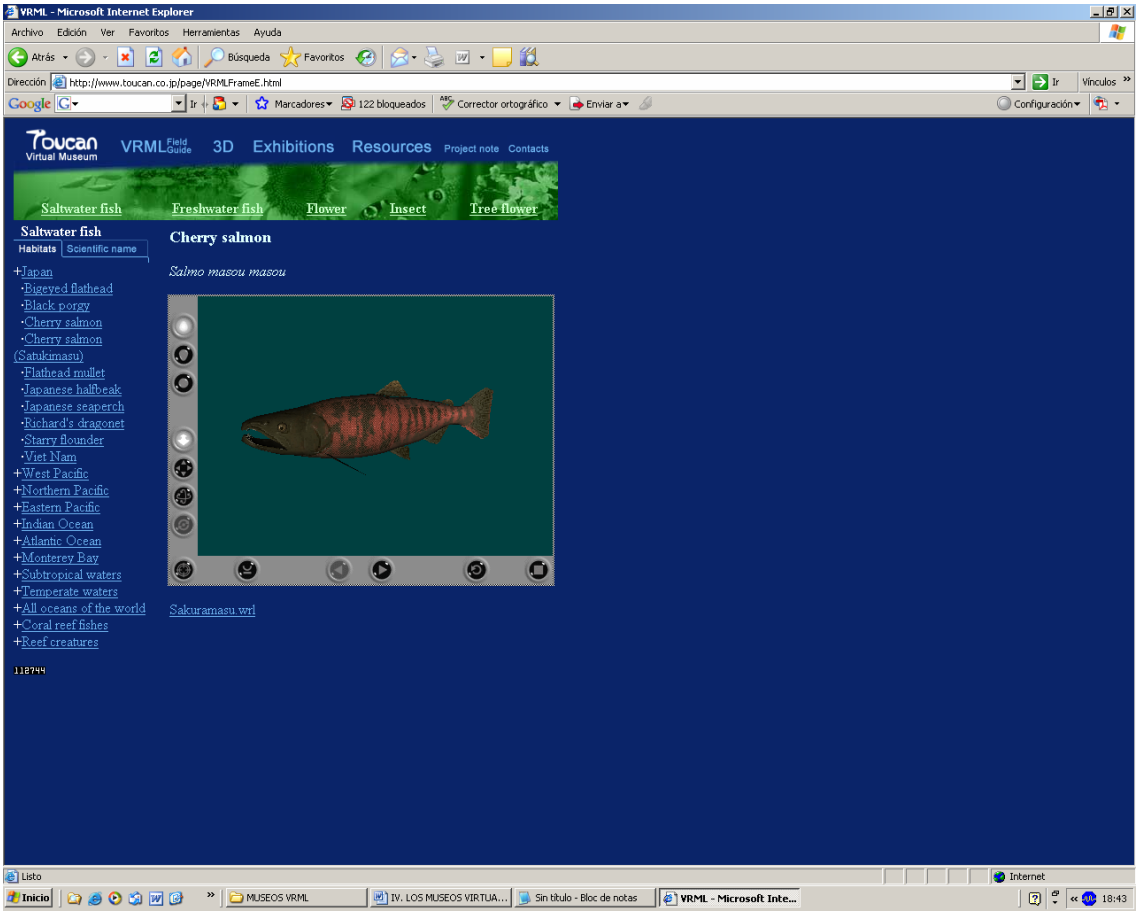

| ANALISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | No inmersiva VRML |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Algo escasos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Buena |
| Ventana de visualización | Ajustada a tamaño de monitor |
| Calidad gráfica. | Media-baja |
| Velocidad de descarga | Buena. Con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Escasos |
| Función pedagógica | Mala |
| ¿Con qué objetivos? | Representación del templo de Zeus en Olimpia. |
| ¿Consigue los objetivos? | La representación es de baja calidad. Le falta algo de realismo sobre todo a los |

| | |
|---|---|
| | materiales y texturas. |
| Comentarios | La calidad podría ser mayor tanto a efectos de modelado como de aplicación de mapas y texturas. Los elementos didácticos son escasos por no decir inexistentes. |

Toucan virtual Museum

http://www.toucan.co.jp/page/VRMLFrameE.html



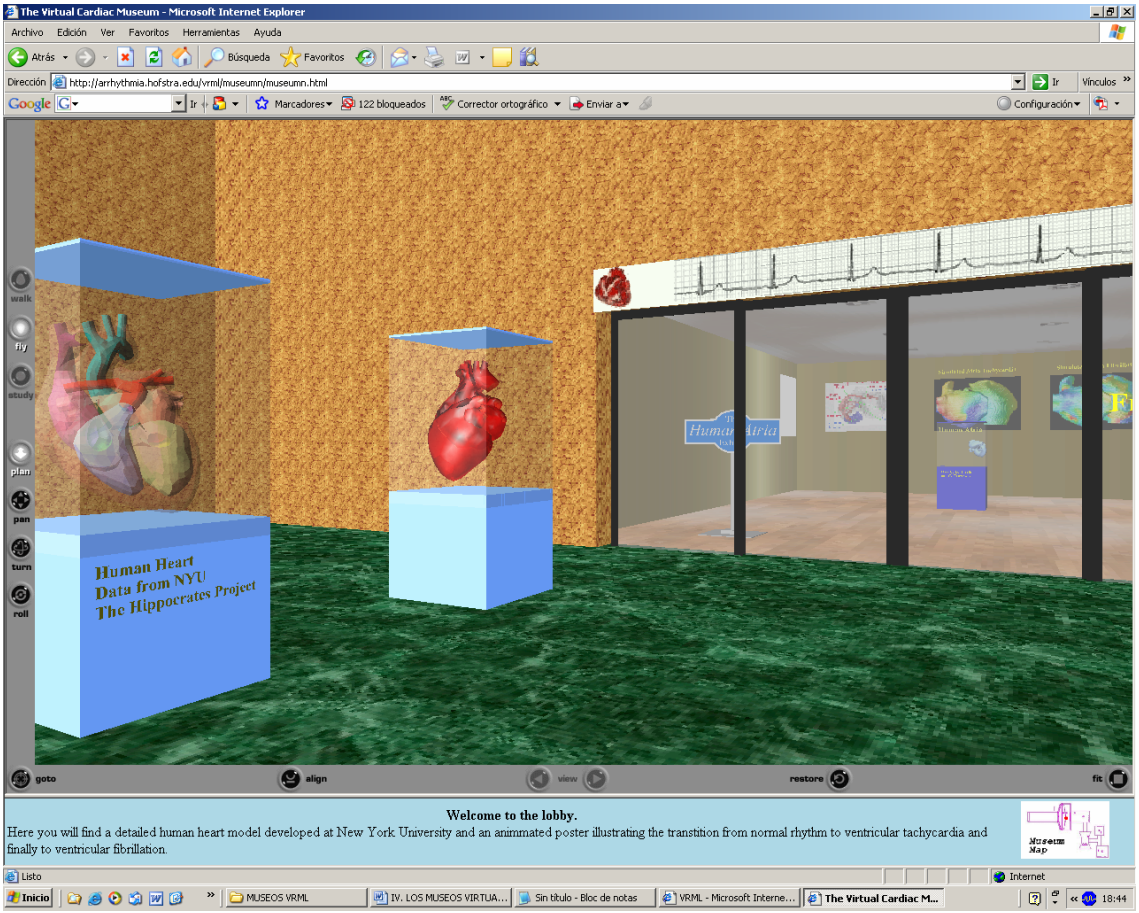



| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | No inmersiva VRML |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Numerosos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Buena |
| Ventana de visualización | Pequeña |
| Calidad gráfica. | Muy buena |
| Velocidad de descarga | Muy buena, con conexión 1 MB |
| Manejo de la herramienta | Muy fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Escasos |
| Función pedagógica | Regular |
| ¿Con qué objetivos? | Examinar de manera tridimensional tanto flores, como peces e insectos de todo el mundo. |
| ¿Consigue los objetivos? | Si |
| Comentarios | Es un museo que merece la pena visitar. Si |

| | |
|---|---|
| | bien se limita a presentar los contenidos sin la representación de un museo que los albergue. |

Cardiac Virtual Museum

http://arrhythmia.hofstra.edu/vrml/museumn/museumn.html



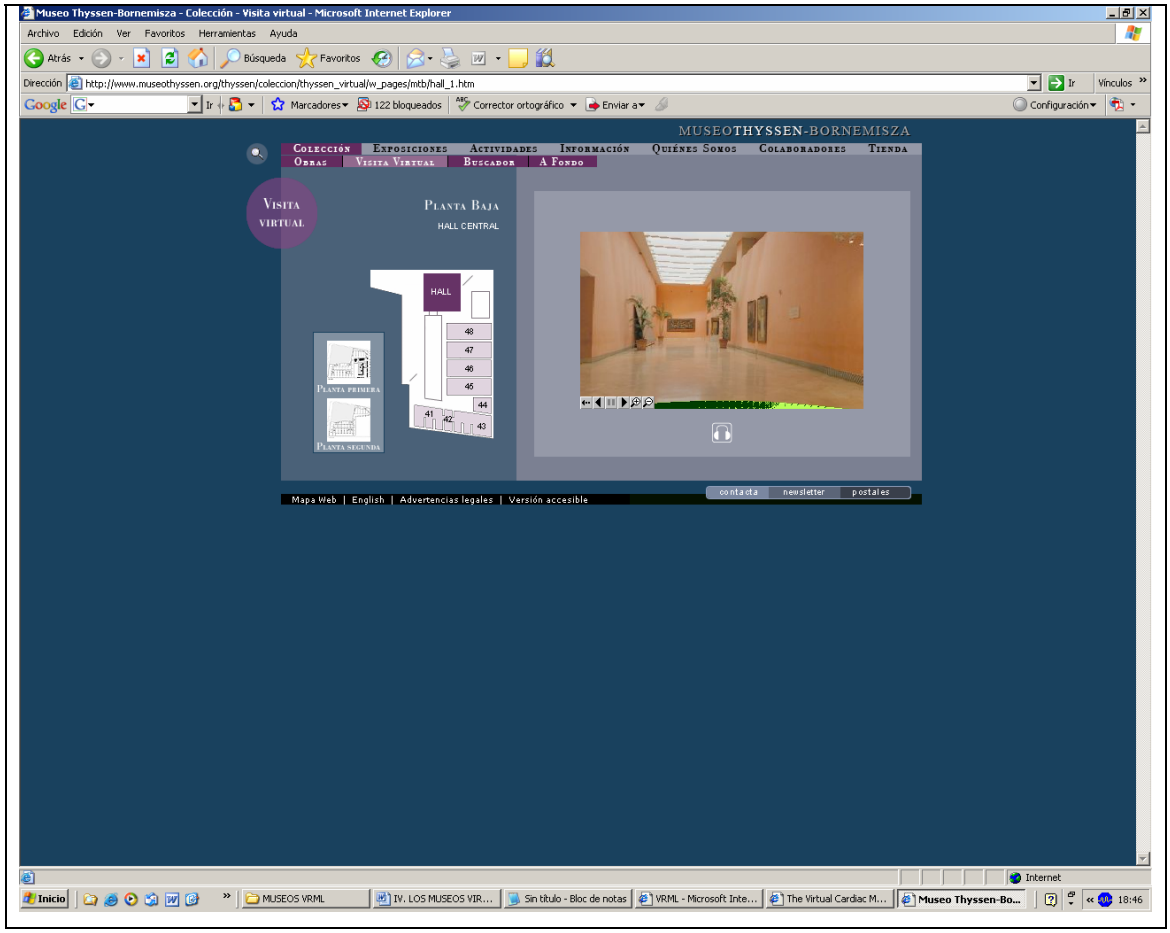

| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | No inmersiva VRML |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Aceptable |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Buena |
| Ventana de visualización | Muy buena, un buen tamaño para apreciar mejor los detalles. |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Algo lenta, con conexión 1 MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Buenos |

| | |
|---|---|
| Función pedagógica | Buena |
| ¿Con qué objetivos? | Entendemos que se trata de exponer elementos interesantes e importantes sobre el corazón que de otra forma sería imposible. |
| ¿Consigue los objetivos? | Es difícil evaluarlo sin tener conocimientos al respecto, si bien resulta muy interesante. |
| Comentarios | Se trata de un museo muy interesante que muestra claramente algunas de las posibilidades que tiene esta tecnología, que nos permite realizar recursos que de otra manera sería imposible. Es un muy buen museo. |

### IV.3.2 MUSEOS PASEO VIRTUAL

Museo Thyssen-Bornemisza

http://www.museothyssen.org/thyssen/coleccion/visita_virtual.html

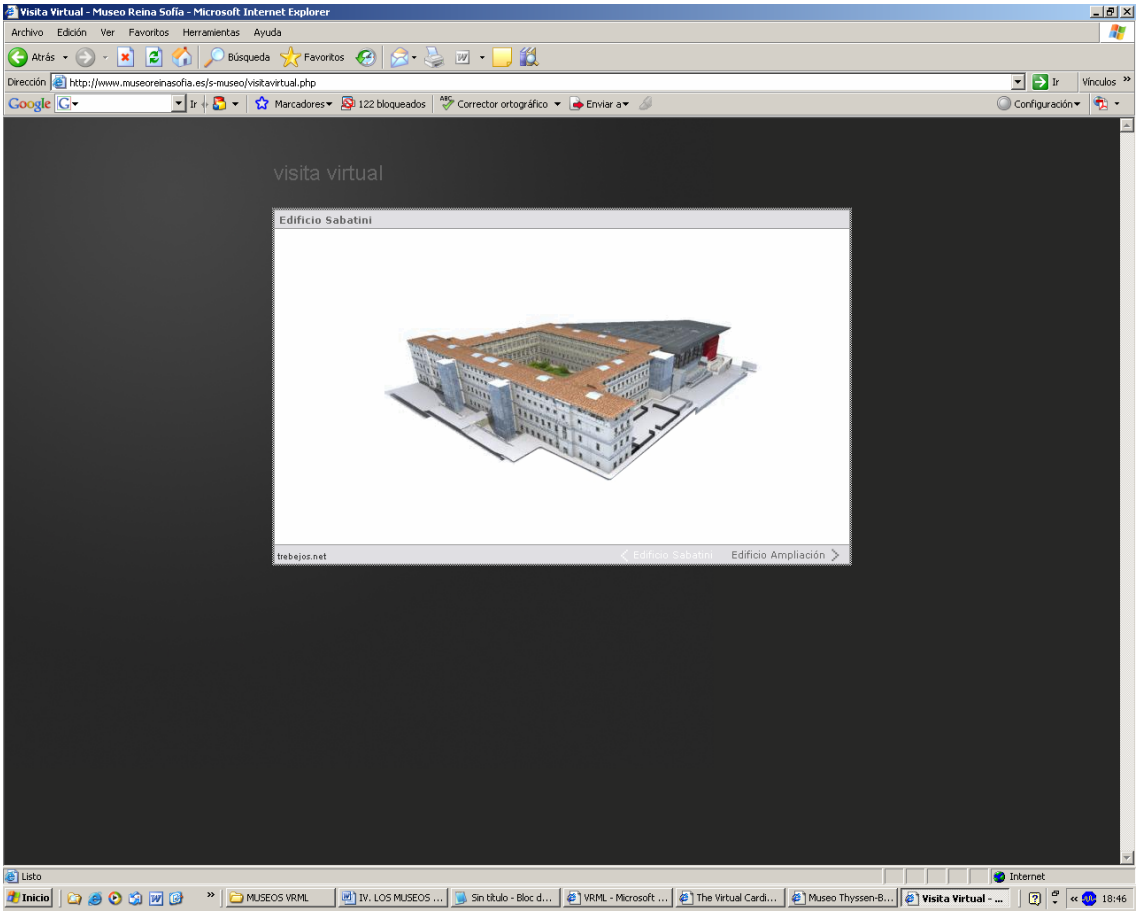


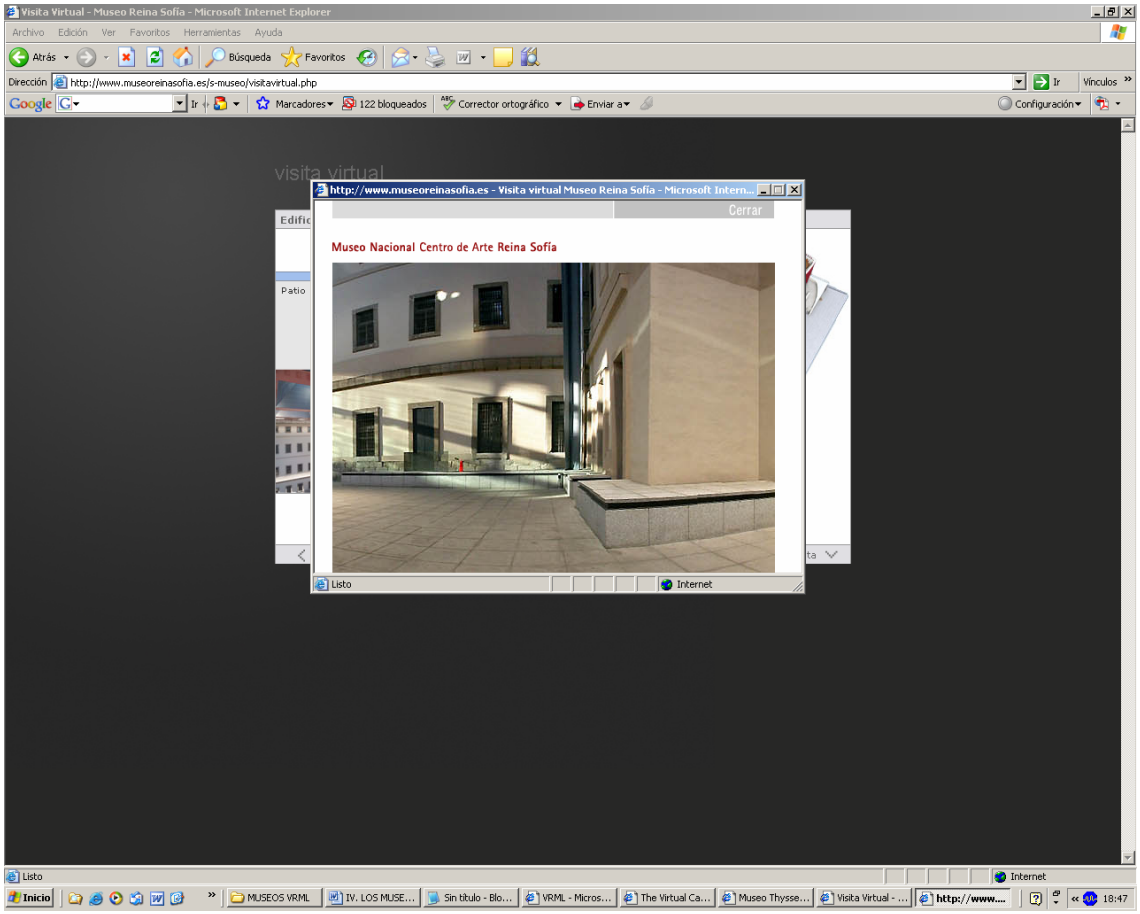

| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | Paseo Virtual QuickTime VR |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Numerosos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Buena |
| Ventana de visualización | Pequeña |
| Calidad gráfica. | Muy buena |
| Velocidad de descarga | Buena. Con conexión 1MB |

| | |
|---|---|
| Manejo de la herramienta | Muy fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Muy buenos |
| Función pedagógica | Muy buena |
| ¿Con qué objetivos? | Dar a conocer a través de la Red el Museo Thyssen-Bornemisza y hacer accesible y muy didáctica la visita al museo |
| ¿Consigue los objetivos? | Sí |
| Comentarios | Es un museo de una calidad extraordinaria, si bien no permite la total libertad de movimientos en el espacio ya que esta tecnología se basa en fotografías panorámicas visualizadas en 360º.<br>E l Museo Thyssen-Bornemisza de Madrid permite recorrer más de siete siglos de la Historia del Arte y contemplar Obras Maestras de la pintura. El viaje se inicia en la segunda planta con las obras más antiguas y termina en la planta B con obras del siglo XX. Si bien esta visita la podríamos considerar de realidad virtual, no permite la posibilidad de manipulación de los objetos artísticos. En este sentido encontramos una clara limitación como recurso apto para la investigación. |

Museo Reina Sofía

http://www.museoreinasofia.es/s-museo/visitavirtual.php



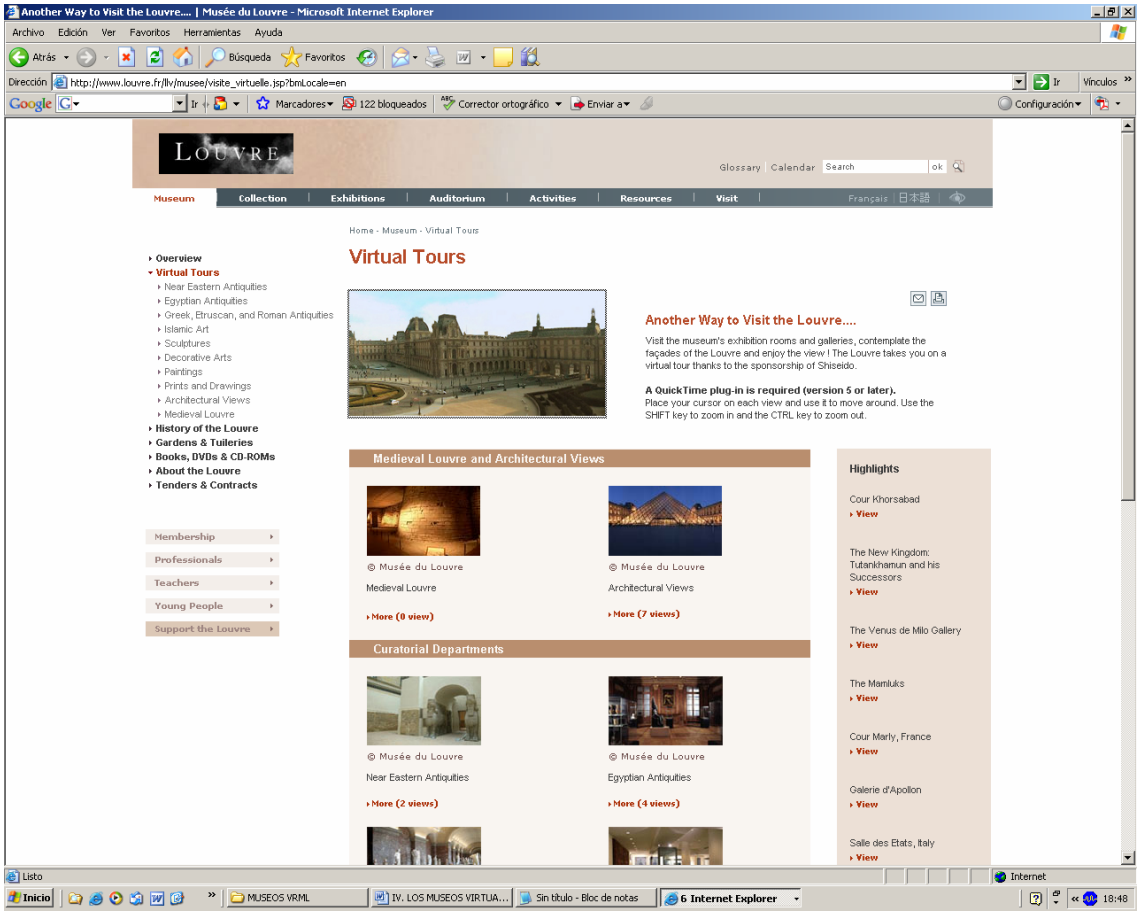



| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | Paseo Virtual PMVR (Patented Mappable VR) |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Escasos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Aceptable |
| Ventana de visualización | Buena |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Excesivamente lenta. Con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Escasos |
| Función pedagógica | Mala |
| ¿Con qué objetivos? | Mostrar el edificio del Museo Reina Sofía. |
| ¿Consigue los objetivos? | A medias |

| | |
|---|---|
| Comentarios | No hay visualización clara y nítida de las obras y el paseo virtual se limita a enseñarnos el edificio. Para tratarse del Reina Sofía es bastante pobre en cuanto a acceso a contenidos y función pedagógica. |

Museo del Louvre

http://www.louvre.fr/llv/musee/visite_virtuelle.jsp?bmLocale=en




| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | Paseo Virtual (QuickTime VR) |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Numerosos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Buena |
| Ventana de visualización | Algo pequeña |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Buena. Con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Buenos |
| Función pedagógica | Buena |
| ¿Con qué objetivos? | Mostrar el Museo y sus |

| | |
|---|---|
| | alrededores, con imagen y texto adicional además de un pequeño plano de situación. |
| ¿Consigue los objetivos? | Si. |
| Comentarios | La ventana de visualización impide observar de manera aceptable lo expuesto. |

National Museum of Australia - Virtual Tour

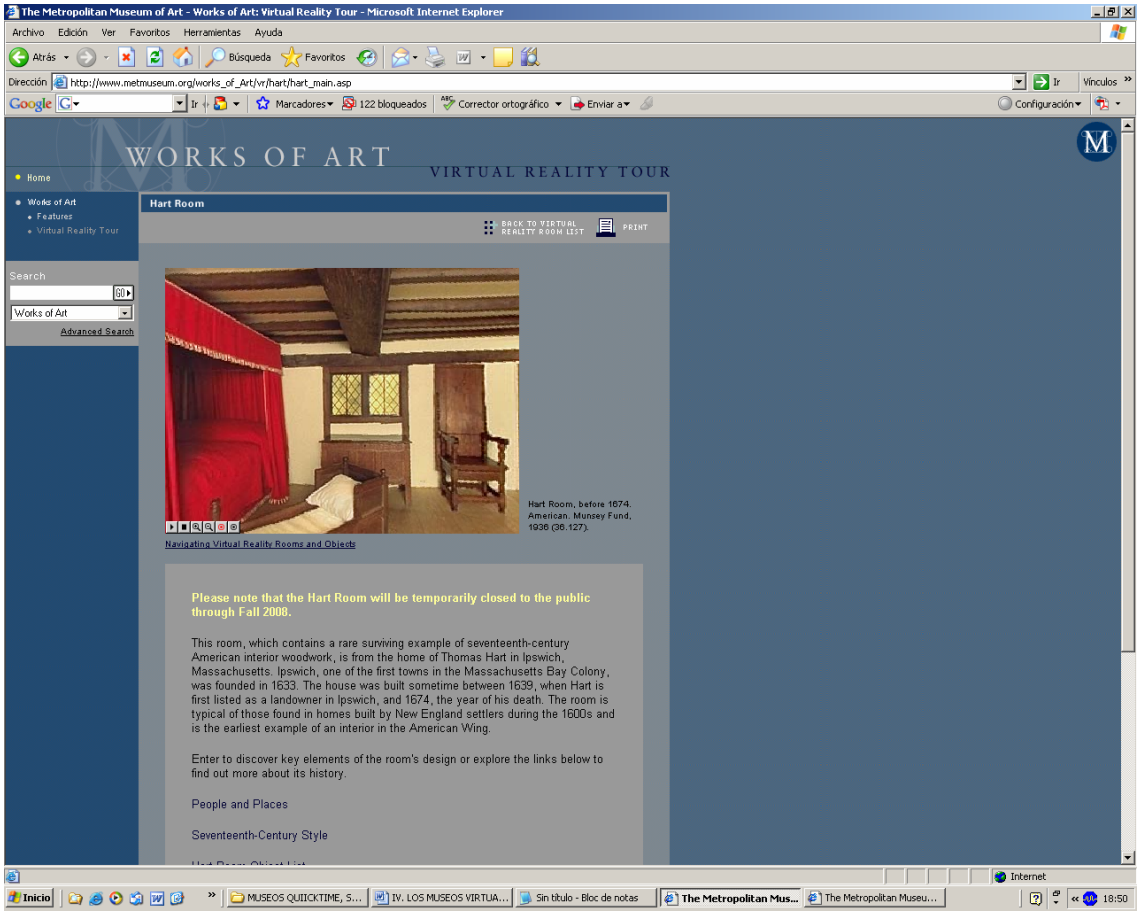
http://www.nma.gov.au/visit/virtual_tour/

| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | Paseo Virtual (QuickTime VR) |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Medio |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Fácil |
| Ventana de visualización | Bien |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Algo lenta. Con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Numerosos, interesantes |
| Función pedagógica | Buena |

| | |
|---|---|
| ¿Con qué objetivos? | Mostrar tanto el arte como la historia y la cultura de Australia. |
| ¿Consigue los objetivos? | Si |
| Comentarios | Es una nueva manera de presentar los recursos al público. Es innovadora e interesante. |

The Metropolitan Museum of Art - Works of Art Virtual Reality Tour

http://www.metmuseum.org/home.asp

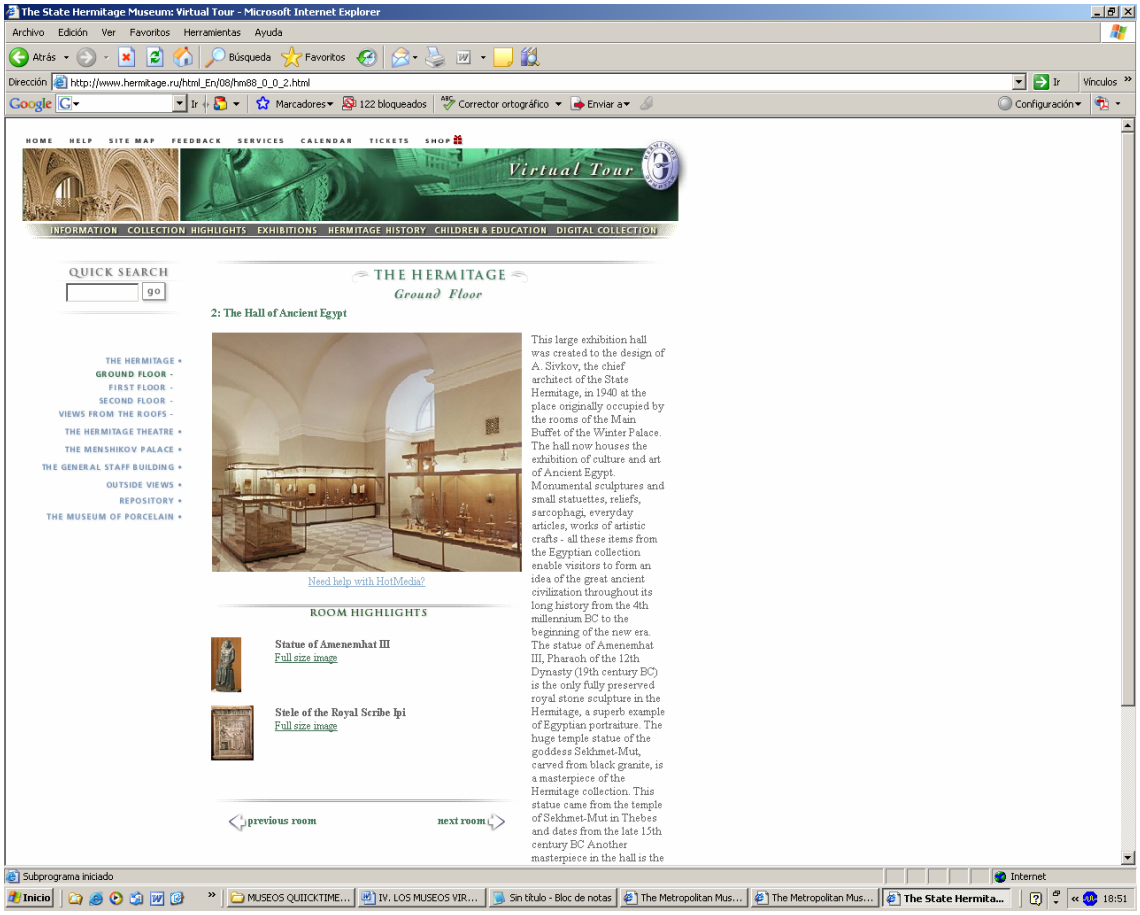



| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | Paseo Virtual |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Escasos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Fácil |
| Ventana de visualización | Pequeña |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Buena. Con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Sencillo |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Normal |
| Función pedagógica | Buena-baja |
| ¿Con qué objetivos? | Mostrar algunos de los |

| | |
|---|---|
| | contenidos del The Metropolitan Museum of Art. |
| ¿Consigue los objetivos? | Si |
| Comentarios | Algo escasa en cuanto a recursos visualizables. |

The State Hermitage Museum

http://www.hermitage.ru/html_En/index.html



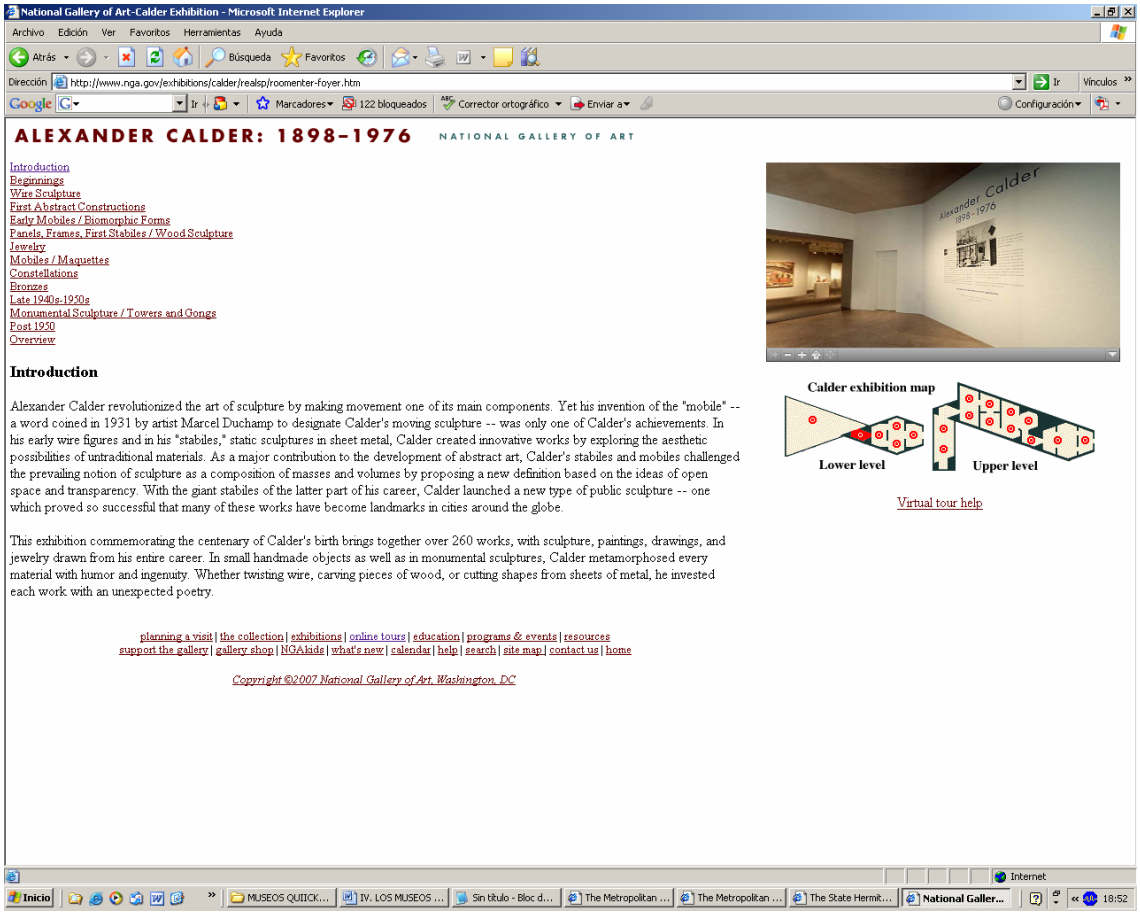

| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | Paseo Virtual (Hot Media) |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Numerosos, excelente |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Fácil |
| Ventana de visualización | Media-pequeña |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Buena. Con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena. |
| Elementos didácticos | Numerosos, excelentes |
| Función pedagógica | Muy buena |

| | |
|---|---|
| ¿Con qué objetivos? | Mostrar todo el Museo, con explicaciones sobre su colección. |
| ¿Consigue los objetivos? | Si. |
| Comentarios | Es un museo excelente. |

National Gallery of Art WASHINTONG-

Calder Exhibition

http://www.nga.gov/exhibitions/calder/realsp/roomenter-foyer.htm

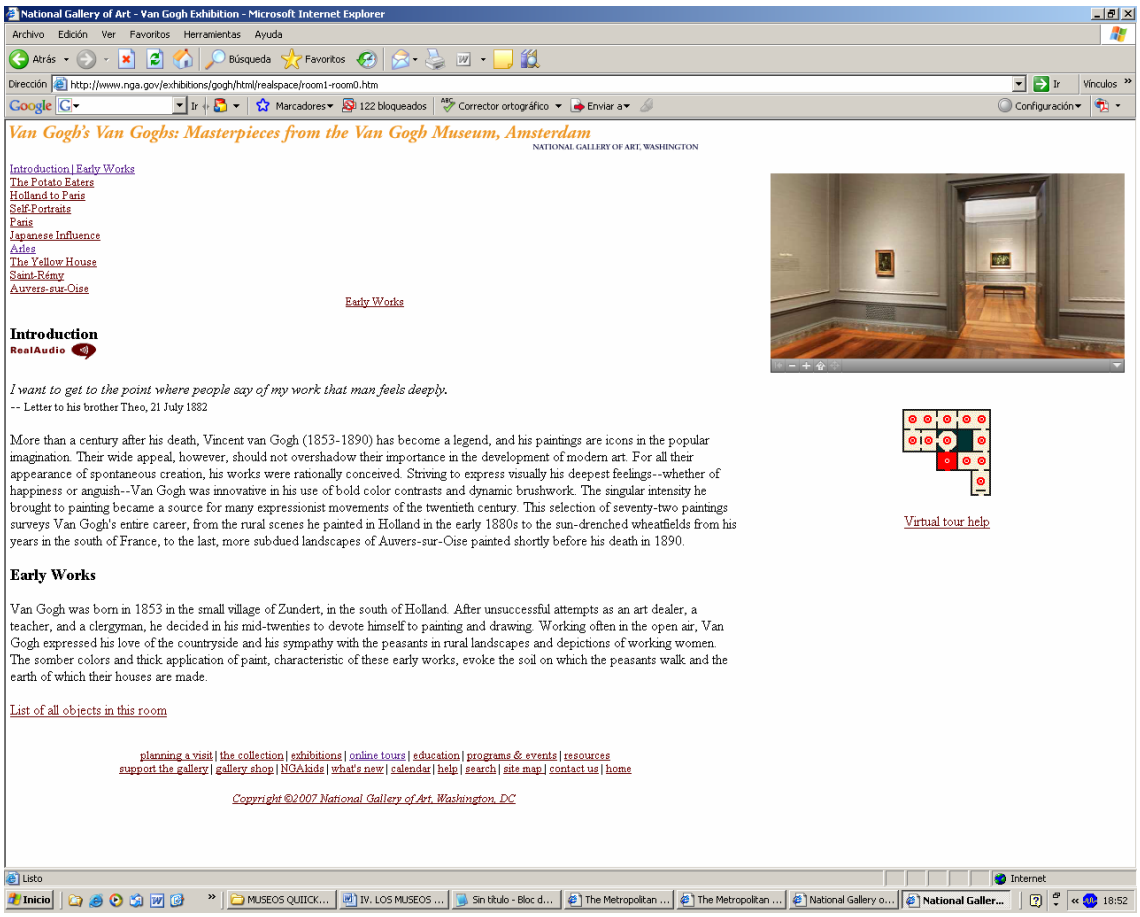



| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | Paseo Virtual (QuicKTime) |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Numerosos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Fácil |
| Ventana de visualización | Pequeña |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Buena. Con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Numerosos |
| Función pedagógica | Buena |

| | |
|---|---|
| ¿Con qué objetivos? | Mostrar la obra de Alexander Calder |
| ¿Consigue los objetivos? | Si |
| Comentarios | Agradable e interesante museo. |

Van Gogh's Van Goghs: Masterpiecesfrom the Van Gogh Museum, Amsterdam

http://www.nga.gov/exhibitions/gogh/html/realspace/room1-room0.htm

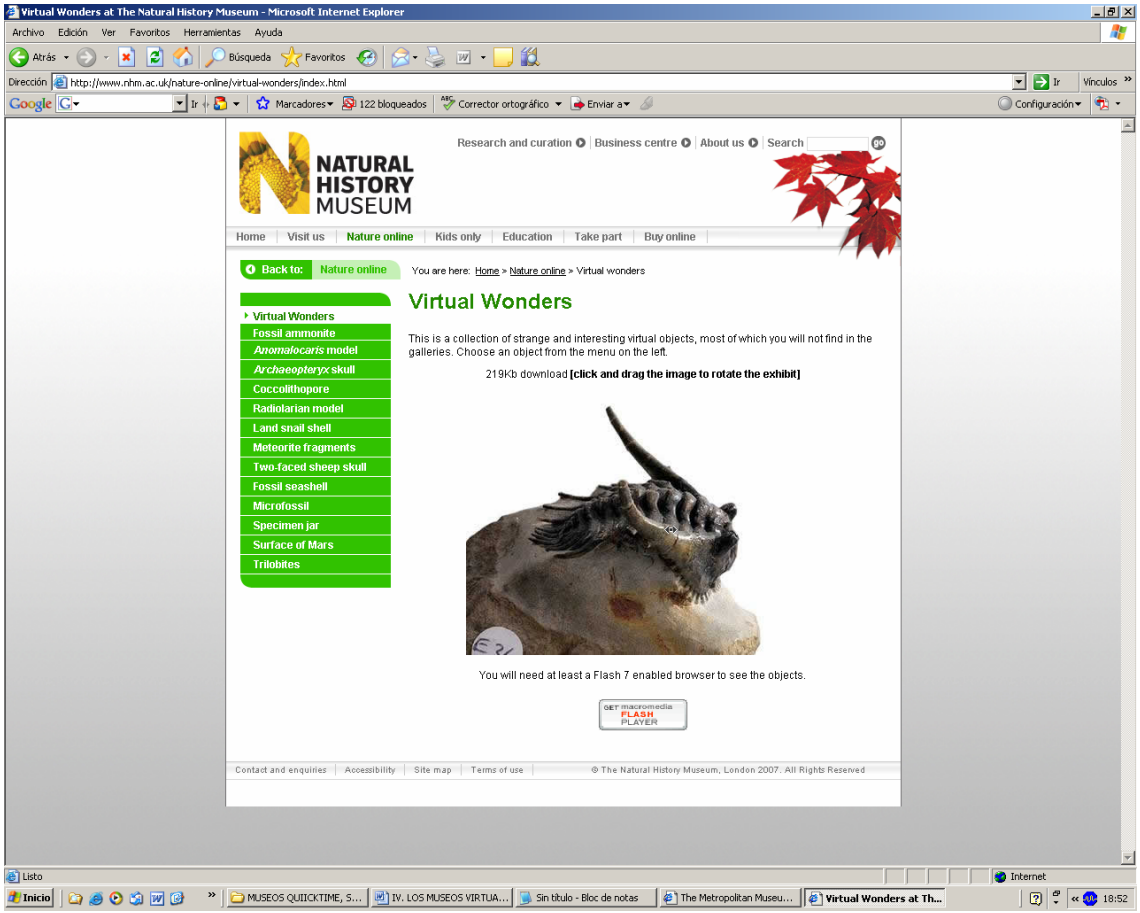



| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | Paseo Virtual (QuicKTime) |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Numerosos |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Fácil |
| Ventana de visualización | Pequeña |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Buena. Con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Numerosos |
| Función pedagógica | Buena |

| | |
|---|---|
| ¿Con qué objetivos? | Mostrar la obra de Van Gogh |
| ¿Consigue los objetivos? | Si |
| Comentarios | Agradable e interesante museo. |

The Natural History Museum

http://www.nhm.ac.uk/nature-online/virtual-wonders/index.html




| ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL RECURSO | |
|---|---|
| ¿Qué tipo de realidad virtual usa? | Paseo Virtual (Macromedia Flash Placer) |
| ¿Nº de recursos disponibles? | Algo escasos. |
| ¿Facilidad en el acceso a los contenidos 3D? | Si |
| Ventana de visualización | Pequeña |
| Calidad gráfica. | Buena |
| Velocidad de descarga | Buena. Con conexión 1MB |
| Manejo de la herramienta | Fácil |
| Velocidad de navegación | Buena |
| Elementos didácticos | Escasos |
| Función pedagógica | Mediocre |

| | |
|---|---|
| ¿Con qué objetivos? | Mostrar recursos fósiles |
| ¿Consigue los objetivos? | En cuanto a su exposición sí, en cuanto a la explicación y conocimiento de ese recurso indudablemente no. |
| Comentarios | La idea está bien pero le falta la explicación que acompaña al objeto. |

## IV.4 Futuro inmediato, nuevas posibilidades del museo.

En un futuro no muy lejano, cuando los sistemas de realidad virtual sean aun más accesibles a nivel usuario, nos encontraremos con una de las mayores revoluciones de la historia de la tecnología. El escritor de ciencia ficción J. G. Ballard tiene que remontarse a la invención del lenguaje para encontrar un detonador de transformaciones tan decisivas como las que a su parecer desencadenará la realidad virtual. "Creo que si la realidad virtual evoluciona según las declaraciones de quienes la están desarrollando, representa el mayor avance en la historia de la humanidad desde la invención del lenguaje y, quiero decirlo, hasta de la propia conciencia"[107].

Podremos pasear por un museo de manera virtual, pero tremendamente real, desde el salón de nuestra propia casa. Podremos interactuar con los objetos y contenidos del museo, sin horarios de acceso e incluso comentar las exposiciones con otros visitantes del museo, todo ello desde cualquier parte desde donde queramos acceder. Las enormes posibilidades que abre la tecnología 3D, y en concreto la realidad virtual son difícilmente imaginables. Para Derrick de Kherkove la realidad virtual ya ha cambiado nuestra vida, sin embargo, el día en que la realidad virtual invada nuestras salas de estar, como la televisión, habrá alterado para siempre la base de nuestra psicología, de nuestra vida social y política y ciertamente de nuestra economía[108]. Si bien el padre de la inteligencia artificial Marvin Minsky considera que las realidades virtuales son ambientes de segundo tipo. Todavía no hemos conseguido conectar nuestro cerebro a estos artefactos… esta mezcla de arte y tecnología progresa tan rápido que nuestra realidad virtual pronto será más íntima e interactiva que el mundo real. La realidad virtual inundará toda nuestra vida, y como no, también influirá en el nuevo tipo de museo del futuro.

[107] Citado en: DYAZ, A., ARAGONESES, J. Op. cit.
[108] DYAZ, A., ARAGONESES, J. (1995). "Arte, placer y tecnología". Madrid: Anaya Multimedia, D.L.

Además, otra tecnología relacionada muy estrechamente con la realidad virtual se está abriendo paso a una velocidad vertiginosa. Hablamos de la realidad aumentada o mezclada. Este tipo de realidad, a diferencia de la popular realidad virtual que pretende simular el mundo real, lo complementa. Los sistemas utilizados se implementan por medio de visores montados en la cabeza, bien como anteojos o dispositivos, que superponen gráficos y textos a la visión periférica del usuario. Es decir, combinan la visión de la realidad con imágenes simuladas por el ordenador.
Si bien, se trata de una tecnología muy espectacular, en nuestra opinión cuenta con alguna desventaja con respecto a la realidad virtual. ¿Por qué? Para responder a esta pregunta nos centraremos básicamente en un aspecto. La realidad aumentada o mixta necesita de la situación en el lugar por parte del usuario ya que incorpora imágenes tridimensionales generadas por ordenador a la visión real. Por tanto para poder usarla necesitaríamos encontrarnos in situ. En cambio, la realidad virtual no inmersiva es posible utilizarla a través de redes con lo cual, no nos obliga a encontrarnos en el lugar de la recreación. Imaginamos que no tardarán mucho en ofrecer una solución a este problema.

En cuanto a la realización de proyectos interesantes de realidad aumentada podemos encontrar el proyecto PRISMA de la empresa VICOMTech con sede en el País Vasco. Este proyecto se realizó durante el 2004-2005 y su objetivo era el desarrollo y ejecución de un nuevo sistema de visualización tridimensional basado en tecnologías de Realidad Aumentada y narraciones digitales interactivas aplicado a entornos turístico-culturales.

Entre los objetivos tecnológicos que pretendía conseguir con este proyecto podemos citar los siguientes:
Aplicaciones de Realidad Aumentada sobre el entorno que va a recrearse.
Superposición de las imágenes obtenidas en tiempo real sobre una presentación tridimensional que incluye caracteres virtuales.
Implementación de nuevas interfaces de interacción persona-dispositivo que favorezcan el flujo natural de interacción entre las personas.
http://www.vicomtech.es/castellano/html/proyectos/index_proyecto50.html

## IV.5 Resumen y conclusiones

**RESUMEN**

En este cuarto capítulo establecemos la relación de la realidad virtual con el museo, y de manera más específica del museo online. Estableciendo así sus características, funciones pedagógicas y posibilidades didácticas. Además de realizar un análisis y valoración de aquellos museos que a través de sus páginas Web utilizan sistemas de realidad virtual.
Acabamos este capítulo IV con el futuro no muy lejano, y las nuevas posibilidades de museo. En este sentido hacemos referencia a una tecnología similar a la realidad virtual y que es la realidad aumentada.

En el siguiente capítulo, dentro ya del marco experimental exponemos la investigación práctica de esta tesis.

**CONCLUSIONES**

Consideramos, una vez acabado este capítulo, que la realidad virtual cuenta con gran potencial de servicio a las funciones del museo. Tanto en aquellas de difusión, como de información, comunicación, educación, etc.
Además, por ser una tecnología susceptible de ser usada vía online, cuenta con todas aquellas ventajas que la compatibilidad con Internet nos ofrece. Y teniendo en cuenta que hablamos de una tecnología multimedia, todas las funciones pedagógicas con las que cuentan este tipo de tecnologías, la realidad virtual también las posee. Es decir:

Nos va a permitir tener a nuestra disposición todos los medias para ser usados en caso de necesidad.
Cuenta con todas las funciones pedagógicas de los sistemas multimedia.
Es compatible con Internet.
Proporciona un mundo tridimensional navegable.
Permite la interactividad.
Y un largo etcétera de posibilidades.

Por todo ello consideramos que ésta es la tecnología más útil para los objetivos de esta investigación.

# MARCO EXPERIMENTAL

## V. PROYECTO MUPAI3D 237

**V.1 ¿Qué es el MuPAI y el GIMuPAI? 237**

V.1.1 El MUPAI y sus orígenes 239

V.1.2 Propósitos fundacionales 239

V.1.3 Objetivos del museo 240

V.1.4 La colección del museo 240

V.1.5 Actividades educativas del museo 241

V.1.6 Intercambio y colaboración con otras instituciones 242

V.1.7 Exposiciones y talleres 242

V.1.8 ¿Qué es el GIMUPAI? 244

**V.2 El MUPAI físico 249**

Zona de Exposición 250

Zona de Talleres 250

Zona de trabajo 251

Almacén 252

**V.3 El MUPAI on-line 253**

V.3.1 Origen 253

V.3.2 En general, por qué surge la necesidad de crear un museo on-line: 253

V.3.3 Las características del MUPAI on-line 257

**V.4 EL MUPAI VIRTUAL 3D 261**

V.4.1 Justificación 261

V.4.2 Planificación y etapas del proyecto. 264

V.4.2 Guía del usuario 317

# V. PROYECTO MUPAI3D

## V.1 ¿Qué es el MuPAI y el GIMuPAI?

Para responder a la pregunta de qué es el MuPAI, a continuación se presenta un breve resumen de la historia, objetivos, etc. de este museo estructurado en los siguientes puntos:

**El MUPAI y sus orígenes**
**Propósitos fundacionales**
**Objetivos**
**La colección**
**Actividades educativas**
**Talleres y exposiciones**
**Intercambio y colaboración con otras instituciones**

### V.1.1 El MUPAI y sus orígenes

El Museo Pedagógico de Arte Infantil se creó en la Cátedra de Pedagogía de la Facultad de Bellas Artes de Madrid en 1981, siendo el fundador del proyecto el profesor Manuel Sánchez Méndez. El director del museo es el actual catedrático Manuel Hernández Belver.

El Museo Pedagógico de Arte Infantil supone un recurso pedagógico de primer orden para fomentar el interés de los niños por el mundo del arte, y un lugar en donde las actividades que se realizan están enfocadas a la creatividad infantil a través de talleres y exposiciones.

Es el primer museo dedicado especialmente al arte infantil y su pedagogía en España, teniendo al niño y adolescente como protagonista en cuanto creador artístico.

### V.1.2 Propósitos fundacionales

En este sentido, exponemos el manifiesto y propósitos fundacionales del MUPAI (realizados por su creador Manuel Sánchez Méndez), que además dotan de un mayor sentido a esta investigación. De hecho, consideramos que esta investigación cumple con casi todos los propósitos fundacionales para los que fue creado el MUPAI, a saber:

**I. Dar servicio a la docencia, posibilitando:**
**a**. La investigación sobre la realidad creativa artística infantil.
**b**. La investigación de las posibilidades pedagógicas formativo-educativas y de desarrollo global del niño a través de las artes plásticas.

**II. Dar servicio a la sociedad para su mejor desarrollo:**
**a**. Poner los resultados de la investigación al servicio de centros u organismos que los soliciten.
**b**. Presentar la exposición permanente al público en general.
**c**. Investigar sobre posibilidades pedagógicas de la propia Exposición en cuanto "Creación infantil para los propios niños", técnicas de exhibición de "arte" para un público infantil, etc.

**d**. Brindar posibilidades de investigación con nuestro material, favoreciendo la creación de nuevo a cuantos estudiosos los soliciten.
**e**. Colaborar con la difusión a todos los niveles con nuestras experiencias y aportaciones (ejem. Montaje de exposiciones, préstamos, etc.)
**f**. Crear una biblioteca especializada, tanto para el servicio interno como para el servicio público.[109]

### V.1.3 Objetivos del museo

Entre sus objetivos principales se pueden destacar:

1. Configurarse como **centro interactivo** al servicio de las necesidades de los educadores y servir de estímulo a la creación infantil, aplicando técnicas innovadoras.

2. Ser un **centro de investigación** abierto a la comunidad de investigadores de todo el mundo en creatividad y arte infantil.

3. Facilitar el **acceso a los fondos** (físicos y virtuales) del Museo así como a la Biblioteca especializada en arte infantil, a alumnos y profesores interesados en estos estudios.

### V.1.4 La colección del museo

El Museo cuenta con una amplia colección de fondos recopilados a través de las experiencias y talleres realizados desde sus orígenes y la donación de obras de diversa procedencia. La catalogación de los fondos se estructura mediante obras bidimensionales, tridimensionales y material audiovisual para permitir la investigación en la expresión plástica y creatividad infantil desde los 2 a 18 años.

---

[109] Citado en Hernández Belver, M., (coord.).1995, 13-14.

Se puede consultar y visionar el museo virtual donde se están archivando digitalmente estos fondos (www.ucm.es/info/MUPAI).

### V.1.5 Actividades educativas del museo

El museo organiza programas y talleres educativos con el objetivo de desarrollar la creatividad y fomentar la apreciación y entendimiento de toda manifestación artística, dirigidos a niños y niñas entre 6 y 18 años de centros escolares, asociaciones y/o organizaciones de carácter educativo cultural y grupos familiares.

Estas actividades son de diversos tipos:

• Colaboración con asociaciones y organismos culturales para el desarrollo de la educación artística en Instituciones públicas y privadas.

• Talleres para descubrir el arte y estimular la creatividad infantil.

• Servicio de consultoría pedagógica e investigación en estos ámbitos.

### V.1.6 Intercambio y colaboración con otras instituciones

Desde los orígenes del MUPAI se han establecido relaciones e intercambios con Instituciones para la colaboración en temas relacionados con el arte infantil a través de exposiciones y talleres/ conferencias y congresos sobre creatividad artística infantil, como las exposiciones y talleres realizados con la colaboración del Patrimonio Nacional, Ministerio de Educación, Cultura y Ciencia, AMADE, ALPE, ONCE, Museo Nacional del Prado, Fundación Cristóbal Gabarrón, AEM, IKEA, Fundación ICO, La Casa Encendida, ADAI (Asociación para el Desarrollo del Arte Infantil), Fundación Telefónica, Acción Social UCM, Museo Thyssen Bornemisza,…

### V.1.7 Exposiciones y talleres

Dentro del propio museo se desarrollan exposiciones y talleres. Talleres que siguen una metodología propia elaborada por el GIMUPAI. Además este museo cuenta con una sección de consultoría para realización de actividades y con la posibilidad de realizar

talleres en otros lugares que lo requieran. En este sentido, instituciones como la Fundación Telefónica, la Fundación ICO, la Casa Encendida de Caja Madrid, etc. ya han contado con los servicios de este museo.

De los talleres y exposiciones realizadas podemos destacar:

**"La mirada del niño. Arte y Expresión"**
Museo Nacional de Antropología. Madrid. 1997

**"Manifestaciones artísticas de Shankar´s Children´s Art from India"**
Sala de exposiciones de la Facultad de Bellas Artes. UCM. 2000.

**“Donde me gusta jugar" Sala de exposiciones de la Facultad de Bellas Artes.**
UCM. 2004. Concurso de pintura organizado por IKEA

**"Pintura rural infantil"**
Sala de exposiciones de la Facultad de Bellas Artes.
UCM. 2000/2002/2004. Certamen de pintura rural infantil patrocinado por FERTIBERIA S.A.

**"Talleres de Arte Emergente"**
La Casa Encendida. Obra Social Caja Madrid.
**Diseño de guías didácticas y talleres infantiles. 2004-05**

**"El efecto bola de nieve"**
Sala de Exposiciones de la Fundación ICO.
Talleres infantiles de Arte Contemporáneo. 2005

### V.1.8 ¿Qué es el GIMUPAI?

El Grupo de Investigación del Museo Pedagógico de Arte Infantil (GIMUPAI) es un grupo de investigación de la Universidad Complutense de Madrid validado como tal desde el año 2005. Dedicado a labores de investigación sobre arte infantil, nuevas tecnologías, lenguaje visual, educación artística en ámbitos museísticos y hospitalarios.

A continuación desarrollaremos una serie de puntos en vistas a conocer un poco más de la actividad de este grupo de investigación**.**

**Proyectos de investigación**
**Publicaciones**
**Ponencias y comunicaciones. Congresos y reuniones científicas**
**Tesis dirigidas**

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

En los últimos años son numerosos los proyectos concedidos a este grupo de investigación. En este sentido y con el fin de hacernos una idea, la dotación económica del grupo desde el año 2000 hasta el 2007 es de 190582 €**.**

FINANCIACIÓN NACIONAL: 1 proyecto
FINANCIACIÓN REGIONAL: 6 proyectos
FINANCIACIÓN A TRAVÉS DEL ARTÍCULO 83: 5 proyectos
OTRAS FINANCIACIONES: 12 proyectos

**FINANCIACIÓN NACIONAL:**

Proyecto I+D: Diseño, aplicación y evaluación de materiales de juego creativo especialmente adaptados para su uso hospitalario

**FINANCIACIÓN REGIONAL:**

Ayuda a grupos de investigación UCM: Creatividad, Adolescentes hospitalizados en la Comunidad de Madrid

El juego creativo en hospitales como recurso de apoyo psicosocial para niños enfermos y sus familias

Análisis comparativo de la calidad de las atenciones psicosociales a los niños en los servicios de pediatría hospitalaria de la SACyIL con centros de referencia nacionales en hospitalización infantil

Análisis de calidad de las prestaciones de los servicios pediátricos de los hospitales de Castilla y León en relación con las posibilidades de desarrollar actividades de juego creativo como recurso de salud por parte de los niños ingresados en dichos servicios

Factores sociales y urbanos en la imagen pública de las artes plásticas y la música en Castilla y León

Redes sociales de producción, difusión y consumo de las artes plásticas en Castilla y León

**FINANCIACIÓN A TRAVÉS DEL ARTÍCULO 83:**

Diseño y evaluación de las actividades pedagógicas organizadas en torno a las exposiciones de la Fundación Telefónica: Nam June Paik

Diseño y evaluación de las actividades pedagógicas organizadas en torno a las exposiciones de la Fundación Telefónica: Olafur Eliasson

Diseño y evaluación del concurso de arte infantil ¿Qué quiero ser de mayor? con McDonald's.

Diseño y análisis icónico e iconológico de los dibujos recogidos por medio de un concurso de dibujo para los alumnos de 5º de primaria de los colegios públicos y privados de la Comunidad de Madrid y provincias de Barcelona y Sevilla con Dyson

Diseño y evaluación de las actividades pedagógicas organizadas entorno a las exposiciones de la Fundación Telefónica: Chema Madoz 2000-2005

Diseño y evaluación de las actividades pedagógicas organizadas entorno a las exposiciones de la Fundación Telefónica: Transformaciones, la España de los años veinte en los archivos fotográficos de Telefónica

Diseño y análisis icónico e iconológico de los dibujos recogidos por medio de un concurso de dibujo para los alumnos de 5º de primaria de los colegios públicos y privados de la Comunidad de Madrid y provincias de Barcelona y Sevilla con IKEA

**OTRAS FINANCIACIONES:**

Evaluación e implantación de dispositivos digitales de tecnología táctil para la información del estudiante
Evaluación de Riesgos y Formación para la prevención de accidentes en la facultad de Bellas Artes
Evaluación y creación en realidad virtual de las instalaciones de la Facultad de Bellas Artes
El campus virtual como espacio de aprendizaje de las asignaturas del doctorado 328 en el curso 05/06
Evaluación de la virtualización en 3D del MUPAI como recurso didáctico
Evaluación del impacto de virtualización de la asignatura imagen digital
Dossier: Mecanización del Curriculum artístico de docentes y estudiantes (Catálogos Virtuales)
Evaluación del Impacto de Virtualización de la Asignatura BDAV (Bases Didácticas de las Artes Visuales)
Diseño y evaluación de un catálogo digital de imágenes (iconoteca) para la realización de material educativo
Estudio de las características de implantación de un GFP (Grupo para la Formación del Profesorado)
Integración de recursos virtuales en las enseñanzas de primer ciclo de los estudios de Bellas Artes
La influencia de los medios de comunicación de masas en el dibujo infantil en Madrid Capital

**PUBLICACIONES**

A continuación pasamos a elaborar una pequeña lista de las publicaciones más significativas de este grupo de investigación**.**

Manuel Hernández Belver y Manuel Sánchez Méndez (Coordinadores) (2002). Educación artística y arte infantil. Madrid, Ed. Fundamentos.
Manuel Hernández Belver, Manuel Sánchez Méndez y María Acaso López-Bosch (Coordinadores) (2002). Arte, Infancia y Creatividad. Madrid, Servicio de Publicaciones Complutense.
AAVV. Arte, Individuo y Sociedad. Temas de Arte y Educación Artística Revista del Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica desde 1988.

Eds. Manuel Hernández Belver, Mª Acaso López-Bosch e Isabel Merodio de la Colina. (2005). Arte Infantil y Cultura Visual. Madrid, Ed. Eneida.
Eds. Manuel Hernández Belver, Mª Acaso López-Bosch e Isabel Merodio de la Colina. (2005). Arte Infantil en Contextos Contemporáneos. Madrid, Ed. Eneida.
Acaso, M. (2006). Esto no son las torres gemelas. Madrid, Ed. Catarata.
Acaso, M. (2006). El lenguaje visual. Barcelona, Ed. Paidós.

**PONENCIAS Y COMUNICACIONES. CONGRESOS Y REUNIONES CIENTÍFICAS**

Desde 1997, y de manera periódica, se realizan convocatorias sobre la creatividad y arte infantil, a través de diversas líneas temáticas dirigidas principalmente a educadores o formadores que trabajan o investigan en este ámbito. La organización de este tipo de eventos surgen con la intención de reunir y servir de foro de comunicación e intercambio a todas aquellas investigaciones que se están realizando y para dar a conocer las líneas de trabajo que sobre arte infantil y educación artística se están llevando a cabo en el ámbito nacional como internacional.

En los congresos sobre arte infantil realizados hasta la fecha han participado personalidades relevantes del campo de la creatividad infantil y la educación artística como Ana Mae Barbosa, Norman Freeman, John Mattews, Elliot Eisner, Arthur Efland, Brent Wilson, Josefina Aldecoa, entre otros muchos.

III Jornada de trabajo de educación artística
II Jornada de trabajo para profesores de secundaria del área de plástica y visual: experiencias con tecnologías digitales en el aula
III CONGRESO DE ARTE INFANTIL
http://www.ucm.es/info/mupai/pg5m.htm
I Jornada de trabajo: la educación plástica y visual en la educación secundaria
II CONGRESO DE ARTE INFANTIL
http://www.ucm.es/info/mupai/pg5m.htm
I CONGRESO DE ARTE INFANTIL
http://www.ucm.es/info/mupai/pg5m.htm

**TESIS DIRIGIDAS**

Algunos de los miembros de este grupo de investigación han dirigido tesis, entre ellas:

Diseño y desarrollo de recursos on-line: aplicaciones virtuales de arte infantil en contextos hospitalarios. Doctorando: Noemí Ávila Valdés

Intervención artística en el medio penitenciario: el arte como reinserción social. Doctorando: Elena Villamarín

Desarrollo del currículo de Educación Plástica apoyado por herramientas de tecnología informática. Doctorando: Inmaculada del Rosal

Estudio sobre la metodología empleada por los organismos oficiales para definir la formación profesional de los artesanos españoles. Doctorando: Audberto San Gregorio Cid

Arte contemporáneo y educación artística: los valores potencialmente educativos de la instalación. Doctorando: Raúl Díaz-Obregón Cruzado

Integración y difusión del museo a través de la red Internet. Propuesta interactiva del Museo Pedagógico de Arte Infantil. Doctorando: Mª Fátima Cofán Feijoo

Técnicas fotográficas alternativas. Nuevas tecnologías y sus posibles aplicaciones pedagógicas. Doctorando: María del Carmen Moreno Sáez

De lo cultural al arquetipo universal: imágenes y dibujos a través del viaje y el trabajo de campo antropológico. Doctorando: Pilar Pérez Camarero

Aplicaciones didácticas de la educación plástico-visual en el marco de la educación no formal. Doctorando: María Jesús Abad Tejerina

El mito del artista y la locura. Estudio de la tradición cultural y la investigación científica sobre la relación entre creatividad y psicopatología. Doctorando: Julio Romero Rodríguez

Con todos estos datos se pretende poner de manifiesto la relevancia tanto de este museo, que por sus características lo hace único y pionero en España, como del grupo de investigación GIMUPAI al cual pertenezco.

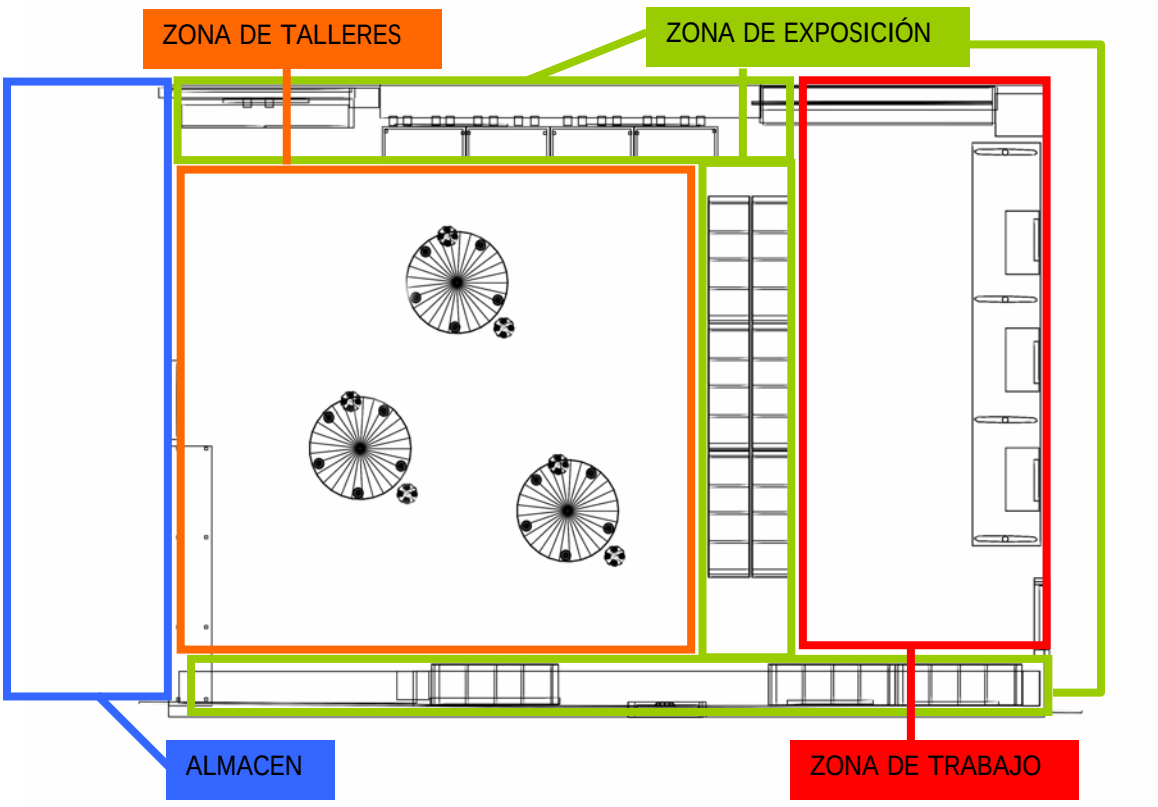
## V.2 El MUPAI físico

Entenderemos por Mupai físico aquel museo cuyo espacio se sitúa en el Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica de la Facultad de Bellas Artes.

El MuPAI es un museo excesivamente pequeño, de tal manera que en unos pocos de metros cuadrados, se sitúan las cuatro zonas básicas en las que se estructura este museo.

**Zona de exposición**
**Zona de talleres**
**Zona de trabajo**
**Almacén de fondos**

A modo de explicar en qué cosiste cada zona, así como revelar su funcionamiento nos serviremos de imágenes y de un plano donde se muestra de modo general la distribución del museo.



**Zona de Exposición**

El MuPAI cuenta con unas estanterías habilitadas para exponer parte de los recursos tanto bidimensionales como tridimensionales.

Vistas de las estantería de las estanterías de exposición del MuPAI

Algunas de ellas están reservadas como exposición permanente y otras están destinadas para los trabajos de las distintas actividades que se hacen en el museo. Por tanto, los trabajos de los niños/as que acuden a realizar actividades dentro del museo son expuestos durante un periodo de tiempo y pasado ese tiempo, se cambian.

**Zona de Talleres**

Además, hay un espacio reservado exclusivamente para el desarrollo de las actividades con niños/niñas que se realizan dentro del museo. Las dimensiones del espacio recomiendan un total de entre 20 y 25 niños por sesión, de entre 6 y 15 años. Para la realización de esta actividades el museo cuenta con numeroso material como pinturas (acuarelas, acrílico, ceras, témperas, etc.), papel (Ingres, Canson, etc.), proyectores y ordenadores, etc.

Vistas de la zona de talleres del MuPAI

En este sentido además, la propia Facultad de Bellas Artes donde se sitúa este museo tiene su propio economato donde poder adquirir material. Al ser un museo universitario y estar a expensas de los horarios de apertura del centro, el funcionamiento del museo se interrumpe los fines de semana. Al MuPAI acuden colegios y usuarios independientes con cita previa y cuando el grupo es de unos 20 miembros se establece la fecha para la realización del taller. Los talleres cuestan 4 € por alumno y en la actualidad el día dedicado para estos es el lunes.

**Zona de trabajo**

Esta es la zona especialmente habilitada para las becarias que trabajan en el museo y para los miembros del Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica que colaboran con el MuPAI y forman parte del grupo de investigación GIMUPAI.

Vistas de la zona de trabajo del MuPAI

Este espacio cuenta con material informático como ordenadores, escáneres, impresoras, fotocopiadoras, etc. En él se elaboran y crean las distintas actividades que se realizan en el museo así como el desarrollo y organización del mismo.

**Almacén**

En este espacio se almacenan todos aquellos recursos del museo que por limitación espacial no pueden ser expuestos. Entre estos fondos el museo cuenta con unos 10.000 fondos bidimensionales y unos 3000 fondos tridimensionales.

Vistas del almacén del MuPAI

En este sentido, los fondos que se van adquiriendo son catalogados y archivados en este espacio. Espacio en el que además se localiza todo el material informático de que dispone el museo así como material de papelería y trabajos de los alumnos que cursan asignaturas del Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica.

## V.3 El MUPAI on-line

### V.3.1 Origen

El MUPAI, como recurso electrónico fue puesto en marcha por la doctora Mª Fátima Cofán Feijoo en 1997, y su tesis versa precisamente sobre la inserción de este museo en la red: **Integración y difusión del museo a través de la red Internet. Propuesta interactiva del Museo Pedagógico de Arte Infantil.** (Directores, Manuel Hernández Belver, Mª Josefa Iglesias Ponce de León).

Para entender cuáles son los planteamientos de este recurso, sus objetivos y su importancia, se ha extraído la información que la doctora Cofán Feijoo propone en la Web **www.ucm.es/info/MUPAI/cofan.htm**:

La información seleccionada de esta tesis doctoral está estructurada en los siguientes apartados:

**En general, por qué surge la necesidad de crear un museo on-line:**
**Necesidades que llevan a la creación de un museo on-line**
**¿Por qué una website?**
**El rol de las nuevas tecnologías**
**El rol del museo virtual**

**En concreto, las características del MUPAI on-line:**
**Situación del museo físico MUPAI**
**Características del MUPAI on-line**
**Beneficios del proyecto on-line**

### V.3.2 En general, por qué surge la necesidad de crear un museo on-line:

### Necesidades que llevan a la creación de un museo on-line

La cultura de hoy en día está cambiando de una era analógica a una era digital. El rol de los museos como preservadores de los objetos que alberga es esencial así como la información sobre sus colecciones, es aquí donde la cultura tecnológica (Internet) se convierte en una herramienta importante de información para la creación, intercambio y preservación de estos conocimientos culturales a través de los objetos que representa el museo, el organizar esta información en una base de datos es vital para los investigadores de un determinado campo, pues el museo deja de ser un mero escaparate de piezas, en donde la información sobre los objetos adquieren un sentido gracias a las investigaciones que se ofrecen acerca de ellos. Es así como el almacenamiento de todas las investigaciones que realice tanto el museo como la universidad o colegio se pueden digitalizar y configurar en una única base de datos virtual para su difusión a través de la red Internet. Salvando así las barreras geográficas, en donde toda la población tendrá acceso a los recursos culturales.

Página web del MuPAI

### ¿Por qué una website?

La website del museo en la red Internet está originando un acercamiento a todo el mundo. Esta tecnología nos va a permitir visitar virtualmente el museo de una manera

instantánea y con un coste bajo. El acceso a los proyectos de investigación o de educación que genera el propio museo están siendo mucho más accesibles con este medio que visitar físicamente el propio centro de documentación del museo. Es así como las relaciones del museo con la sociedad se hacen más comunicativas e interactivas. El museo MUPAI está saliendo de sus muros para llegar a todo el mundo. Se puede decir que la website del museo es un medio de distribución que conecta a profesionales del mundo de la educación, a artistas, a investigadores, a estudiantes…

1. Nos ofrecen la posibilidad de estructurar la información o profundizar sobre algún tema en concreto para permitir al estudiante un determinado camino acorde con sus conocimientos y necesidades. En el futuro el museo será más pedagógico convirtiéndose en una base de datos con accesos inteligentes a otros campos de investigación sobre el tema de educación disponibles en la red Internet. En donde los visitantes se pueden organizar en grupos con semejantes intereses y organizar actividades y proyectos personales aprovechando los recursos del MUPAI.
2. Otras de las posibilidades es la colaboración con otras instituciones de características similares. Esta comunicación será interactiva y directa. Ofreciéndonos una respuesta inmediata por ser este un medio flexible.
3. Internet también nos ofrece la posibilidad de abaratar los costes y aumentar los recursos del museo a través de las publicaciones on-line. La distribución es instantánea. Se eliminan así estas barreras de distribución.
4. También nos permite la circulación de ideas gracias al correo electrónico. Se produce una

- Intercomunicación entre publico (estudiantes y profesores) con los investigadores de la Facultad
- y un acercamiento más directo con otros profesionales de similares Instituciones.

5. Internet permitirá a cualquier usuario en cualquier lugar del mundo visitar y tener acceso virtual a las colecciones del museo incluso en periodos de vacaciones. Muchos de los museos pedagógicos se encuentran dentro de universidades, como es el caso del MUPAI, siendo difícil su acceso debido a la falta de recursos en cuanto a personal que facilite su visita física, con la red Internet estos museos estarán virtualmente abiertos a los visitantes e investigadores permanentemente, todos los días y horas del año.
6. Estas nuevas tecnologías ofrecen una información más asequible por el uso de imágenes, textos, videos y voz. Los objetos se contextualizan al darnos información

sobre las investigaciones que se han realizado, restauraciones, modificaciones, préstamos, publicaciones....

7. La web va a permitir al museo el obtener información sobre el público que lo visita virtualmente, pudiendo responder mejor a sus necesidades y preguntas. El conocer los intereses de los visitantes ayuda a una mejor reorganización del propio museo.

8. El museo crea relaciones especiales con grupos determinados al ofrecerles una información personalizada como puede ser videos, conferencias y colaboraciones...

9. El aprendizaje virtual es uno de los mayores éxitos del museo virtual. Tradicionalmente la instrucción educativa se basaba en el uso de textos de libros en las aulas, antes se memorizaban hechos e ideas, ahora se está dando más énfasis en la construcción del conocimiento y la aplicación de éste. El uso de Internet es una nueva manera de aprender en el espacio que permite integrar actividades virtuales y reales permitiendo la integración entre individuos o grupos. Es pues una herramienta flexible para la educación a través del museo

**El rol de las nuevas tecnologías**

El rol que ejercen estas tecnologías en el proceso de aprendizaje:

- Pueden estimular el desarrollo del razonamiento y poseen la habilidad de resolver problemas e incrementar la creatividad.
- Contribuyen a un aprendizaje individualizado que permite recorrer diferentes caminos, y la educación no será confinada a un aprendizaje lineal
- Permiten una comunicación directa e intercambio de ideas, se produce un conocimiento compartido a través de los foros de comunicación.
- Preparan al estudiante para el uso efectivo de estas nuevas tecnologías y su buen aprovechamiento en el futuro.
- Enfatizará y aumentará un control en el aprendizaje individual (Thornburg, 1996).
- Permiten un acceso rápido a la información que no se encuentra localmente (Bibliotecas, Archivos, Museos, Universidad…).
- Enlaces con grupos de expertos de todo el mundo a través de los "newsgroups" organizados en temas específicos como puede ser el "learning-org" que permite el intercambio de ideas en el tema de educación.

#### El rol del museo virtual

El rol del museo está cambiando y empieza a ser más diverso y creativo ( Weil, 1990). El rol del museo en la sociedad ha ido cambiando dependiendo de la sociedad de la que formaba parte (Lewis, 1991), el museo había sido un lugar de contemplación, un lugar de discusiones filosóficas, un lugar de poder y un símbolo de riqueza, ahora estas Instituciones ocupan un lugar democrático de aprendizaje. Internet ha emergido como una nueva herramienta para la enseñanza, aprendizaje e investigación. Internet por si sola no es la panacea de la educación, a través de esta red se pueden conectar escuelas, intercambiar actividades y estar al día al permitir el acceso a toda la información más reciente. La red Internet es el medio de transmisión y comunicación en donde se asientan las metodologías de la enseñanza y aprendizaje.

### V.3.3 Las características del MUPAI on-line

#### Situación del museo físico MUPAI

El Museo Pedagógico de Arte Infantil durante los años ochenta recibía grupos de escolares que desarrollaban actividades pedagógicas y artísticas como parte integrante en la educación escolar partiendo de las experiencias e investigaciones que desarrollaba el Departamento. Estas actividades fueron cesando a medida que se restó espacio al museo para albergar los despachos de los profesores, hasta convertirse el museo en un mero contenedor de obras de arte infantil.

Por la carencia de un espacio y personal físico acorde a las necesidades de un museo pedagógico se ve la necesidad de crear un museo on-line, un museo electrónico que pueda visitarse a través de la red Internet, en donde su futuro estará en la contextualización de los objetos o colecciones del museo y en la elaboración de programas didácticos on-line, la supervivencia del museo estará en los contenidos virtuales que ofrezca. La información es fundamental, pues la comunicación está ligada a la información y esto es lo que incrementará el poder del museo al convertirse en una institución permanente al servicio del arte como parte integrante en la educación artística de la comunidad escolar.

El Museo Pedagógico de Arte Infantil del Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica, está en proceso de crear y adoptar programas educativos de educación artística en la red Internet dirigidos a la comunidad escolar. Estos programas

combinarán los recursos del propio museo MUPAI (los fondos y las investigaciones que sobre didáctica infantil se están desarrollando en el departamento de Didáctica). Este modelo de museo on-line pretende ser un mediador interactivo con la comunidad escolar, basándose en un modelo constructivista para la educación artística.
El museo se convertirá en un nuevo espacio de trabajo, un espacio virtual construido y reconstruido constantemente.

Los recientes avances en las tecnologías de la información y el acceso cada vez más fácil a los contenidos y bases de datos de Internet están estimulando una nueva era para la formación y la educación a distancia al combinar recursos y programas de gran flexibilidad, individualización, interactividad, participación y comunicación entre estudiantes, profesores y museo. Esta comunicación del museo con el visitante virtual presenta la posibilidad de un cambio en la educación formal al crear nuevos espacios para el aprendizaje. La inclusión de las nuevas tecnologías interactivas aumenta la capacidad de comunicación y son un medio que facilita la misión educativa del museo.

El propósito del MUPAI es encontrar un nuevo paradigma en la educación artística al usar la red Internet como una herramienta que permita un modelo constructivista en el proceso de aprendizaje y motive a los estudiantes a construir su propio camino individual de aprendizaje en un ambiente de diversidad, de múltiples perspectivas o interpretaciones, contextualizado con otras ideas y eventos globales que existen y se puede acceder a ellas a través de la red en tiempo real para ayudar a estimular el interés. La introducción de esta tecnología en el MUPAI tiene el potencial de acreditar el rol del profesor en el aula, su rol es el de facilitar y estructurar la experiencia educativa que ayude a los estudiantes a navegar por los recursos de datos que alberga la red Internet. El profesor ayudará a analizar esta información que proviene de diferentes lugares y en diferentes formatos ( vídeo clips, audio, documentos…), la WWW ofrece al educador nuevas posibilidades al convertirse este en instructor que procesará la información, será el guía que guíe el acceso a la información y enseñe el proceso y habilidades de la navegación en Internet ya que los estudiantes de esta generación valoran la interactividad ( Tapscot, 1998) y prefieren el estilo de aprendizaje y entretenimiento interactivo que les ofrece este nuevo medio digital.

**Características del MUPAI on-line**

1. Mejorar la presentación de la información
2. Incrementar el acceso a la información

3. Incrementar el intercambio de información
4. Elaborar curriculums para el aula
5. Explorar las posibilidades en la educación a través de actividades:

Publicaciones
Investigaciones
Enlaces con comunidad escolar local, regional y global.
Intercambio con estudiantes e investigadores del mundo
Acceso a websites relacionadas con la educación
Elaboraciones de curriculums online para el aula y actividades virtuales.
Proyecto Aula Global: " Explora otras culturas a través del arte".
Actividades on-line: En este apartado electrónico se ha creado un programa creativo de intercambio cultural entre diversos colegios nacionales e internacionales. En donde a través de la literatura, música, historia o arte definen la cultura del país al que pertenecen. Estas actividades ofrecen la oportunidad de intercambiar aspectos de la cultura de una forma creativa e interactiva, con el objeto de entender aspectos de otras culturas, vivencias de otros pueblos y apreciación de la propia cultura http://www.ucm.es/info/bbaa/estruorg/museolog/pg8m.htm

**Beneficios de este proyecto online**

1. Enfatizará el proyecto la cooperación en el aprendizaje a través de grupos o actividades en el aprendizaje.
2. Intercambio de colaboraciones (Aula, Universidad, Museo).
3. Explorará nuevas estrategias en la educación (aprendizaje y enseñanza)
4. Intercambio de conocimientos y experiencias con otros educadores en el mundo
5. Mejorará las habilidades visuales y verbales.

El museo virtual MUPAI pretende con este nuevo espacio educativo

1. Crear cursos interdisciplinarios para la comunicación nacional o global.
2. Intercambiar con educadores curriculums, información o técnicas que conciernen al proceso educacional.
3. Incrementar la importancia del arte en la educación al intercambiar experiencias con artistas, estudiantes o profesores para estimular la importancia de las artes visuales en el desarrollo del niño.

4. Participación con la comunidad escolar en el intercambio de opiniones.

5. Aplicar nuevos métodos pedagógicos online, para contribuir al proceso de aprendizaje/enseñanza.

6. Permitir el acceso a otros recursos educativos que existen en la red Internet.

7. Intercambiar material educativo entre profesores del mundo de la educación artística.

8. Difundir los fondos del MUPAI. Estudiar otras culturas y sociedades a través de las obras que componen los fondos del museo. Ofreciendo la oportunidad de crear, descubrir, imaginar, inventar y aprender.

9. Evaluar los recursos disponibles para la elaboración de curriculums.

10. Trabajar conjuntamente con educadores para la elaboración de unidades didácticas virtuales.

Se puede decir que el MUPAI como elemento físico se transformará en electrónico proporcionándonos un conocimiento más exhaustivo de sus fondos y de las investigaciones sobre creatividad artística, permitiendo la aproximación en el tiempo y en el espacio del visitante en cualquier lugar del mundo.

## V.4 EL MUPAI VIRTUAL 3D

### V.4.1 Justificación

#### En cuanto a la utilización de la realidad virtual no inmersiva

A continuación cabe justificar por qué nos hemos decidido por un tipo de realidad virtual como la no inmersiva, dejando de lado la inmersiva.
En este sentido, y con el claro objetivo de hacerlo accesible al mayor número de gente, a muy bajo coste y fácilmente manejable se optó por este tipo de realidad a la que cualquier persona con un ordenador y una conexión a Internet tiene fácil acceso.
Este enfoque no inmersivo presenta varias ventajas sobre el enfoque inmersivo como: bajo costo, fácil uso y rápida aceptación de los usurarios.
Tengamos en cuenta que la realidad virtual inmersiva requiere unos equipos periféricos de muy alto coste a nivel usuario y por lo tanto era un gran inconveniente. Además debemos tener en cuenta que al tratarse de un recurso online que, queríamos hacer accesible a cualquier persona en cualquier parte del mundo, necesitábamos una red, Internet. Y en este sentido la única tecnología de realidad virtual que nos facilitaba esto era la no inmersiva. En definitiva, la realidad virtual no inmersiva nos posibilita un nuevo mundo a través de una ventana de escritorio.

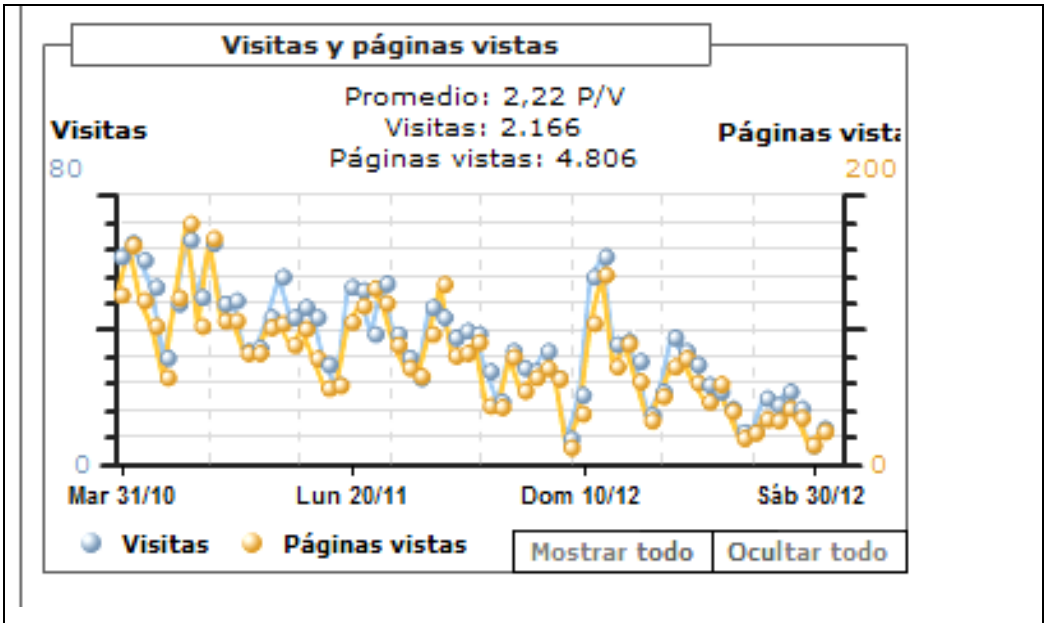
#### En cuanto a la aplicación al Museo Pedagógico de Arte Infantil

Durante años el Museo Pedagógico de Arte Infantil ha suscitado enorme interés sobre todo en el ámbito académico relacionado con el arte infantil. No en vano, la página Web de dicho museo es un referente no sólo nacional sino internacional. En este sentido, ha sido constante la petición de información y colaboración con el MUPAI, sobre todo de investigadores, docentes y estudiantes de todas partes del mundo. Se observó que la mayor parte de estas peticiones, recalcaban la imposibilidad física de poder acceder o acercarse al museo para poder conocerlo y ver las obras expuestas. Esto nos pareció muy interesante. Con todas las tecnologías que tenemos a nuestro alcance, ¿por qué no elaboramos un recurso, con el cual todas aquellas personas interesadas en conocer el museo y que no puedan acceder a él lo puedan visitar a través de la red? Pero es más, ¿por qué no hacerlo de tal manera que incluso puedan

visitar la obra expuesta, de manera que puedan manipularla y examinarla si es de su interés para sus investigaciones? Éstas y otras preguntas fueron surgiendo a medida que se profundizaba más en las posibilidades de una tecnología hasta el momento bastante desconocida para nosotros.

Por ello, este proyecto no sólo trata del uso de la realidad virtual como recurso para una visita 3D por el MUPAI. Va más allá. Se trataba de crear un recurso útil tanto a efectos de acceso tridimensional al mismo como a efectos de conocimiento e investigación. Por ello, no debía tratarse única y exclusivamente de un recurso 3D y ya está, sino que además había que dotarle de recursos didácticos a fin de resultar útil a efectos pedagógicos. El reto era difícil porque la realidad virtual es una tecnología muy compleja que necesita de gran investigación a fin de poder controlarla.

Como podemos comprobar en la gráfica inmediatamente inferior, para tratarse de un museo pedagógico de arte infantil inter-universitario, el MUPAI recibe bastantes visitas de sus usuarios. En una franja temporal de un mes, el museo recibió 2166 visitas, siendo 4806 las páginas vistas por estas. Lo que establece un promedio de 72,2 visitas al día y 160,2 páginas vistas al día. Por tanto hablamos de un museo con un número de visitas bastante aceptable.




*El número de visitas y páginas vistas recibidas por su sitio, el promedio de páginas vistas por visita (P/V) y el número de visitas y páginas vistas durante un determinado período. Los promedios se calculan en función del intervalo seleccionado, incluidas las fechas futuras, según corresponda.*

Por otro lado, cunado decimos que el MUPAI es un referente internacional, nos referimos sobre todo a los países de habla hispana. Esto es debido a que es el único idioma en el que este museo difunde sus contenidos. En este sentido existe un propósito de llevar la información de este museo a varias lenguas para que su difusión y utilidad sea aun mayor.

En el gráfico de visitas por ubicación podemos observar claramente las zonas de influencia y de visita a través de la red de este museo virtual.

*Las ciudades de los usuarios que más visitan el sitio*

**En cuanto a su utilización como recurso on-line**

Uno de los objetivos perseguidos era la posibilidad de acceso al MUPAI Virtual 3D desde cualquier lugar, a cualquier hora y por supuesto disponible para todo el mundo. Estos requisitos nos los ofrecía claramente Internet ya que la tecnología de realidad virtual no inmersiva nos permite su difusión a través de la Red a muy bajo coste para el Museo y absolutamente accesible y gratis para el usuario. De tal modo que podíamos utilizar la realidad virtual en su vertiente no inmersiva para conseguir nuestros objetivos.

**En cuanto que está dirigido a docentes, investigadores y estudiantes**

Como ya he comentado anteriormente, a lo largo de los años en los que lleva en funcionamiento el MUPAI han sido numerosos los investigadores, docentes y estudiantes de todas partes del mundo que se han interesado por el MUPAI y por su forma de trabajo. Han sido estos, en mayor medida, los interesados y los que en ocasiones nos comentaban su frustración por no poder acceder físicamente al museo por un sin fin de motivos. En este sentido, y con la intención de ayudar y apoyar a estos docentes, investigadores y estudiantes se pensó la posibilidad de crear un recurso útil para estos colectivos en términos tanto de acceso tridimensional lo más real posible al museo como en términos de utilidad pedagógica, didáctica y de información. Si bien, y como he dicho anteriormente, está destinado a los colectivos antes mencionados, no es menos cierto que otros colectivos se pueden beneficiar de este recurso.

En este momento se hace necesario precisar una serie de aspectos. Como por ejemplo ¿qué es el MUPAI?, ¿cuándo y por qué surge?, ¿cuáles son sus objetivos?, etc. Para ello haremos un repaso de la historia del MUPAI tanto como espacio físico como medio on-line.

## V.4.2 Planificación y etapas del proyecto.

### FASE I. Especificación

En esta fase de especificará todo lo referente al comienzo del proyecto, sus objetivos, etc.

#### 1. Inicio del proyecto

Ante el gran avance que sufren las nuevas tecnologías en los últimos tiempos, cada vez surgen más posibilidades de mejora en todos los ámbitos de la sociedad. En este sentido, el ámbito de la pedagogía y la educación aparece enormemente beneficiada debido a un gran número de avances tecnológicos, que hasta hace bien poco no eran accesibles para el usuario, pero que actualmente si lo son.

Una de estas nuevas tecnologías que proporciona una cantidad de ventajas innumerables, y que se presenta como el futuro en todo lo relacionado con la imagen, es la realidad virtual. Tecnología que cuenta con un amplio espectro de recursos como puedan ser los softwares de animación y modelado 3D, equipos periféricos de recogida de datos como los escáneres, o de reproducción como las modeladoras 3D, el campo de la realidad virtual con sus equipos periféricos como el guante y el traje de datos, etc.

Lo primero que haremos será definir qué es exactamente lo que queremos hacer. Para ello nos realizamos una serie de preguntas a las que poco a poco había que ir dándoles respuesta: ¿Qué es lo que queremos hacer?, ¿Cuál es el fin que pretendemos conseguir?, ¿A quién va ir dirigido?, ¿Cómo lo queremos hacer?, ¿Con qué contamos y qué necesitamos para conseguirlo?, ¿Qué nuevas tecnologías nos pueden ayudar?, etc.

## 2. Objetivos del proyecto.

En este sentido, primero necesitamos definir cuáles son los objetivos perseguidos, qué es lo que pretendemos conseguir con este proyecto. A continuación se enumeran estos objetivos:

### Objetivo Principal

Diseño y evaluación de aplicaciones didácticas de la Realidad Virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil.

### Objetivos Secundarios

Creación de un espacio virtual que sea capaz de contener toda la obra con la que cuenta el MUPAI, tanto bidimensional como tridimensional, y que por razones de espacio no puede ser expuesta.

Favorecer la experiencia de aprendizaje de las personas que no pueden visitar físicamente el MuPAI.

Creación y diseño de un recurso basado en tecnología de realidad virtual que permita hacer accesible el MUPAI a investigadores, docentes y estudiantes, con elementos didácticos y pedagógicos accesibles y útiles.

Creación de un espacio virtual que sea capaz de contener toda la obra con la que cuenta el MUPAI, tanto bidimensional como tridimensional, y que por razones de espacio no puede ser expuesta.

Facilitar el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía, de tal manera, que en cierta medida podamos romper con las barreras espaciales.

Eliminar las barreras tanto físicas como temporales que implica el Museo físico, de tal manera que creando un recurso on-line, todos aquellos interesados en el MUPAI y que no tienen la posibilidad de acceder a él, tengan la posibilidad de conocerlo en cualquier lugar y momento.

Satisfacer todas las demandas de investigadores y educadores, que nos escriben desde todas partes del mundo, de tener acceso a los fondos del MUPAI.

Servir como punto de referencia para la comunidad educativa de los enormes beneficios que supone la utilización de la realidad virtual para fines educativos. No sólo en el campo museal o artístico, sino en otros tan dispares como la medicina, arquitectura, etc.

**¿A quién va dirigido?**

Como ya comentábamos al comienzo de este capítulo, esta aplicación va dirigida a investigadores, docentes y estudiantes ya que son estos los perfiles de usuarios que más interés han mostrado en el MuPAI durante estos años.

## 3. Estudio de características de usuarios actuales y futuros

Una vez establecidos los objetivos se llevaron a cabo una serie de acciones encaminadas a identificar a usuarios actuales y futuros, tanto por el interés mostrado por los mismos como por los avances tecnológicos que nos permiten conocer el perfil del usuario (en términos técnicos de acceso) que accede a nuestro Museo On-line. Sin olvidarnos de todas aquellas personas que mantienen un interés y un contacto

permanente con el Museo así como de aquellas que han tenido la posibilidad de visitarnos físicamente.

Este es un recurso que está enfocado de manera prioritaria a la comunidad educativa, sin olvidar a otros posibles usuarios. Cuando hablamos de la comunidad educativa nos estamos refiriendo sobre todo a investigadores, educadores y estudiantes que son el perfil de usuario más interesado tanto en los fondos del Museo como en las actividades que en él se realizan.

Para poder conocer a nuestros usuarios, tanto en aspectos técnicos como de otra índole se llevó a cabo la instalación de un software en la página Web del MUPAI (http://www.ucm.es/info/MUPAI) encargado de proporcionarnos toda una serie de datos muy útiles a la hora de hacer accesible y útil este recurso al mayor número de personas posible. Estos datos que se exponen a continuación en diferentes tablas y gráficas nos ofrecen datos muy útiles como:

Cuantos usuarios se conectan a nuestra web, y cuantos son recurrentes

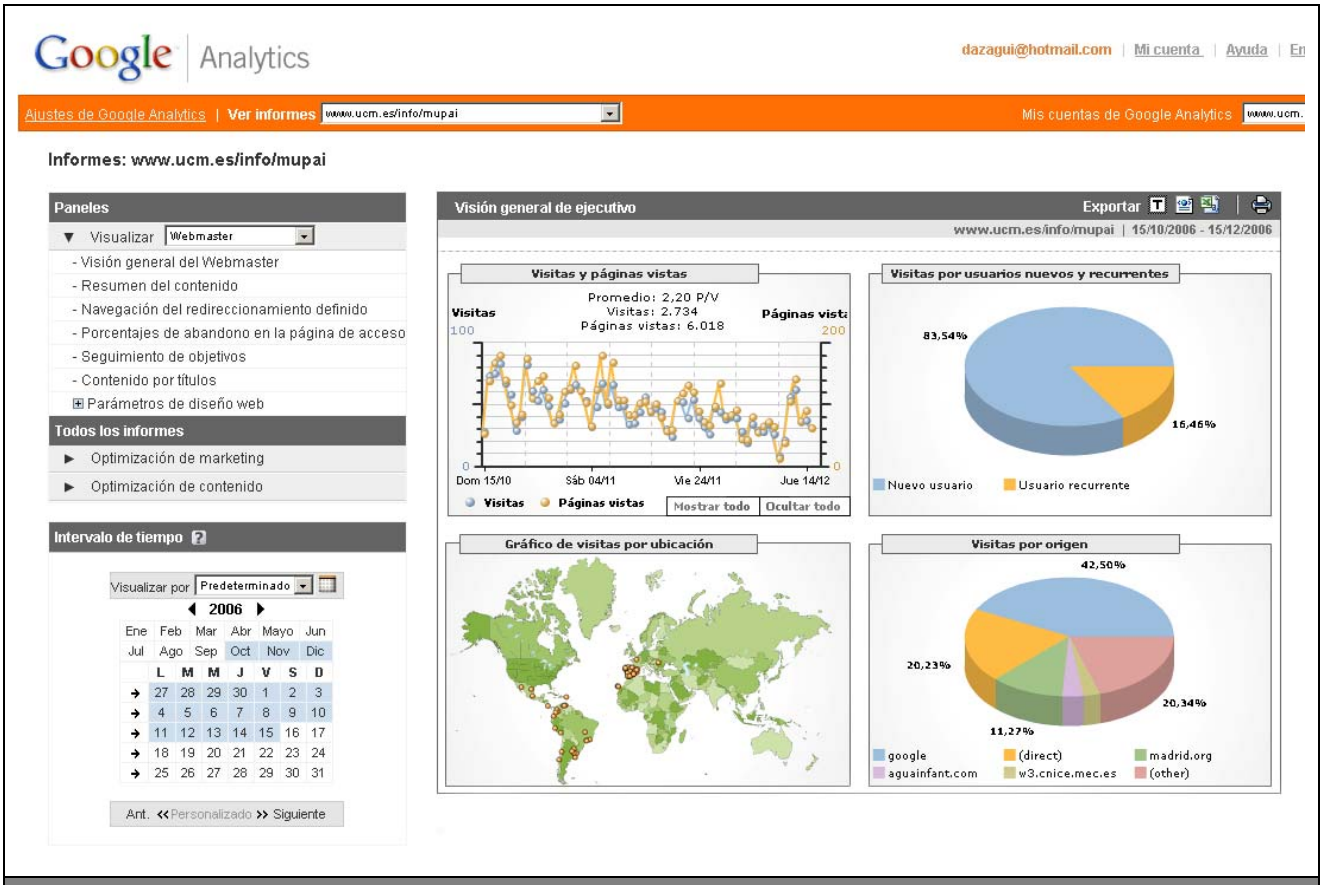
Qué navegadores usan nuestros usuarios. Qué versiones de los mismos.

Cuál es su resolución de pantalla.

Por dónde acceden a nuestra web

Etc.

Todos estos datos fueron obtenidos gracias a Google Analytics entre el 15 de Octubre de 2006 y el 15 de Diciembre de 2006, es decir, en un espacio temporal de dos meses.




*Resumen de visitas*

*Los cuatro gráficos de este informe proporcionan un resumen rápido de las visitas a su sitio. Los datos que se muestran son:*

*El número de visitas y páginas vistas recibidas por su sitio, el promedio de páginas vistas por visita (P/V) y el número de visitas y páginas vistas durante un determinado período. Los promedios se calculan en función del intervalo seleccionado, incluidas las fechas futuras, según corresponda.*

*El número de usuarios que visitan el sitio por primera vez y los usuarios recurrentes*

*Las ciudades de los usuarios que más visitan el sitio*

*Los principales orígenes de referencia al sitio.*

Los informes que nos muestra Google Analytics al acceder a la página principal o vista general de webmaster son los siguientes:

Visitas y páginas vistas

Gráfico de visitas por ubicación

Visitas por usuarios nuevos y recurrentes

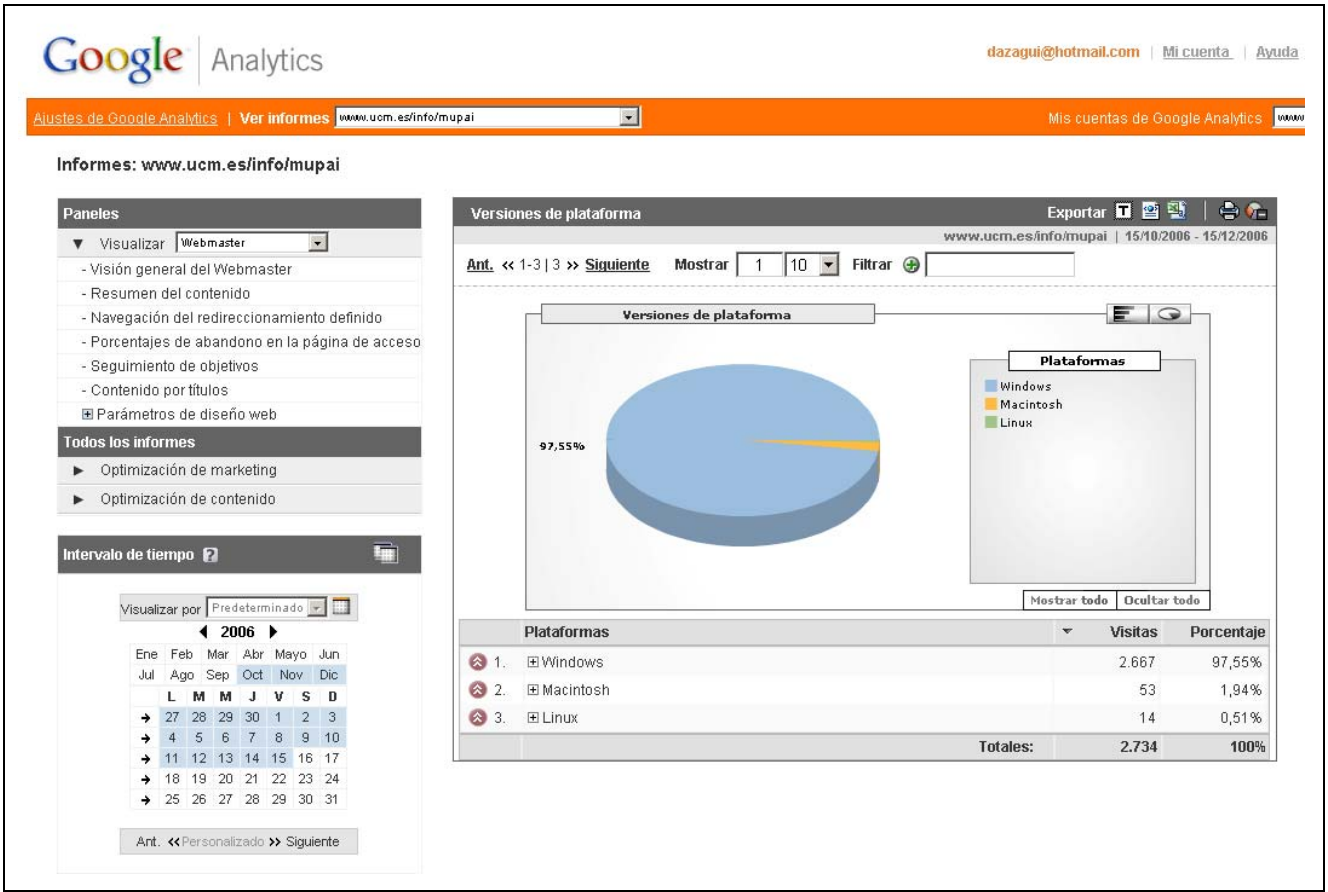
Visitas por origen

En estos informes de inicio podemos observar que en un mes y medio el flujo de visitas es de un total de 2734 y 6018 páginas vistas. O lo que es lo mismo, una media de 60,7 visitas al día y 133,7 páginas vistas al día. Pensamos que para tratarse de un museo pedagógico de arte infantil con carácter universitario es una media más que aceptable.

También en la gráfica de visitas por ubicación, señalados con puntos naranjas podemos ver los lugares desde los que acceden los usuarios del MUPAI Virtual. Podemos observar el gran número de usuarios que posee el MUPAI Virtual sobre todo en España y Sudamérica. Esto sin duda, como ya comentamos anteriormente, se debe a que el MUPAI Virtual sólo difunde sus contenidos en castellano.

En las gráficas de usuarios nuevos y recurrentes apreciamos que el 16,46% de los usuarios del MUPAI Virtual son recurrentes y el 83,54% nuevos. Es agradable decir que a lo largo de los años el museo ha ido fidelizando usuarios interesados en el arte infantil hasta llegar a casi el 17% de los usuarios que acceden al MUPAI Virtual.

Por último, también cabe señalar que el origen de las visitas a dicho museo se realiza en un 20,23% de manera directa, lo que supone sobre todo ser un acceso favorito de muchos usuarios.




*Versiones de plataforma*

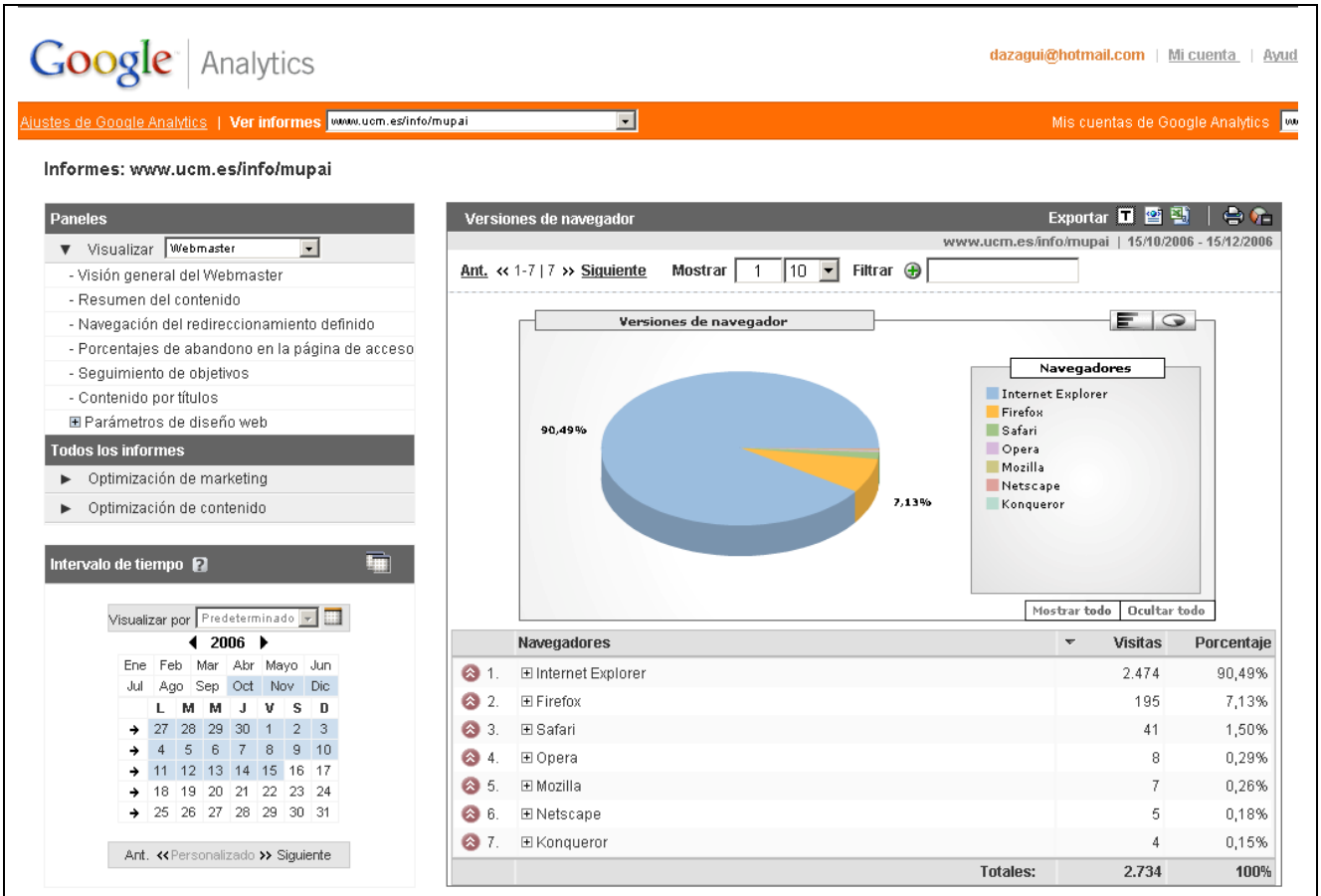
*¿Para qué plataformas debería optimizar mi sitio y sus contenidos? Este informe proporciona una lista de los sistemas operativos que utilizan sus usuarios. Haga clic en el signo más que aparece junto a una de las entradas para desplegar la información y visualizar la popularidad de cada versión de plataforma.*

*Definiciones:*

*Visitas es el número de visitas cuyos usuarios emplean una plataforma concreta.*
*Porcentaje hace referencia al porcentaje de visitas cuyos usuarios utilizan esta plataforma.*

Como comentábamos anteriormente, para nosotros era un requisito fundamental que el recurso fuera útil y utilizable por el mayor número de personas posible. No pretendíamos realizar un recurso increíble pero que su uso fuera limitado sólo a unos pocos. Debía ser por tanto, un museo virtual 3D con aquellas características que hacen de un recurso online algo útil. Es decir, buena navegabilidad, buena velocidad de descarga, buena visualización, etc. Todo esto implica dos partes fundamentales: la parte técnica y la parte humana. En cuanto a la primera son estos informes los que nos dan una guía de actuación, en cuanto a la segunda se refiere a nuestros aciertos o no en el desarrollo del recurso.
Todos estos datos son referidos a las características de los equipos de nuestros usuarios.

Para empezar debíamos saber con qué plataforma accedían mayormente los usuarios del MUPAI a fin de adaptarnos a sus condiciones de operatividad.
En este sentido no hubo demasiadas sorpresas ya que los resultados obtenidos se limitaron a confirmarnos lo que ya presumíamos.
El 97,55% de los usuarios que accedían al MUPAI Virtual utilizaba Windows como sistema operativo en sus ordenadores.
Este dato nos ofrece una información muy útil para posteriores decisiones en el camino de hacer un recurso útil y accesible.




*Versiones de navegador*

*¿Para qué navegadores debo optimizar mi sitio y sus contenidos? Este informe proporciona una lista de las versiones de navegador utilizadas para acceder a su sitio. Haga clic en el signo más de una de las entradas para ver los detalles y visualizar la popularidad de cada versión de navegador.*

*Definiciones:*

*Visitas es el número de visitas cuyos usuarios emplean un navegador concreto.*

*Porcentaje hace referencia al porcentaje total de visitas cuyos usuarios utilizan este navegador.*

Además, para nuestro interés debíamos conocer el navegador o navegadores que utilizan los usuarios de MUPAI Virtual a fin de adaptar el recurso 3D a sus necesidades. Pero no sólo eso, además y atendiendo a estos resultados teníamos que decidir que tipo de visualizador de realidad virtual no inmersiva (VRML) utilizábamos.

Como podemos observar en la gráfica el 90,49% de nuestras visitas utilizan el navegador Internet Explorer. Por tanto, no íbamos a tener demasiados problemas ya que la mayoría de visualizadores de VRML son compatibles con Internet Explorer. En este sentido y con el objetivo de no limitarnos a esto, decidimos escoger un visualizador compatible con:

Internet Explorer

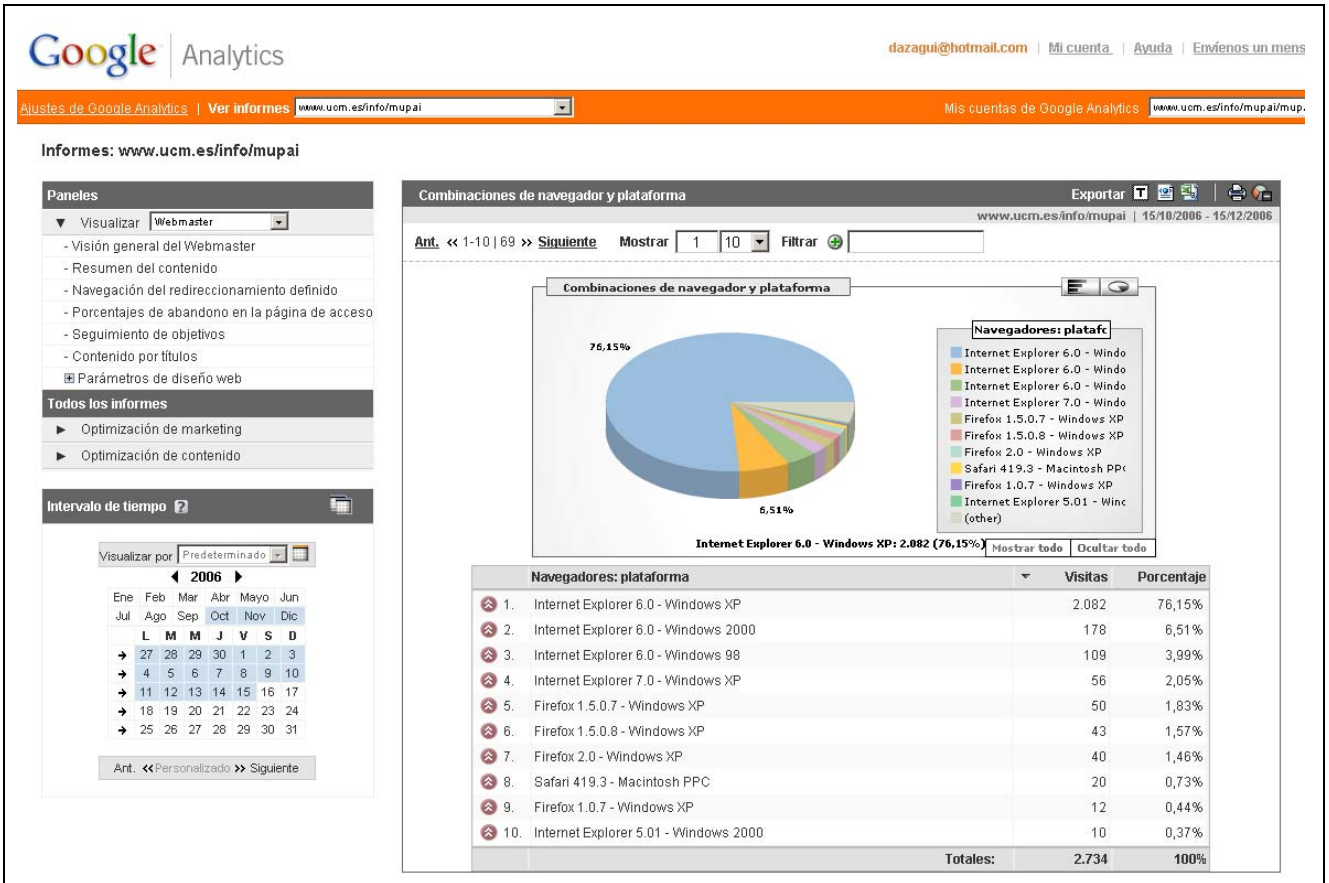
Mozilla

Netscape

Opera

Safari (MacOX)

Este visualizador era el Cortona de la empresa ParallelGraphics. Fue de hecho el único visualizador encontrado compatible con tantos navegadores. Además de ser compatible con Internet Explorer, también era compatible con un navegador llamado Safari del sistema operativo Macintosh. Lo cual supuso una gran noticia en términos de extender la posibilidad de utilización de este recurso a más personas.




*Combinaciones de navegador y plataforma*

*¿Para qué combinaciones de navegador y plataforma debo optimizar mi sitio y sus contenidos? Este informe le permite revisar qué combinaciones de navegador y plataforma utilizan los usuarios que actualmente visitan su sitio.*

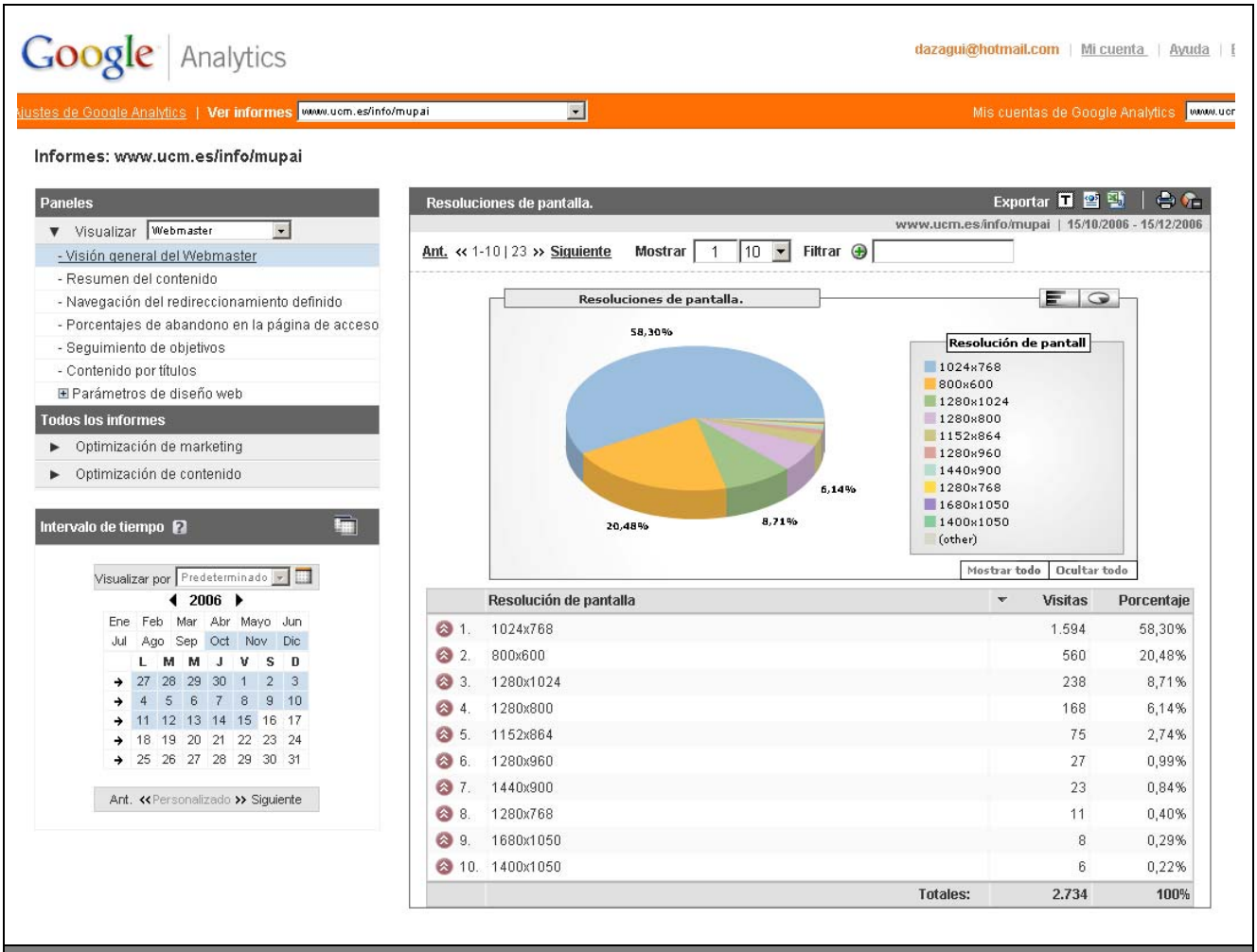
*Definiciones:*

*Visitas es el número de usuarios que utilizan una combinación de navegador y plataforma determinada.*

*Porcentaje hace referencia al porcentaje de visitas cuyos usuarios emplean esta combinación.*

Por otro lado, y para ser un poco más precisos también obtuvimos los datos de las versiones de los navegadores y su combinación con los sistemas operativos a fin de evitar posibles inconvenientes posteriores y además poseer aún mayor información de las características técnicas de los equipos de nuestros usuarios.
Como podemos ver en la gráfica el 76,15% acceden con Internet Explorer 6.0 y el sistema operativo Windows XP.

Para resumir, hasta el momento nuestros esfuerzos debían ir dirigidos a crear un recurso compatible con el sistema operativo Windows XP y con el navegador Internet Explorer 6.0 sobre todo.




*Resoluciones de pantalla*

*¿Para qué resoluciones de pantalla debo optimizar mi sitio y sus contenidos? Este informe le permite examinar qué resoluciones de pantalla emplean los usuarios en su sitio. Si la mayoría utiliza una resolución inferior a la suya, puede examinar la funcionalidad del sitio estableciendo la resolución habitual.*

*Definiciones:*

*Visitas describe el número de visitas por resolución de pantalla.*
*Porcentaje hace referencia al porcentaje de visitas por resolución de pantalla.*

En cuanto a las resoluciones de pantalla, nuestro interés sobre todo se centraba en la comodidad y facilidad de visualización además de la calidad de imagen. Teniendo en cuenta que la calidad de imagen en cierta medida no dependía de nosotros (ya que nuestra intención era colgar el recurso con la máxima calidad que el ancho de banda nos permitiera), sino más bien del equipo del usuario, atendimos a otro aspecto, el de la comodidad. El recurso debía ser hecho de tal manera que el usuario cuando quisiera visualizarlo no tuviera ni que hacer scroll, ni que la imagen quedara cortada en la pantalla. Por tanto, el ajuste de la resolución de pantalla era un requisito necesario.

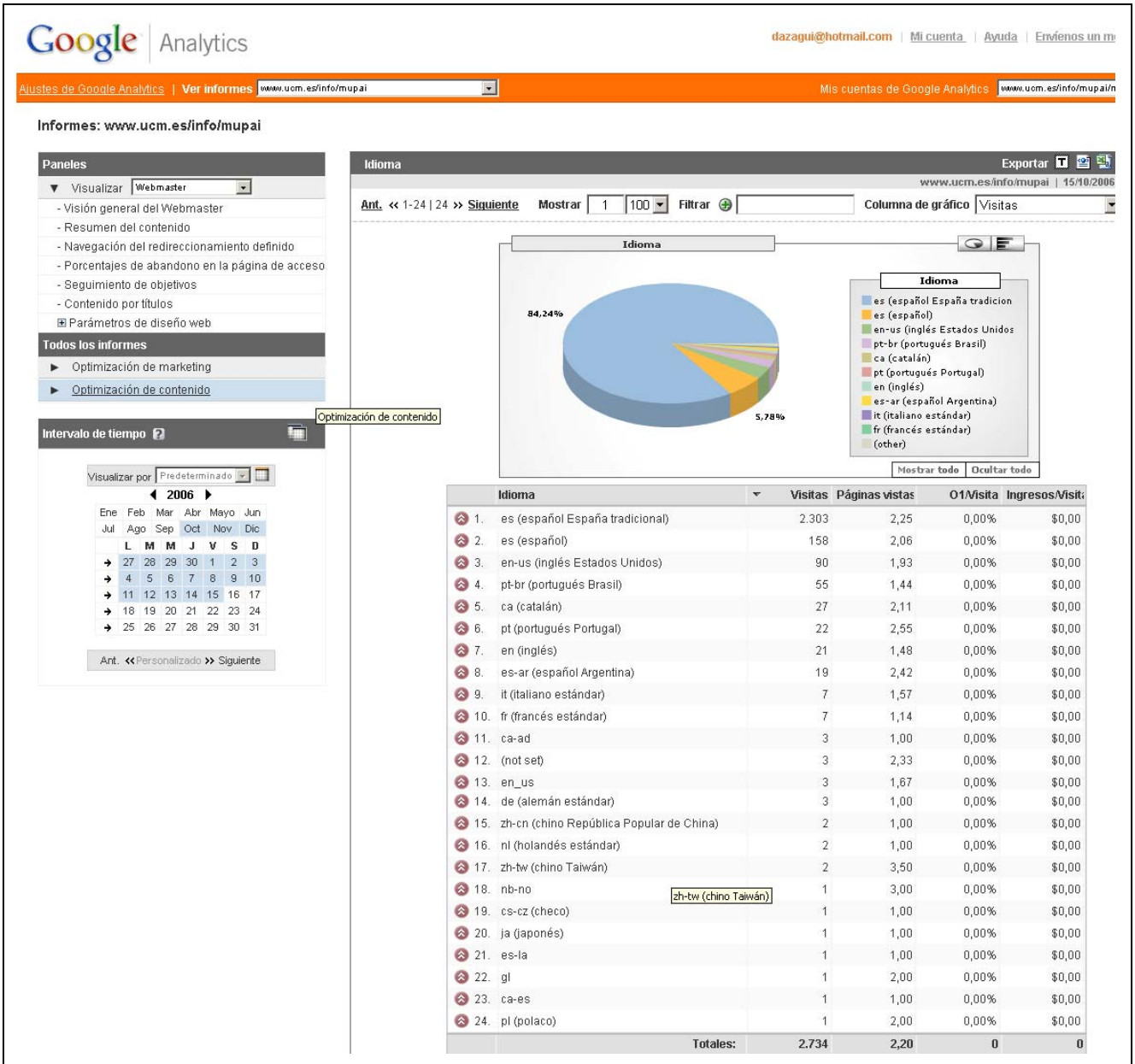
Teniendo en cuenta los datos obtenidos:

1. Un 58,30% a 1024x768
2. Un 20,48 a 800x600
3. Un 8,71 a 1280x1024
4. Un 6,14 a 1280x800

Etc.

Debíamos realizar pruebas atendiendo a estas resoluciones de pantalla con el fin de adaptarnos a las mismas y que en ninguno de los casos, la mala visualización o la incomodidad en la misma fueran excusa para que el usuario decidiera abandonar el recurso 3D.

Las resoluciones tenidas en cuenta manera prioritaria fueron la 1, 3 y 4 ya que la 2 estaba bastante lejos de las anteriores y no había posibilidad de ajustarla para evitar los posibles inconvenientes anteriormente citados.




| | Idioma | Visitas | Páginas vistas | O1/Visita | Ingresos/Visit |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | es (español España tradicional) | 2.303 | 2,25 | 0,00% | $0,00 |
| 2. | es (español) | 158 | 2,06 | 0,00% | $0,00 |
| 3. | en-us (inglés Estados Unidos) | 90 | 1,93 | 0,00% | $0,00 |
| 4. | pt-br (portugués Brasil) | 55 | 1,44 | 0,00% | $0,00 |
| 5. | ca (catalán) | 27 | 2,11 | 0,00% | $0,00 |
| 6. | pt (portugués Portugal) | 22 | 2,55 | 0,00% | $0,00 |
| 7. | en (inglés) | 21 | 1,48 | 0,00% | $0,00 |
| 8. | es-ar (español Argentina) | 19 | 2,42 | 0,00% | $0,00 |
| 9. | it (italiano estándar) | 7 | 1,57 | 0,00% | $0,00 |
| 10. | fr (francés estándar) | 7 | 1,14 | 0,00% | $0,00 |
| 11. | ca-ad | 3 | 1,00 | 0,00% | $0,00 |
| 12. | (not set) | 3 | 2,33 | 0,00% | $0,00 |
| 13. | en_us | 3 | 1,67 | 0,00% | $0,00 |
| 14. | de (alemán estándar) | 3 | 1,00 | 0,00% | $0,00 |
| 15. | zh-cn (chino República Popular de China) | 2 | 1,00 | 0,00% | $0,00 |
| 16. | nl (holandés estándar) | 2 | 1,00 | 0,00% | $0,00 |
| 17. | zh-tw (chino Taiwán) | 2 | 3,50 | 0,00% | $0,00 |
| 18. | nb-no | 1 | 3,00 | 0,00% | $0,00 |
| 19. | cs-cz (checo) | 1 | 1,00 | 0,00% | $0,00 |
| 20. | ja (japonés) | 1 | 1,00 | 0,00% | $0,00 |
| 21. | es-la | 1 | 1,00 | 0,00% | $0,00 |
| 22. | gl | 1 | 2,00 | 0,00% | $0,00 |
| 23. | ca-es | 1 | 1,00 | 0,00% | $0,00 |
| 24. | pl (polaco) | 1 | 2,00 | 0,00% | $0,00 |
| | Totales: | 2.734 | 2,20 | 0 | 0 |

*Idiomas*

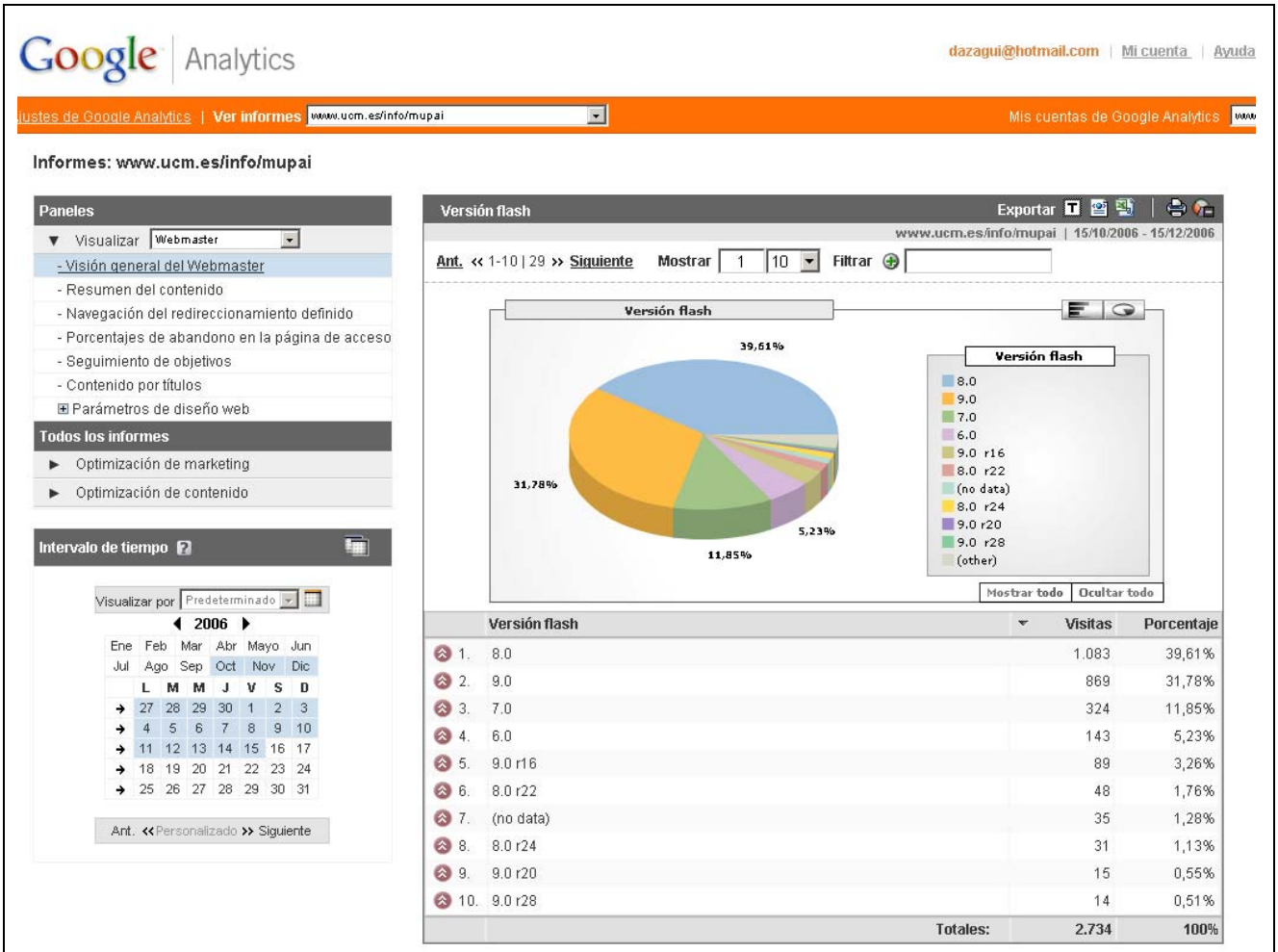
*¿Cuál es el idioma de preferencia de mis usuarios?*

*Definiciones:*

*Visitas es el número de visitas procedentes de un idioma concreto.*

*Porcentaje hace referencia al porcentaje total de visitas procedentes de esta configuración de idioma.*

En estas estadísticas o informes se recogen los idiomas de preferencia de los usuarios del MUPAI Virtual. En este sentido la gráfica nos dice que el idioma de preferencia es el español, tanto el tradicional como el internacional según la configuración de los ordenadores de los usuarios. El tercer lugar lo ocupa el inglés de Estados Unidos pero ya a una ligera distancia del español. Tengamos en cuenta que es un dato normal ya que el MUPAI Virtual sólo difunde sus contenidos en castellano.




*Versión de Flash*

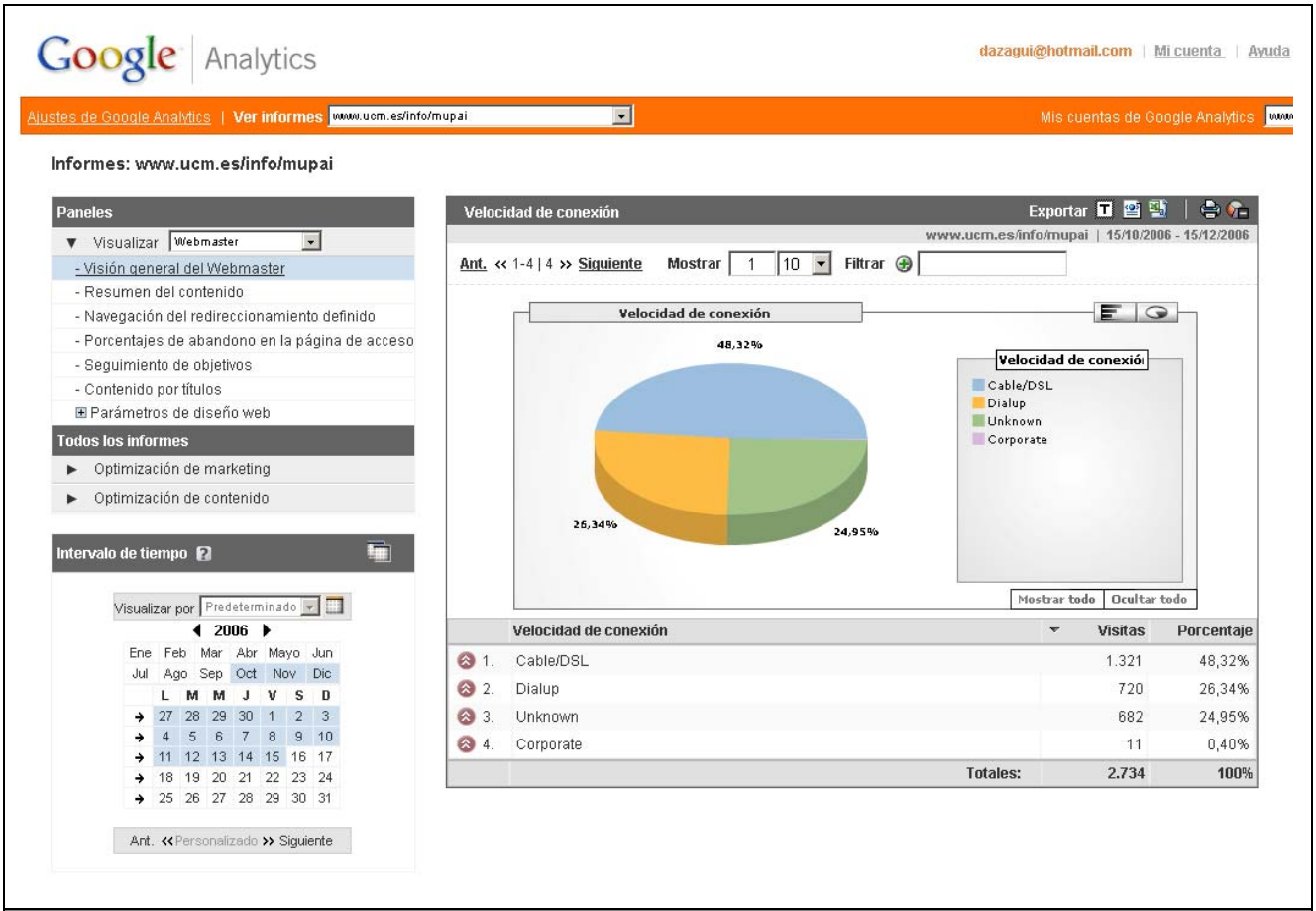
*¿Para qué versiones de Flash debo optimizar mi contenido en Flash?*

*Definiciones:*

*Visitas es el número de visitas procedentes de navegadores con una versión concreta de Flash.*

*Porcentaje hace referencia al porcentaje total de visitas procedentes de navegadores con esta versión de Flash.*

Como ya ha sucedido anteriormente con algún dato de estos informes, la existencia y la versión de flash no es requisito indispensable para esta investigación, si bien nos vale para obtener información adicional para evaluar la posibilidad de implantar algún recurso en flash. En cuanto a las versiones, entendiendo que la más baja que aparece en la gráfica es la versión 6, sería esta la que se utilizaría para generar el recurso ya que versiones inferiores son compatibles con superiores, pero al revés no sucede lo mismo.




*Velocidad de conexión*

*¿Para qué velocidades de conexión debo optimizar mi sitio y sus contenidos?*

*Definiciones:*

*Visitas es el número de visitas cuyos usuarios emplean navegadores con una velocidad de conexión específica.*

*Porcentaje hace referencia al porcentaje de visitas cuyos usuarios utilizan navegadores con esta velocidad de conexión.*

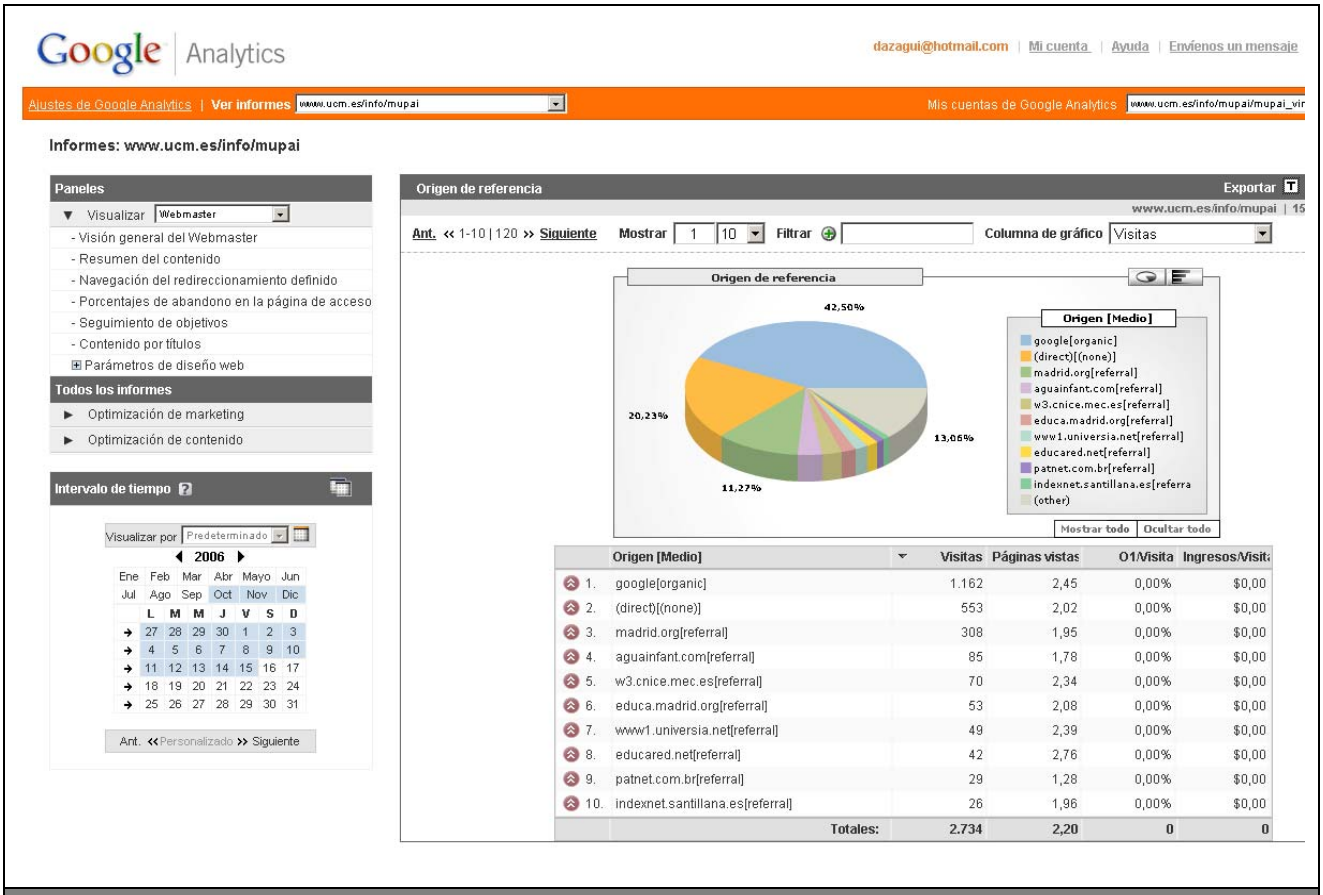
Este informe es de los más importantes para el marco experimental de nuestra investigación. La velocidad de conexión va a guiar parte de todas nuestras actuaciones futuras en cuanto a virtualización del recurso. Esto quiere decir que cuanto mayor sea la velocidad de conexión (ancho de banda), mayor va a ser la calidad a la que los recursos van a poder ser colgados en la red. En este sentido, podemos observar que el 48,32% acceden mediante ADSL mientras que el 26,34 acceden mediante dial-up, o lo que el lo mismo, mediante MODEM. Tengamos en cuenta que la velocidad máxima teórica de este tipo de conexiones es de 56 kbit/s, mientras que en ADSL al ser una tecnología de acceso a Internet de banda ancha permite transmitir más datos lo que se traduce en mayor velocidad. Actualmente los anchos de banda más comunes suelen ser de 0,5 MHz y 1,1 MHz.

Tabla comparativa de velocidades en ADSL

| | **ADSL** | **ADSL2** | **ADSL2+** |
|---|---|---|---|
| **Ancho de banda de descarga** | 0,5 MHz | 1,1 MHz | 2,2 MHz |
| **Velocidad máxima de subida** | 1 Mbps | 1 Mbps | 1,2 Mbps |
| **Velocidad máxima de descarga** | 8 Mbps | 12 Mbps | 24 Mbps |
| **Distancia** | 2 km | 2,5 km | 2,5 km |
| **Tiempo de sincronización** | 10 a 30 s | 3 s | 3 s |
| **Corrección de errores** | No | Sí | Sí |

Se realizaron pruebas en torno al peso del recurso y a su velocidad de descarga. Todo ello encaminado a que una excesiva tardanza en la descarga de este recurso no condujera al usuario a tener que abandonar dicho recurso. Por tanto debíamos ajustar calidad (peso)/tiempo de descarga con distintas calidades y distintos velocidades de conexión.

De tal manera, que se ajustó el recurso a un tipo de conexión ADSL en el que el tiempo de descarga no superara los cinco segundos (entendíamos tras algunas pruebas realizadas que esta era la franja temporal en la que los usuarios abandonarían la página Web).




*Origen de referencia*

*¿Qué diferencias existen entre los usuarios que provienen de orígenes distintos (motores de búsqueda, boletines o sitios de referencia) con respecto al número de visitas, porcentaje de conversiones y el valor medio de cada visita?*

*Cada origen está calificado por medio, entre corchetes, como [referencia]. El medio puede hacer referencia a los medios con los que etiquetó los vínculos de referencia o a uno de los casos siguientes:*

*[Orgánico] señala los usuarios que han accedido a través de una lista de un motor de búsqueda gratuito.*

*[Referencia] indica los usuarios que han accedido a través de vínculos que no se etiquetaron con variables de campaña.*

*[(Sin definir)] indica los usuarios remitidos por vínculos que estaban etiquetados con variables de campaña, pero para los cuales la variable del medio no estaba configurada.*

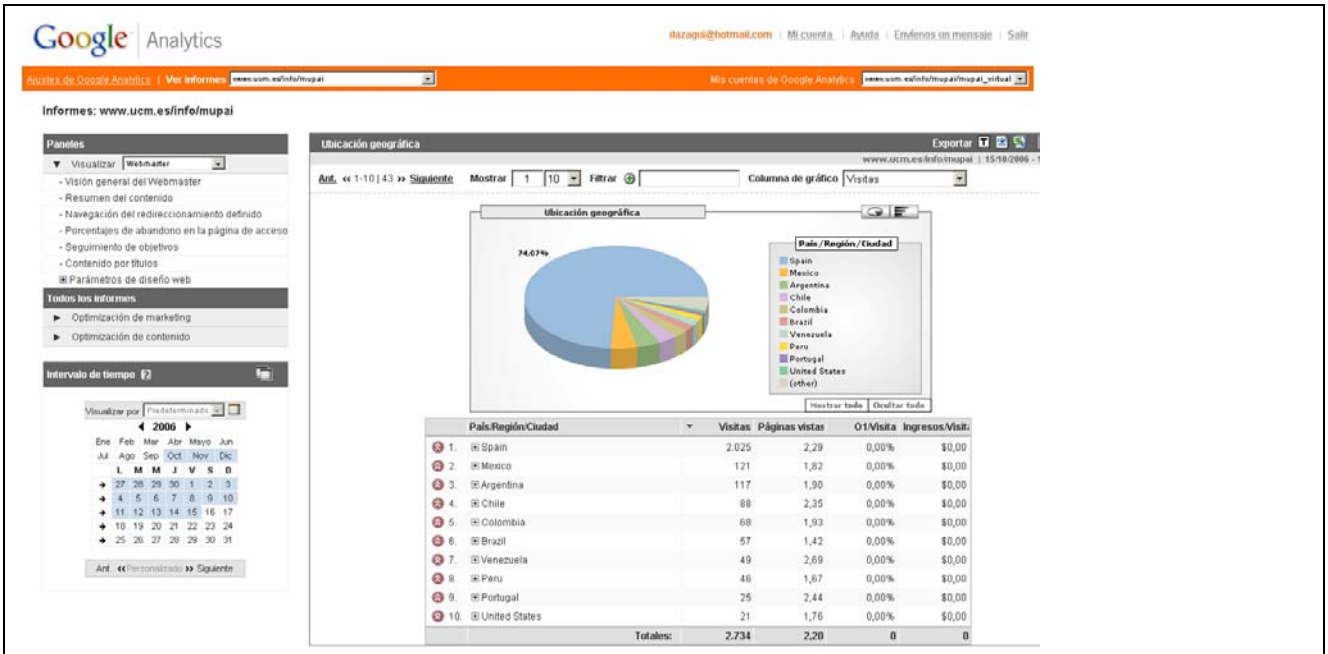
*(directo)[(Ninguno)] indica los usuarios que han visitado el sitio introduciendo la URL directamente en el navegador.*

*Visitas indica el número de visitas provenientes del origen.*

*Páginas vistas/Visitas son las páginas vistas divididas entre el número de visitas.*

En estos informes se muestran los sitios de acceso al MUPAI Virtual. Observamos que Google es el lugar por donde más usuarios acceden y después a larga distancia se encuentra el acceso de manera directa. En cuanto a la difusión del recurso es un dato muy interesante. De tal manera que nuestra intención debe ser que contra más usuarios accedan de manera directa mejor. Eso querrá decir que nos conocen. A parte del acceso mediante Google que es un buscador nos ilusionó la gran cantidad de usuarios que acceden de manera directa y los muchos sitios por los que acceden. Ya sea por Universia, Educared, Cnice, etc.

Esto nos indica que la difusión del MUPAI Virtual en estos términos está siendo la correcta.




*Ubicación geográfica*

*¿Qué diferencias se producen en cuanto a las conversiones y el valor medio de visitas entre los usuarios de distintas regiones? Este informe compara el número de visitas, las páginas vistas por visita, los porcentajes de conversión y el valor medio de cada visita de cada región geográfica.*

*Visitas indica el número de visitas que recibe su sitio desde un país, región o ciudad. Páginas vistas/Visitas son las páginas vistas divididas entre el número de visitas.*

En cuanto al acceso al MUPAI Virtual por ubicación geográfica podemos constatar dos cosas. Primero, que el mayor número de accesos se producen desde España. Tengamos en cuenta que el MUPAI es un museo pionero en España y el único museo pedagógico de arte infantil que existe en nuestro país. Y segundo, que las ocho primeras posiciones en los accesos por ubicación geográfica son de países de habla hispana, en noveno lugar Portugal y en décimo lugar Estados Unidos. De tal forma que de manera prioritaria el recurso debe utilizar el castellano en sus contenidos, si bien posteriormente puede ir siendo traducido a diversas lenguas. En inglés por supuesto y después en algún idioma asiático.

Si pensamos en la gráfica que nos mostraba el mapa con los lugares de acceso nos daremos cuenta a las claras que desde Asia el MUPAI Virtual no cuenta con un solo usuario a través de la red. Y digo a través de la red porque de manera telefónica, por carta o presencial si ha tenido personas interesadas en el museo.

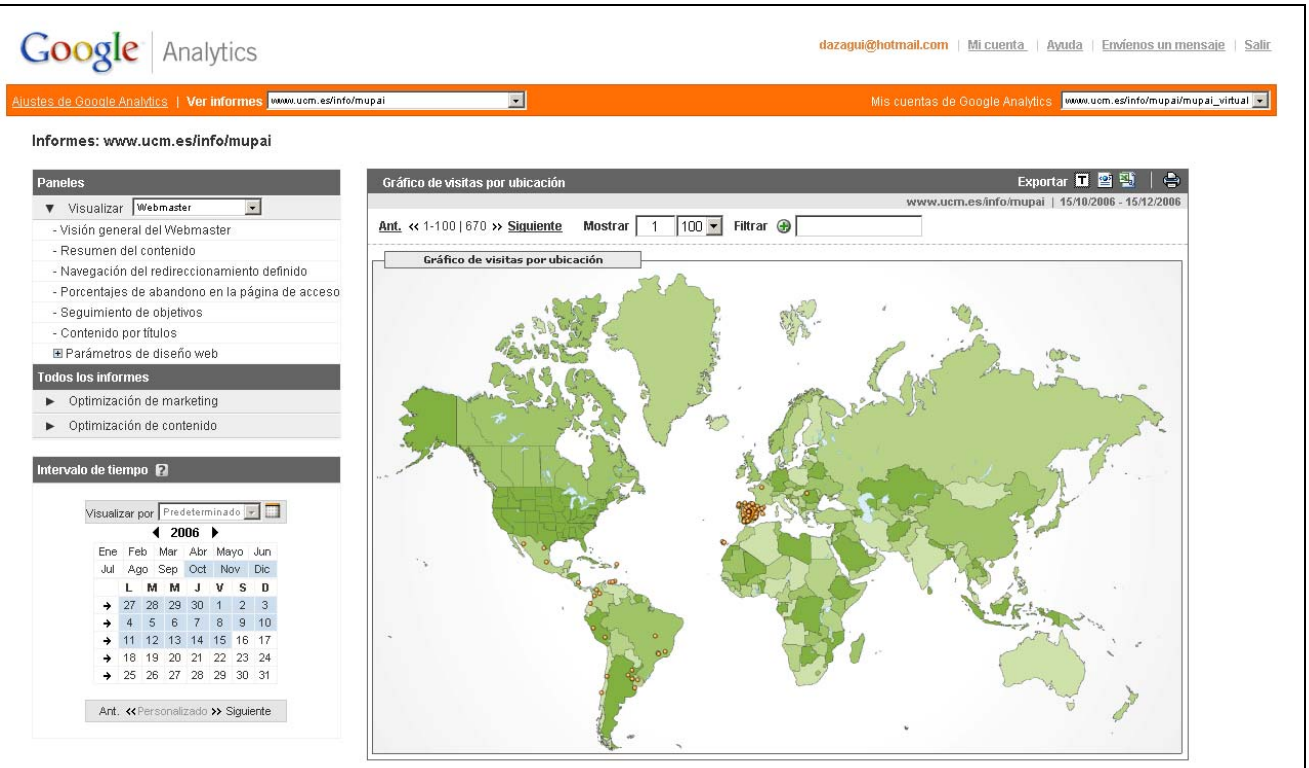


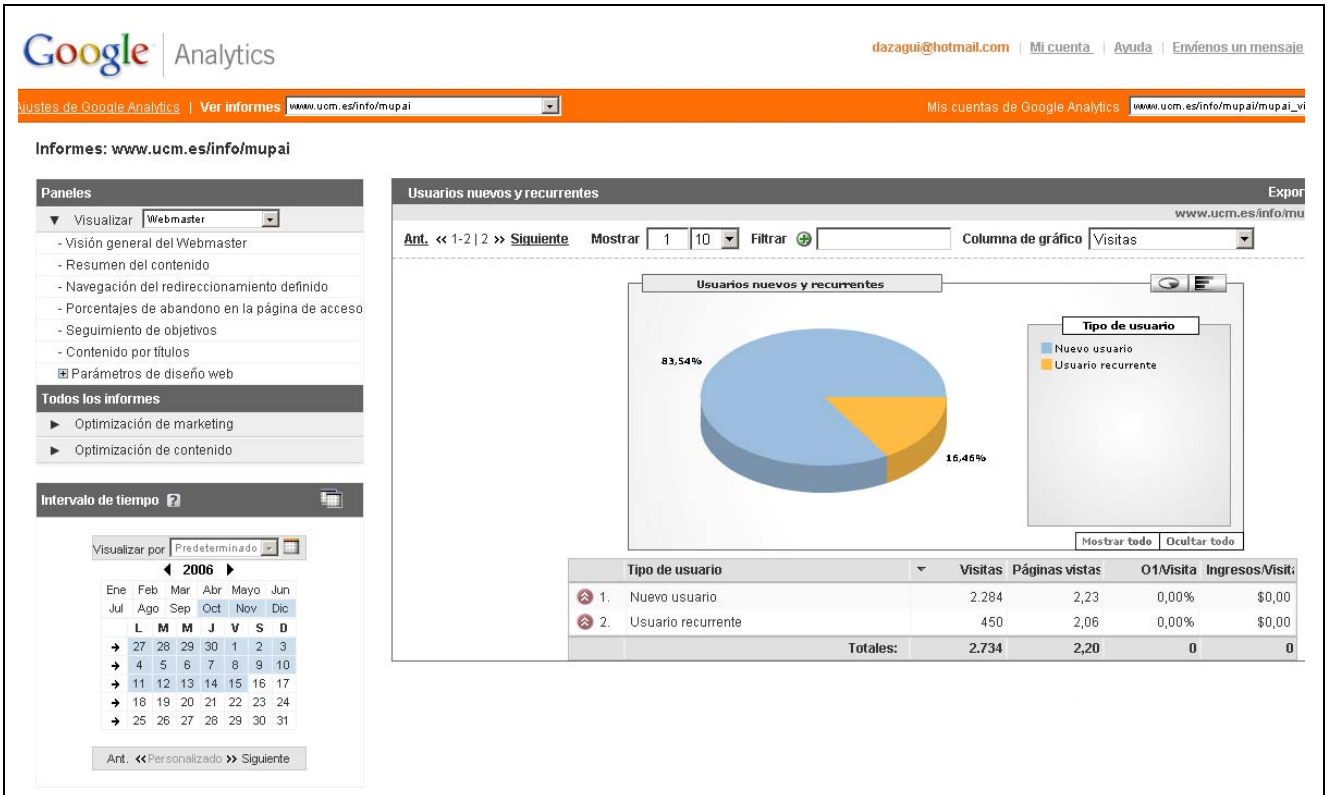

*Gráfico de visitas por ubicación*

*El Gráfico de visitas por ubicación representa el volumen de usuarios procedentes de distintas ubicaciones de todo el mundo. Los puntos más grandes indican las ubicaciones que dirigen más usuarios a su sitio Web. Haga clic en cualquier punto para ver:*

*Visitas: el número de visitas*

*Páginas vistas/visitas: el promedio de páginas vistas en cada visita*

Esta gráfica corrobora lo anteriormente expuesto.




*Usuarios nuevos y recurrentes*

*¿Qué diferencia se produce entre los usuarios nuevos y los recurrentes con respecto a las conversiones y al valor medio por visita? Este informe le muestra el número de visitas, los porcentajes de conversiones por cada objetivo y el valor medio por visita de los usuarios nuevos y los recurrentes.*

*Visitas es el número de visitas realizadas tanto por nuevos usuarios como por los recurrentes.*

*Páginas vistas/Visitas es el número de páginas vistas dividido entre el número de visitas.*

Como vemos en las estadísticas, el 16,46% de los usuarios son recurrentes. No es una mala cifra, si bien nuestra intención a través de la mejora de nuestros recursos y contenidos debe ser fidelizar al usuario para que tenga nuestra página Web como un referente en cuanto a Arte Infantil se refiere. De tal manera que cada día sea mayor el porcentaje de usuarios recurrentes.

Todos estos datos nos ayudaron a filtrar un sinfín de parámetros a tener en cuenta a la hora de realizar nuestro recurso. En nuestro trabajo y adaptación del recurso siempre debe estar presente el usuario. Nuestra intención no es la de realizar algo extraordinario en términos tecnológicos pero que luego no tenga una utilidad lo más extensa posible, ya sea por complejidad u otros motivos. La idea es desarrollar un recurso con la máxima calidad posible pero siempre atendiendo a un nivel de usuario básico. Por lo tanto la tecnología a utilizar no debe dificultar en modo alguno que el visitante pueda encontrar de utilidad este recurso.

## Fase II. Planificación

### 4. Posibilidades de virtualización y publicación de los recursos

Una vez establecidos los requisitos mínimos de virtualización y de publicación en lo referente a las necesidades del usuario, se llevó a cabo un segundo estudio de todos los recursos que se encontraban a nuestro alcance, tanto de software como de equipos periféricos y que sean los mejores a la hora de hacer un recurso vía Web de calidad y al mismo tiempo lo suficientemente sencillo de manejar para que un usuario normal de la red no tenga ningún problema.
Esta fase se puede dividir en dos etapas principalmente:

Selección de escáner 3D capaz de virtualizar contenidos tridimesionales. Para ello se contó con una empresa situada en Alcalá de Henares llamada Tragacanto. Esta empresa cuenta con un equipo bastante sofisticado en cuanto a tecnología 3D se refiere. Para la recogida de datos se utilizó un escáner 3D con capacidad de además de generar la malla del objeto, recoger la imagen de color y textura de la figura y aplicárselo al objeto en cuestión. Aunque para acortar el tiempo y abaratar el coste del escaneo se estableció un protocolo de virtualización, esta fase sin duda fue la más costosa. Si bien más adelante se precisará con más detalle. También se contempló la posibilidad de utilizar otros escáneres, como por ejemplo con el que cuenta la Universidad Complutense, pero una vez analizadas las posibilidades se llegó a la conclusión que el de la Universidad alargaría demasiado este proceso. Incluso la calidad que nos ofrecía en cuanto a recogida de puntos era menor que el escáner de la empresa Tragacanto.

Por otro lado, una vez que contábamos con un equipo de muy buenas prestaciones y que el coste no era demasiado caro se procedió a la búsqueda de distintos tipos de formato de archivos de imágenes tridimensionales capaces de poder ser visualizados vía Web y además poder interactuar con ellos. En este sentido, el primero que se probó fue el .VRML (acrónimo del inglés Virtual Reality Modeling Language). Se trata de un formato de archivo normalizado que tiene como objetivo la representación de gráficos interactivos tridimensionales; diseñado particularmente para su empleo en la Web. Consiste en un formato de fichero de texto en el que se especifican los vértices y las aristas de cada polígono tridimensional, además del color de su superficie.

Es posible asociar direcciones Web a los componentes gráficos así definidos, de manera que el usuario pueda acceder a una página Web o a otro fichero VRML de Internet cada vez que haga clic en el componente gráfico en cuestión. Pero para la calidad que perseguíamos en la representación tridimensional de los objetos, era un archivo de muy poca comprensión, lo cual provocaba que los archivos pesasen demasiado y fuera inviable poder visualizarlos vía Web con totales garantías. Estamos hablando de objetos cuya malla podía estar formada en algunos casos por más de 275.000 polígonos.

Si bien el VRML cuenta con otro tipo de ventajas por lo cual fue utilizado para la virtualización en 3D del Museo. Estas ventajas a las que nos referimos tienen que ver con ser un estándar internacional de visualización 3D a través de la Web y la posibilidad de insertar animación e hipervínculos en la escena. Para que los objetos pudieran ser visualizables vía Web, debían de pesar muy poco.

En este sentido se produjo una búsqueda exhaustiva de las posibilidades que nos ofrecía el mercado y se encontró un tipo de archivo que nos dejó asombrados. El archivo pertenece a la empresa INUS TECHNOLOGY y está insertado en le programa Rapidform. Su nombre en cuestión es .icf. Éste era el archivo que habíamos estado buscando. Se trata de un archivo con una compresión de tal calibre que, objetos virtualizados con más de 275.000 polígonos no pesan más que una imagen bidimensional de baja calidad y que por el contrario, a como podría parecer la pérdida de calidad es inapreciable a pesar de la compresión. Además lleva consigo un visualizador de archivos 3D muy ligero y fácil de manejar.

## 5. Planificación de acciones, recursos y estrategias didácticas

Teniendo clara la viabilidad del proyecto en cuestión, se llevó a cabo una planificación exhaustiva de todo lo necesario, en términos de equipos necesarios, acciones y estrategias que íbamos a utilizar en la realización del proyecto.

Los recursos que a partir de este momento íbamos a necesitar se limitaban de manera exclusiva a softwares capaces de trabajar con imagen tridimensional. En cuanto a las estrategias y acciones didácticas a implementar en la plataforma se siguió un proceso de selección de éstas atendiendo a los diferentes perfiles de usuario a los que pretendíamos llegar.

La realidad virtual es una tecnología que, además de llevar de manera intrínseca unos beneficios didácticos incuestionables, nos permite utilizar mediante vínculos y sensores todos los medias de los que hablábamos al comienzo de esta tesis. En este sentido se estableció un protocolo de requisitos que debían cumplir estas acciones y estrategias a fin de resultar útiles. Estas acciones y estrategias deben:

Posibilitar la integración en un único soporte dos o más medias.
Estar diseñados bajo el paradigma constructivista.
Permitir que el estudiante sea capaz de aprender a aprender, de pensar y de aprovechar cualquier experiencia formativa a lo largo de su vida.
Ser capaces de incrementar la interactividad.
Permitir simular situaciones reales.
Tener un componente práctico importante.
Permitir la interrelación con otros materiales.
Tener una estructura lineal y jerárquica de los contenidos.
Estructurar los contenidos en unidades o módulos que pueden interrelacionarse siguiendo diferentes itinerarios.
Posibilitar la incorporación de elementos imaginativos.
Posibilitar la participación o intervención activa en el desarrollo del contenido por parte del usuario.
Tener capacidad de representar la realidad tal y como se nos presenta.
Facilitar de acceso o consulta de elementos concretos.
Posibilitar resaltar los aspectos más relevantes del conjunto que se presenta.
Posibilitar la modificación de los contenidos incorporando elementos nuevos o de actualidad.
Facilitar el acceso al usuario para el tratamiento o la recepción de los contenidos.

Posibilitar la incorporación de sistemas de evaluación con correcciones a tiempo real.
Posibilitar al usuario la capacidad de poder modificar o editar los contenidos que se le presenten.
Posibilitar al usuario el control en el progreso en las actividades, de activar o desactivar, de decidir un cambio de actividad, etc.
Facilitar el desarrollo de tipos de recursos para la mayor o menor necesidad de conocimientos técnicos, estructura o recursos específicos

## 6. Recursos y equipos necesarios para el proceso (herramientas)

Los recursos y equipos necesarios para la realización de este proceso se detallan a continuación.

**Escáner**

Tipo: láser 3D por no contacto.
Método: medición por triangulación en bloque, mediante galvanómetro y espejo giratorio
Precisión: a 20 ºC (+-) 8 micrones
Acutancia: en condiciones óptimas, calibrando el sistema a 20 ºC con el colimador de campos, se obtiene (+-) 50 micrones
Tiempo de exposición: 2,5 sec
Luz ambiente: > 500 lux
Luz: calibración de la luz para obtener un buen ajuste de autofoco
Luz: Fluorescencia 5.600 º Kelvin, dimerizable, con filtrado de frecuencias específicas.
Toma de datos: espacio x,y,z (nube de puntos) - r,g,b (24 bit raster)
Antivibración: Columna para el escáner sobre silentbloks con > de 500 Kg de balastros de plomo.
Giratorio: giro en micropasos controlado por software, plato muy pesado.
Fondo: absorbente tela oscurante negra
Estación de trabajo móvil Pentium 4, 2GB Ram, Tarjeta NVidia para captura de nubes.
Estación de trabajo 64 bits, dual Xeon, 8GB RAM, Discos Ultra - SCSI, tarjeta Wildcat 800 Realizm para formación de los modelos.

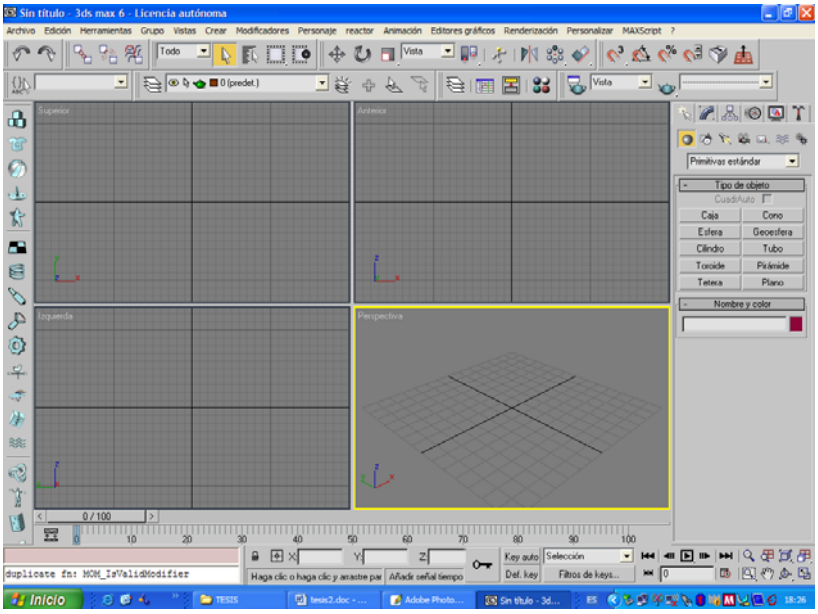
**Softwares**

A continuación presentamos los softwares utilizados en la realización del recurso**:**

**3D Studio max**

http://www.autodesk.com/**3d**smax

Software desarrollado por la compañía Autodesk. Este software de gran potencia, está pensado de manera prioritaria para la animación 3D, si bien cuenta con una serie de posibilidades muy útiles no tan conocidas. 3D Studio Max nos permite modelar y crear nuestros escenarios y mundos para poder después exportarlos a archivos de realidad virtual como .VRML97, .X3D, Quicktime VR o .EOZ (de la empresa EON). Además cuenta con una serie de utilidades específicas de VRML que nos permiten realizar hipervínculos, animación, etc. Tiene ciertas limitaciones en cuanto a lo que VRML es capaz de desarrollar, pero es un recurso tremendamente útil para realizar mundos virtuales de manera rápida.



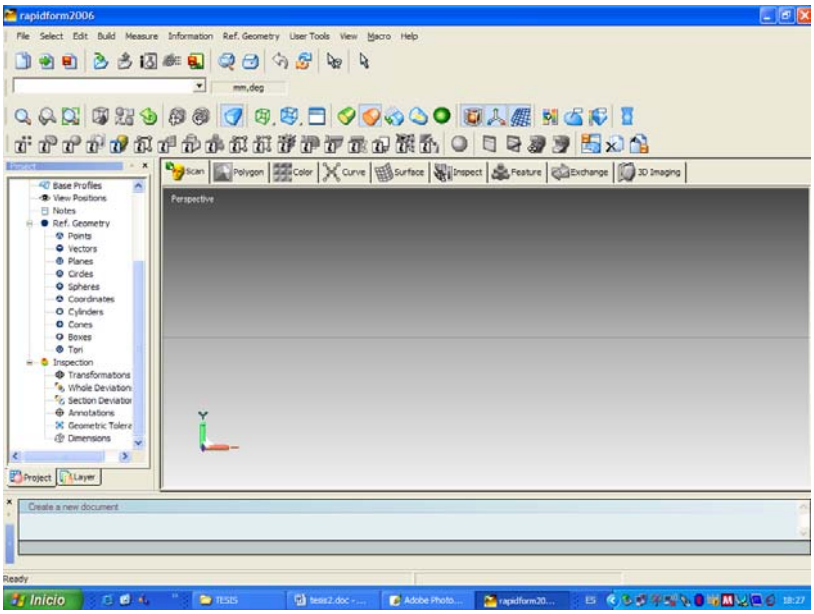
Interfaz de 3D Studio Max

**Rapidform**

http://www.**rapidform**.com

Software de la compañía INUS Technology. Es un procesador de datos para la reconstrucción de objetos reales. Sirve como soporte para el escaneo de piezas que posteriormente serán tratadas con el fin de corregir posibles errores que el escáner

pudiera recoger. Este software, de hecho, fue un gran hallazgo ya que nos permitía, además de tratar los objetos después de su escaneo con una versatilidad y potencialidad enormes, exportar los mismos en un formato de archivo llamado ICF, que nos posibilitaba poder "colgar" en la red mallas de incluso 300.000 polígonos con un peso de no más de 500 KB.

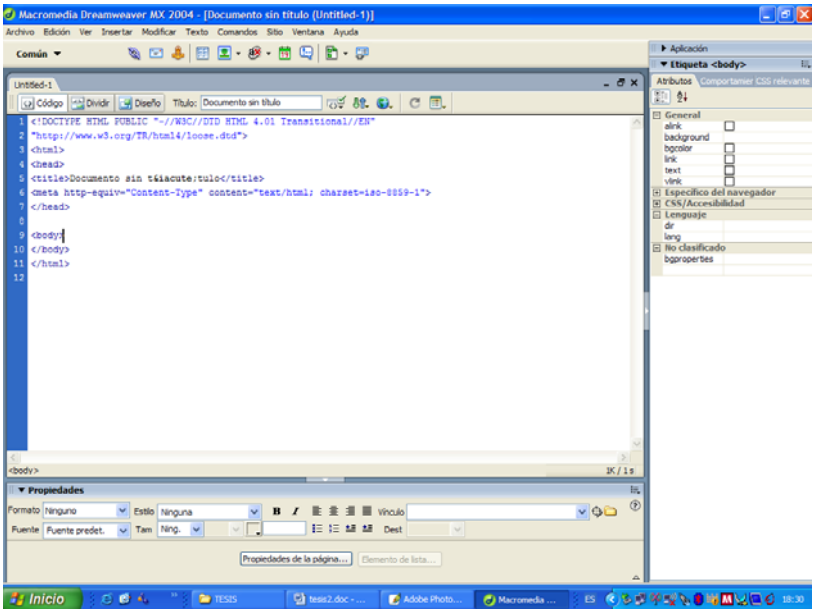



Interfaz de Rapidform

**Dreamweaver**

http://www.adobe.com/es/products/**dreamweaver**

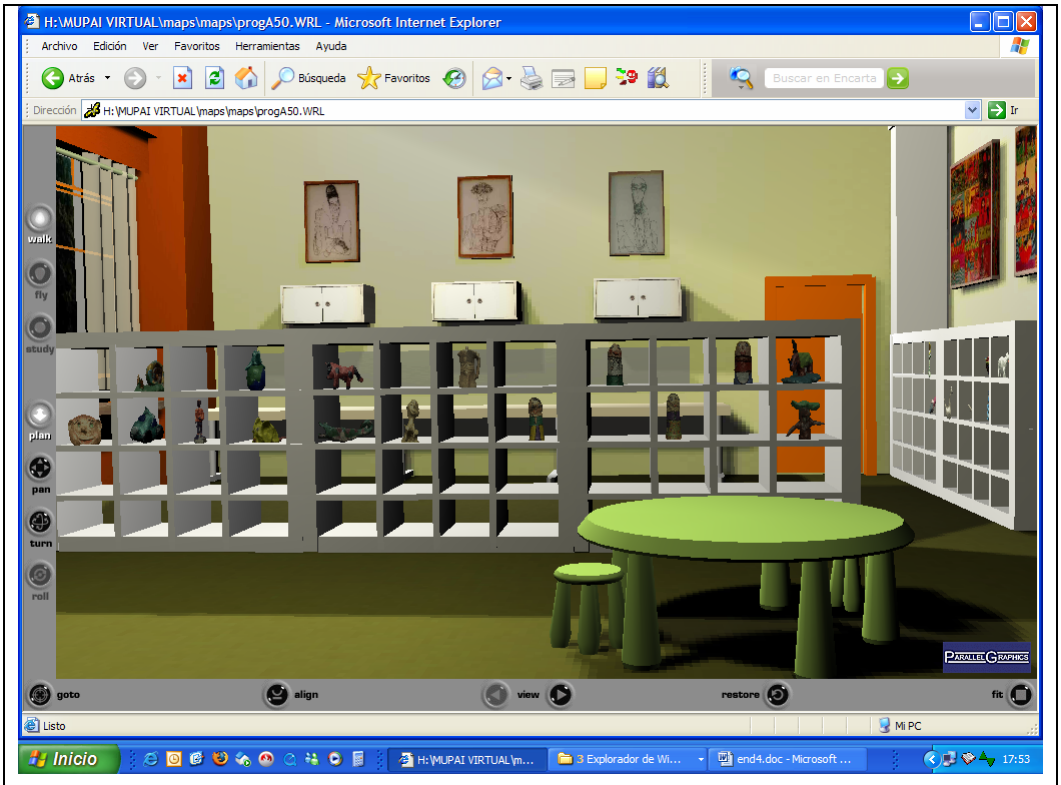
Es un software que hasta hace poco pertenecía a Macromedia, pero esta compañía fue absorbida por ADOBE. Se trata de un editor de páginas web, no muy difícil de manejar y que nos permite la inserción del archivo ICF, que posteriormente nos posibilita la visualización mediante un Active X de los objetos en 3D.




Interfaz de Dreamweaver

**Cortona**

http://www.parallelgraphics.com/**cortona**

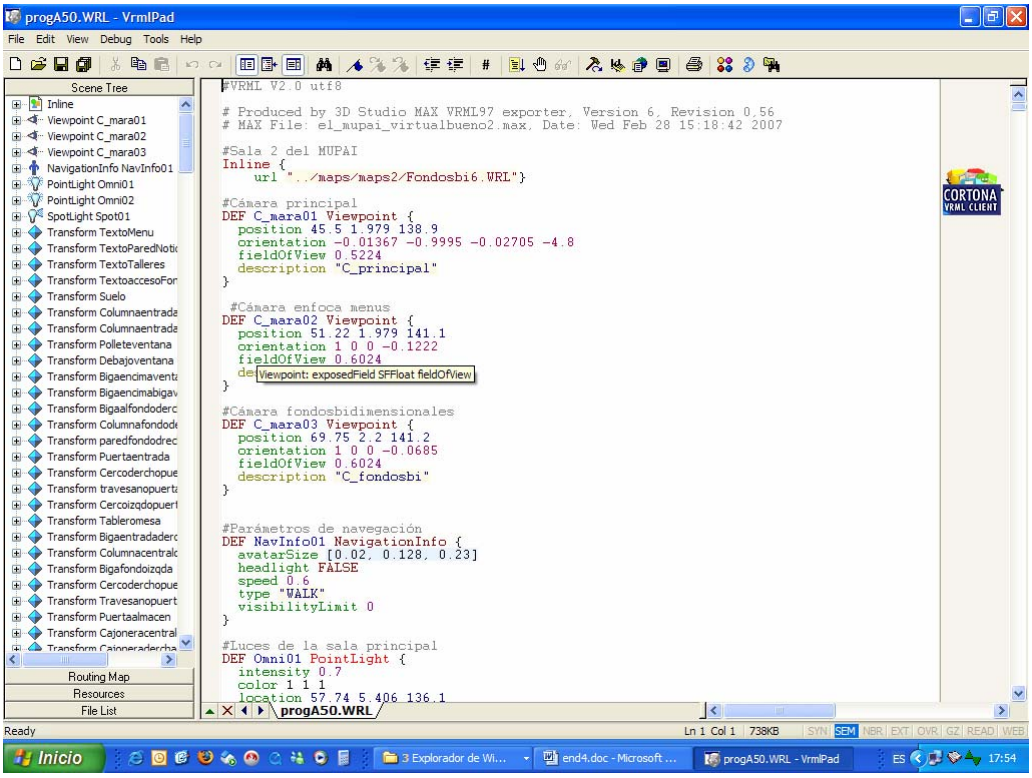



*Ventana de visualización de Cortona*

Programa perteneciente a la compañía ParallelGraphics. Se trata de uno de los visualizadores de VRML más utilizados. Es uno de los visualizadores más utilizados de VRML.

**VRMLPad**

http://www.parallelgraphics.com/products/**vrmlpad/**




*Interfaz de VRMLPad*

Editor de VRML.

**Ordenadores**

Los ordenadores con los que contamos no necesariamente debían tener gran potencia. De hecho todos estos programas y procesos fueron realizados en equipos nivel usuario.

## 8. Establecimiento de protocolo de virtualización

Para el proceso de virtualización necesitábamos un protocolo a fin de no aumentar demasiado los costes y acortar los tiempos. El Protocolo de Virtualización se estableció atendiendo a los siguientes parámetros:

1. Teniendo en cuenta la fase de análisis y selección del contenido.
2. Atendiendo a la calidad necesaria a fin de resultar un recurso verdaderamente útil.
3. Enfatizando además en el ahorro durante el proceso.

## FASE III. Muestreo

### 8. Fase de análisis y selección del contenido

Una vez cubiertas todas las posibilidades de virtualización y publicación de contenidos, se llevó a cabo un análisis de aquellas figuras susceptibles de una mejor virtualización y que no encarecieran ni alargaran demasiado el proceso. Para ello se tuvieron en cuenta una serie de requisitos que enumero a continuación:

1. No ser figuras demasiado grandes.
2. Que no tuviesen elementos como pelo, plumas, etc., que son elementos muy difíciles de recoger por el escáner 3D.
3. No escoger objetos con demasiado brillo ni que contuviesen elementos metálicos o reflectantes.
4. Establecer más o menos una homogeneidad en todas las figuras seleccionadas en cuanto a tamaño, recovecos y dificultades varias a la hora de la virtualización. Todo esto encaminado a la realización de un protocolo de escaneo, el cual permitiría abaratar sobremanera el proceso. ¿Por qué? Porque así la intervención del técnico sería menor y la adecuación de la máquina para cada figura virtualizada sería el mismo.

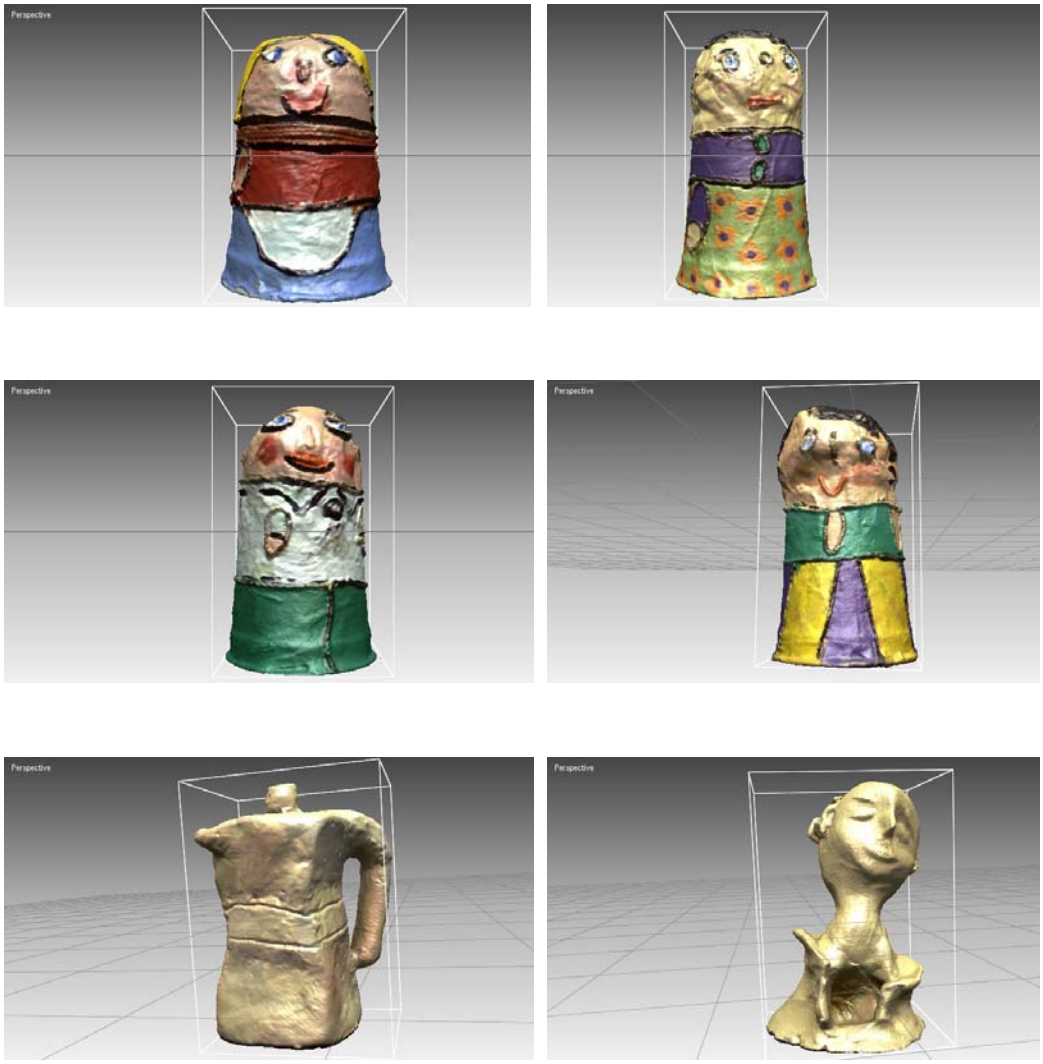
## Fase IV. Construcción

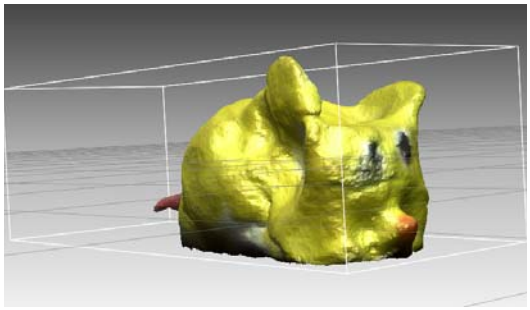
### 9. Virtualización de recursos

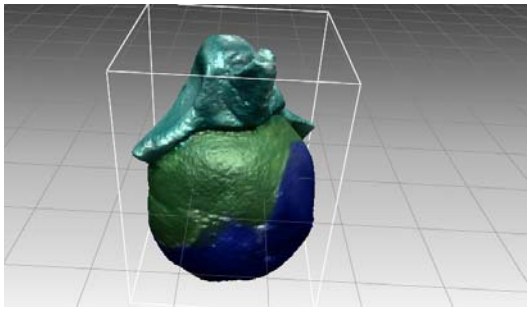
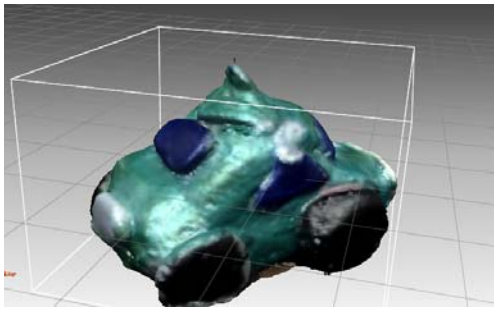
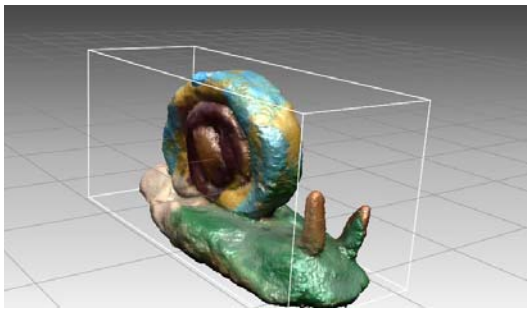
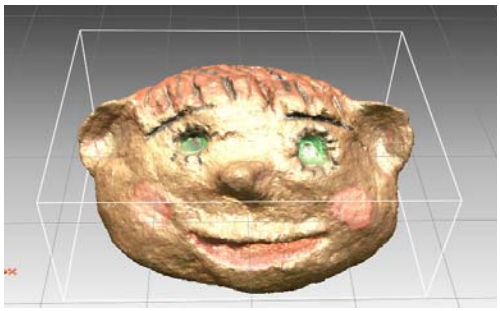
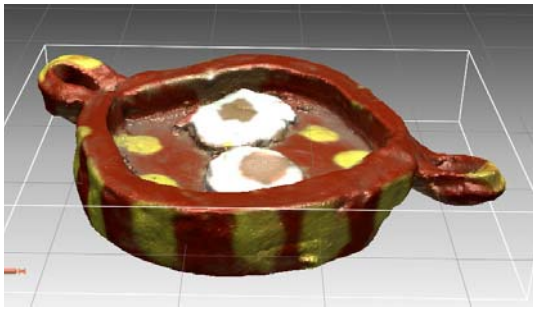
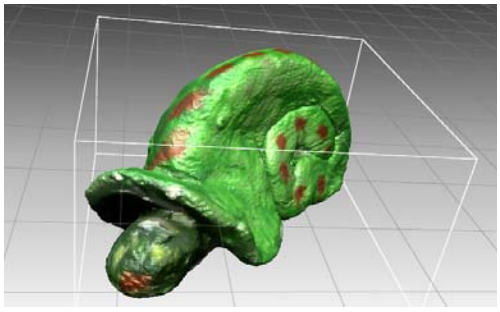
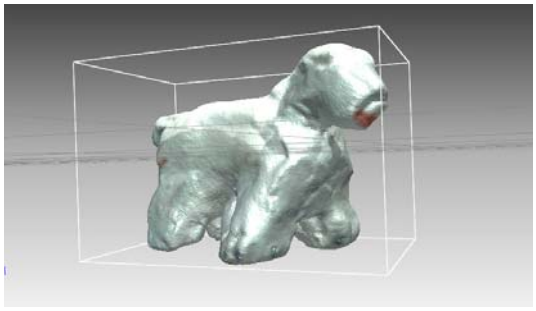
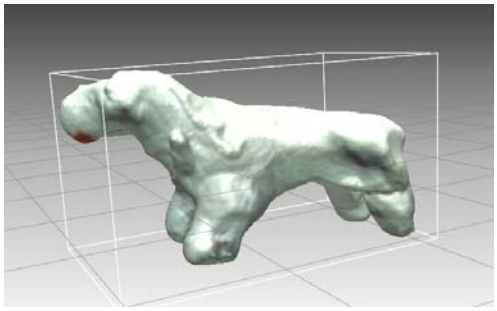
El proceso de virtualización se llevó a cabo durante unas 8 semanas para un total de 36 piezas.

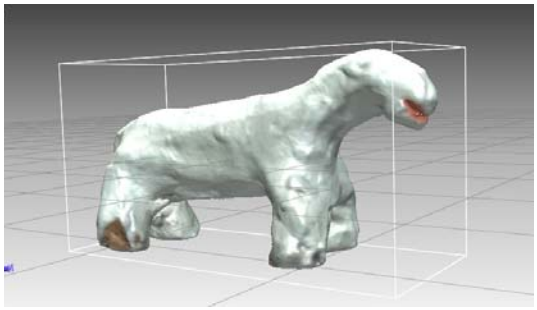
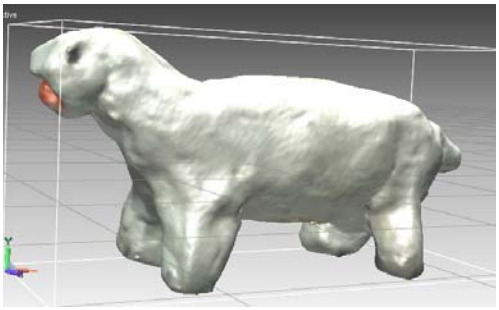
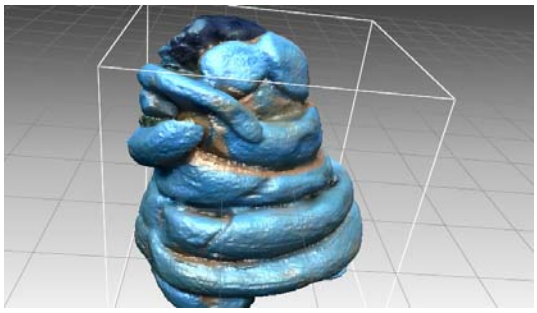
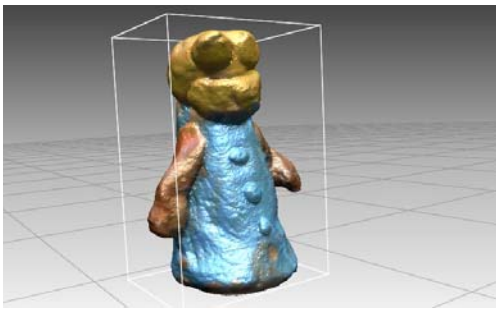
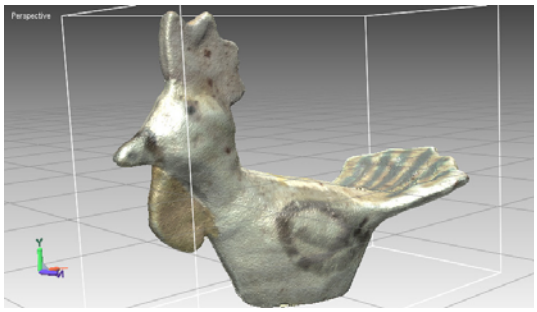
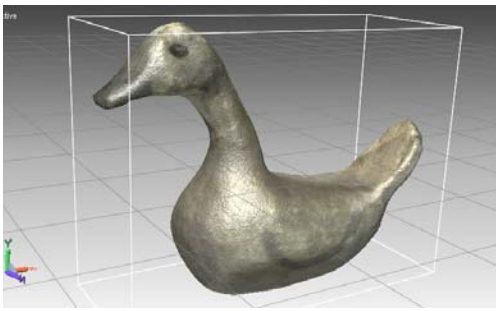
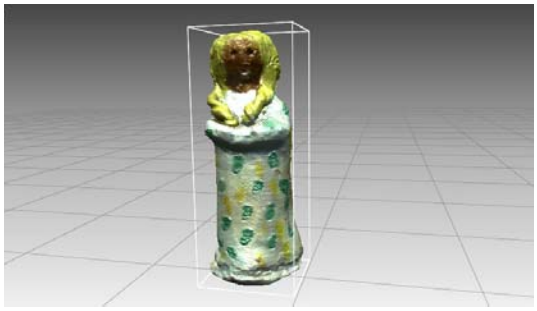
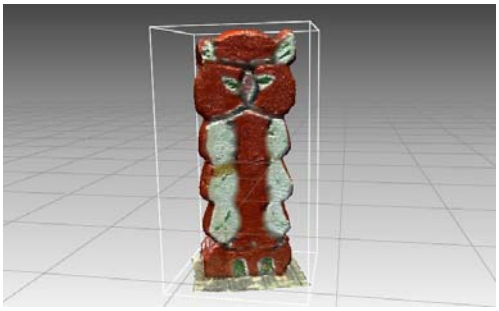
La virtualización se llevó a cabo mediante escáner 3D y software. Una vez realizada la misma los objetos eran tratados con el software rapidform para corregir posibles errores o defectos en las figuras digitales. Este programa, rapidform, además nos permite generar un archivo .icf de muy poco peso, característica imprescindible para su visualización vía Web, y que a su vez genera un index.html para su posterior subida a Internet.

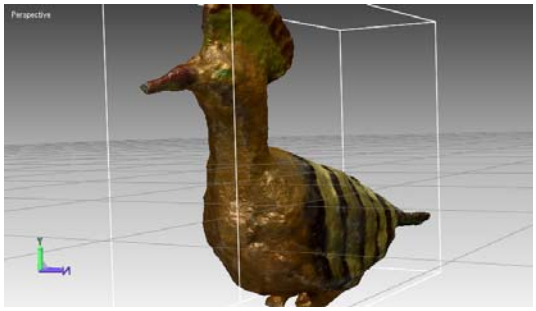
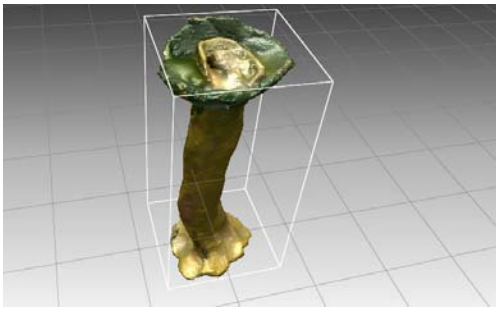
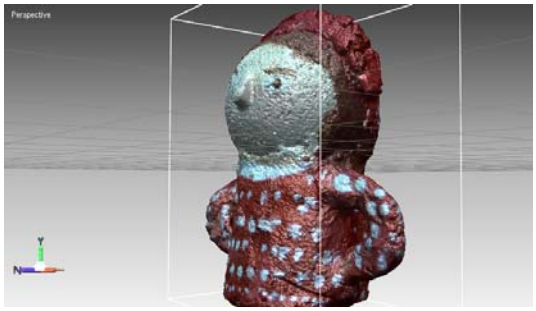
El resultado de la virtualización de los recursos fue enteramente satisfactorio.

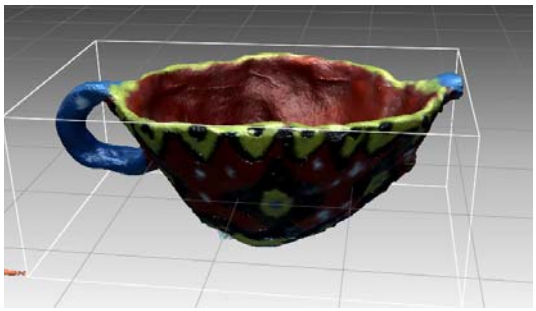
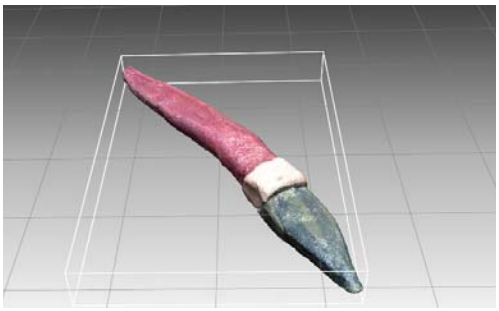
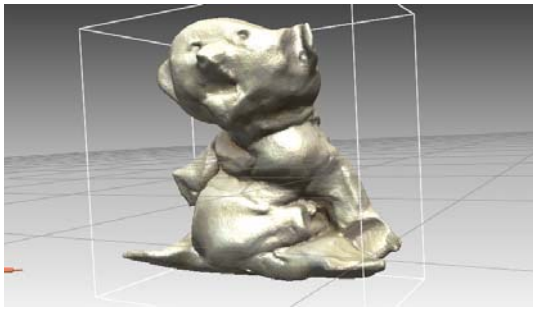
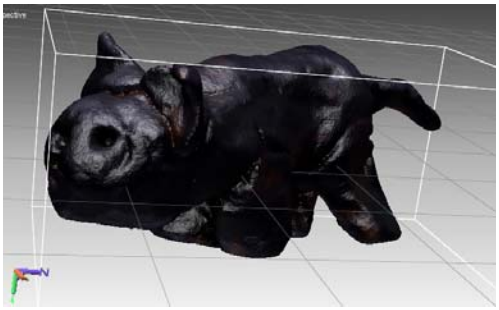
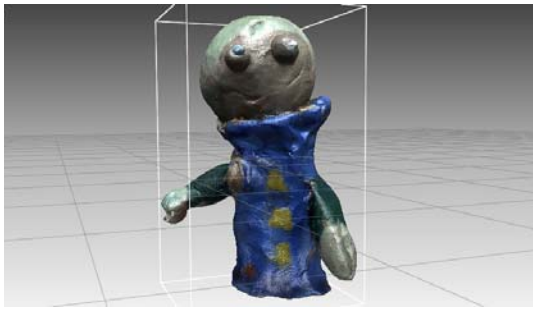
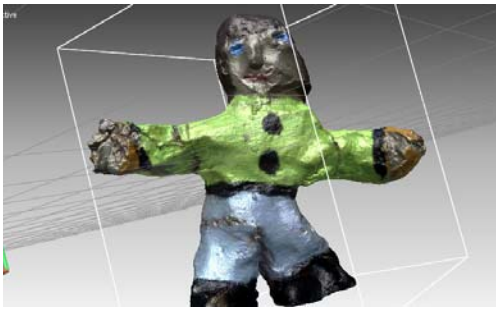




## 10. Diseño de la Interfaz

Para el diseño de la interfaz se establecieron una serie de requisitos fundamentales como:

Ser limpia y clara, sin la inclusión de demasiados elementos que ayudan a confundir más que a aclarar en el proceso de navegación.
Que el recurso virtual 3D ocupe el mayor espacio posible atendiendo a los estudios hechos al comienzo sobre las características de los equipos de nuestros usuarios.
Todos los recursos, hipervínculos e información deberán estar dentro del recurso virtual 3D.
La navegación debe ser sencilla y ágil.

## 11. Elección de acciones de utilidad didáctica

En el capítulo de Guía del usuario se detallará de manera precisa todas estas acciones. Si bien, como adelanto cabe mencionar algunos ejemplos:

Acceso a hipervínculos desde el propio recurso virtual 3D.
Apariencia y actuación parecida a la de un videojuego.
Gran interactividad.
Inserción de acciones animadas.
Manipulación de objetos virtuales tridimensionales.
Autoelección del recorrido a seguir.
Textos explicativos
Recursos sonoros.
Etc.

## FASE V. Pruebas

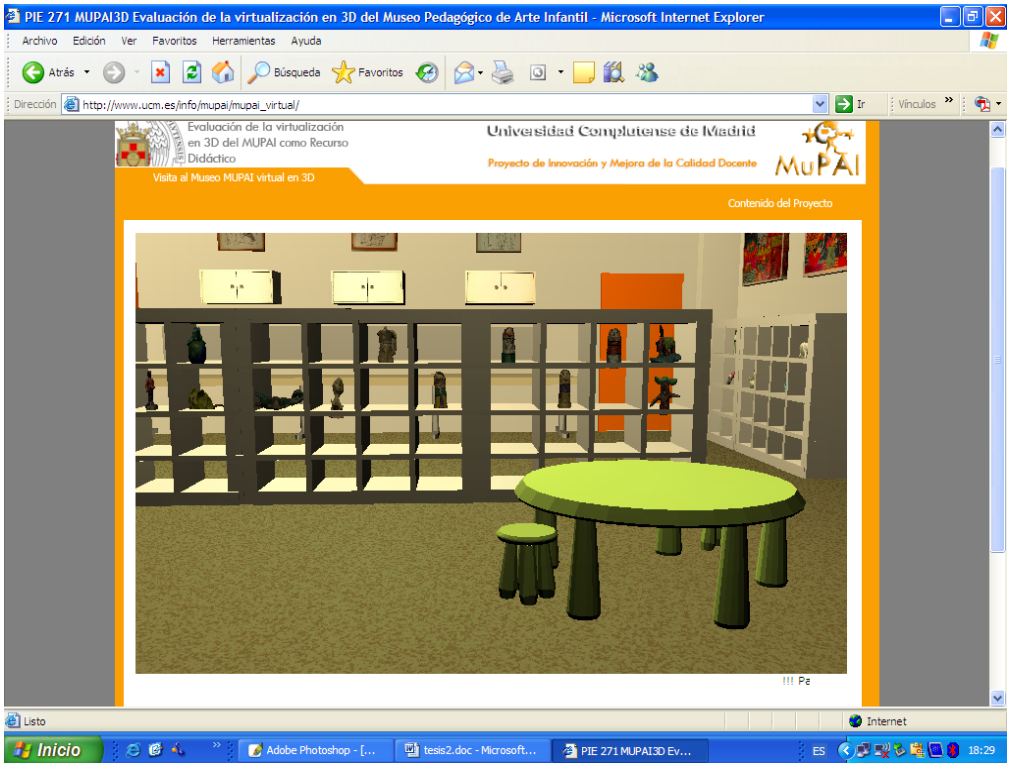
### 12. Pruebas de funcionalidad y utilidad

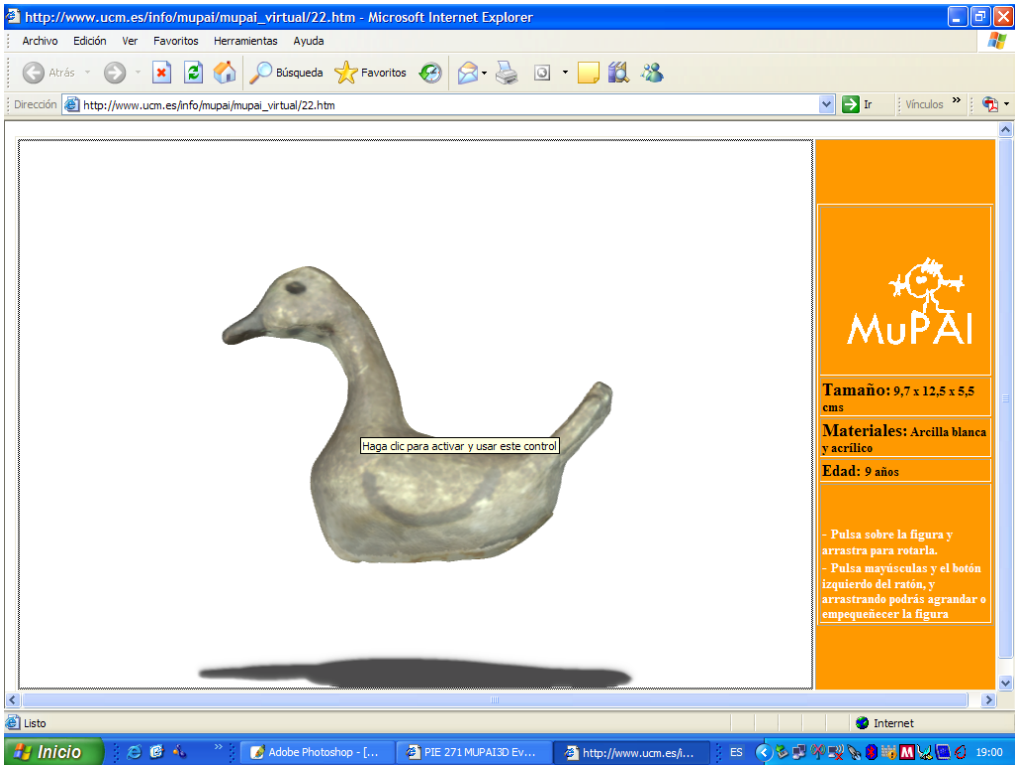
Estas pruebas fueron llevadas a cabo desde diferentes posibilidades, tanto en en equipos como en conexiones a Internet, navegadores, etc. El programa Cortona es, de los probados el visualizador que más compatibilidad con distintos navegadores nos ofrecía.
En este sentido, la virtualización realizada era accesible para equipos con baja potencia como con alta potencia. Aunque el límite inferior establecido se situaba en un Pentium II.
En cuanto al ancho de banda de Internet, la virtualización se realizó atendiendo también a los informes técnicos de nuestros usuarios y las conexiones que utilizaban para conectarse con la página Web principal del MUPAI.
Las pruebas de funcionalidad y utilidad fueron plenamente satisfactorias en todos los aspectos.

## FASE VI. Publicación

### 13. Montaje y publicación de recursos vía Web

En lo referente a la publicación de recursos en Internet se siguió el siguiente proceso:
En un primer momento, y como ya contábamos con los recursos virtualizados, se llevó a cabo un estudio con el fin de definir exactamente los procedimientos a seguir para proporcionar al usuario un acceso lo más sencillo posible. De tal manera que su intervención se limitase a la simple manipulación de los objetos digitales 3D. En este sentido la elección del software usado y de la maquetación del recurso Web van encaminados hacia ese fin.
El montaje y publicación de recursos se realizó de manera satisfactoria. Ahora ya sólo cabía esperar la evaluación del recurso por parte de los usuarios a fin de seguir mejorando el recurso constantemente y el estudio respuesta.





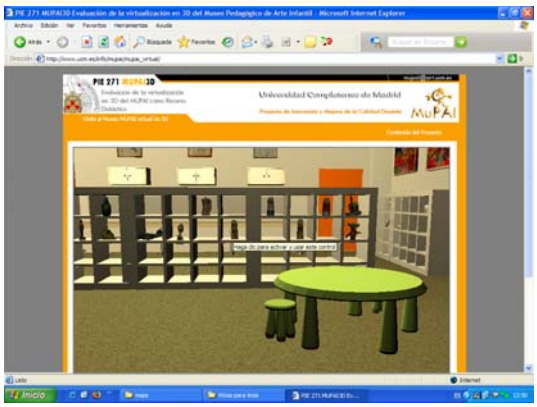

**FASE VII. Evaluación.**

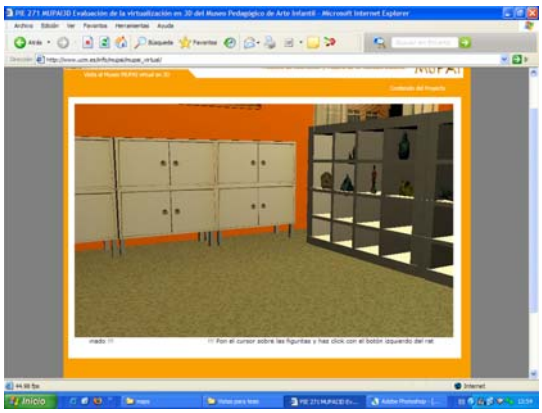
### 14. Evaluación y estudio respuesta

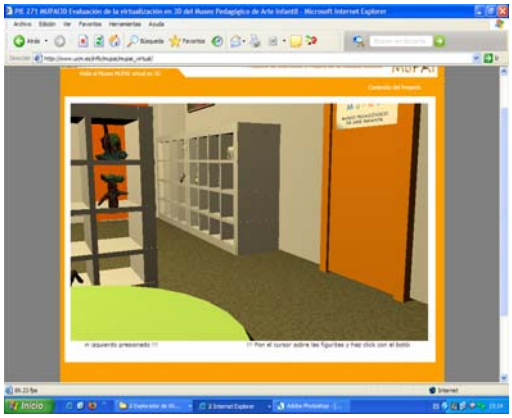
La evaluación se realizó mediante unas encuestas utilizando como evaluadores a los distintos perfiles para los que pretendíamos que fuera útil el recurso 3D. Es decir, investigadores, docentes y estudiantes, que examinaron varios aspectos del recurso y nos ayudaron a corregir posibles errores o inconvenientes.

Se llevaron acabo tres evaluaciones hasta conseguir los resultados buscados. Consideramos que tres era un buen número de evaluaciones con el fin de ajustar todos aquellos aspectos que los usuarios requiriesen y nosotros entendiéramos susceptibles de mejorar para lograr los objetivos perseguidos.

1º En estas imágenes podemos observar cuál fue la primera versión del MUPAI Virtual 3D a evaluar.







Entre los aspectos que fueron positivamente evaluados se encuentran:

La facilidad de navegación y la velocidad de la misma.
La posibilidad de manipulación de los objetos tridimensionales de las estanterías.
La velocidad de descarga.
El tamaño de la pantalla de visualización.

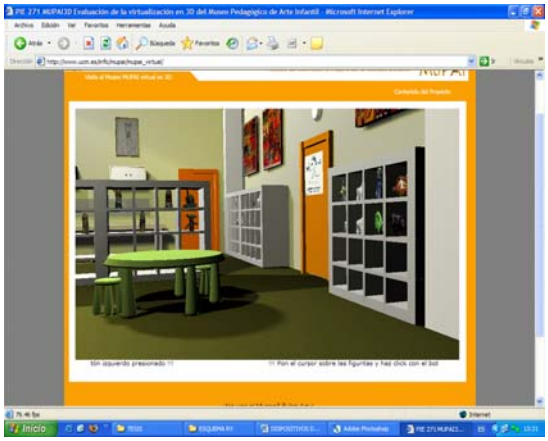
En esta versión del museo hubo varios aspectos que hubo que mejorar, entre ellos:
La sensación de realismo. En esta versión podemos ver que los objetos tienen sombras reales pero por el contrario no las proyectan a los objetos de alrededor. Esa es una característica del VRML, no produce sombras proyectadas. Para lo cual, hubo que encontrar alguna forma de solventar este inconveniente. En este sentido, el programa 3D Studio Max nos facilitaba una solución llamada renderizar a textura. De tal forma, que las sombras podían ser incorporadas a las imágenes de texturas para así dar esa sensación de proyección de las sombras. Con la ventaja de que este sistema no aumentaba el tamaño del archivo.

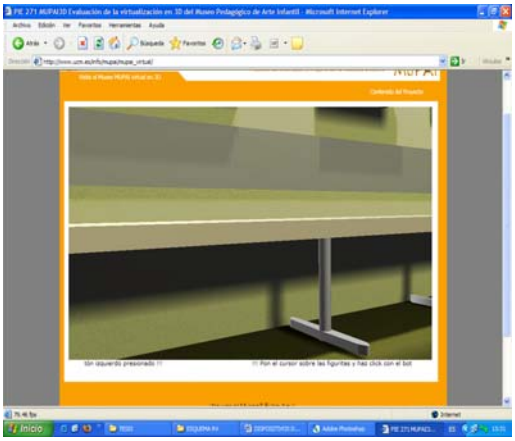
Acciones de interacción usuario-museo. A pesar de la existencia de algunas de estas acciones, se requería aun mayor interacción para darle aun más participación al usuario en su manipulación y navegación por el museo. Para ello, se dotó al museo de algunas acciones, como por ejemplo la apertura y cierre de cajones y puertas, acciones dinámicas de links, etc.

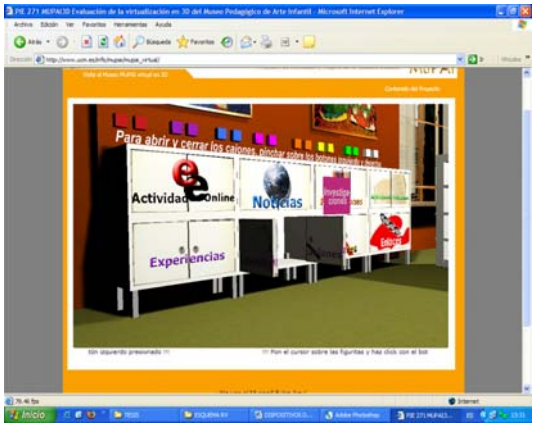
Textos de información sobre acciones y navegabilidad con el fin de hacerlas más sencillas.

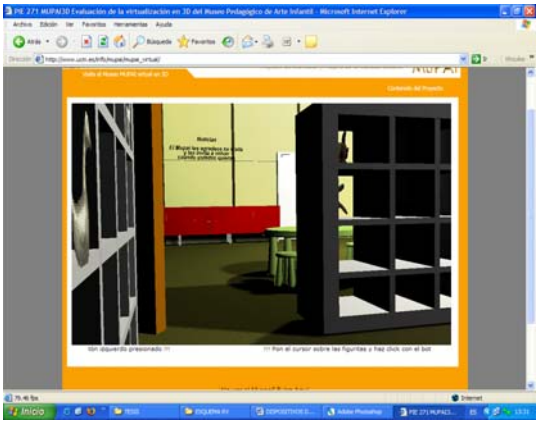
Links para la información de la página Web principal del museo.

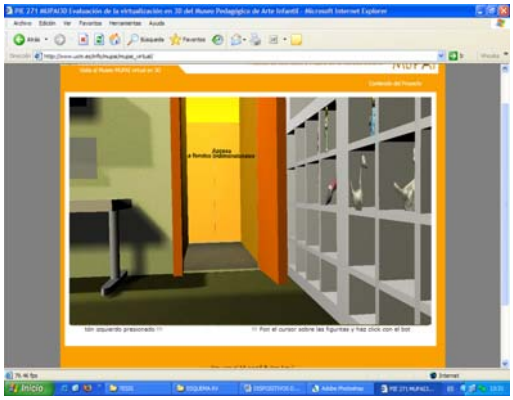
2º En esta segunda fase de evaluación este fue el resultado obtenido.









En este sentido cabe apreciar cómo la sensación de realidad con respecto a la primera versión es mucho mayor. Se aprecia la inclusión de sombras proyectadas que favorecen de manera clara la sensación de realidad.

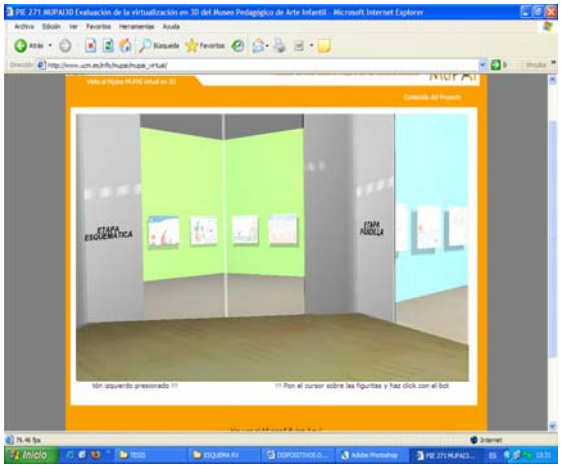
Además se puede apreciar la creación de nuevos recursos de interacción entre el museo virtual 3D y el usuario como son unas cajoneras con botones de apertura y cierre, de los cuales salen unos menús de vinculación a la información requerida.

Además de paneles textuales de información situados en la pared y puertas que se abren a nuestro paso para acceder a otras instalaciones.

Todos aquellos aspectos susceptibles de mejora propuestos en la primera versión del museo fueron mejorados y evaluados satisfactoriamente.

Como único aspecto a mejorar se nos presentó la posibilidad de ampliación de este espacio para ofrecer también fondos bidimensionales.

3º En esta tercera y última fase se aprecia la creación de más instalaciones donde poder exponer más cantidad de recursos. En este caso bidimensionales pero también con gran número de acciones de interacción entre el usuario y el museo virtual 3D.




Una vez realizadas estas dos evaluaciones, se procedió a realizar la última con los siguientes resultados:

ENCUESTAS PARA DOCENTES, INVESTIGADORES Y ESTUDIANTES

Esta encuesta está dirigida e la evaluación por parte del usuario del recurso virtual MuPAI Virtual 3D:

Evalúa de 1 a 10 los siguientes aspectos. Sólo es posible seleccionar una opción.

El acceso

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

La navegabilidad

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

La calidad gráfica

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

La información en general

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Recursos didácticos

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Utilidad del recurso para docentes

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Responde a las siguientes cuestiones

¿Tienes pensado volver a utilizar este recurso alguna otra vez?

SI ☐ NO ☐

¿Te parece una buena idea este tipo de museo?

SI ☐ NO ☐

Responde a las siguientes cuestiones

Define qué es lo que mejorarías de este recurso.

¿Qué te ha parecido el Museo?

**RESULTADOS**

El acceso

La calificación media fue de un 8. En general los resultados fueron satisfactorios. Cabría mencionar alguna problema para aquellas personas que tienen dificultad en la nevegación por Internet.

La navegabilidad

La calificación media fue de un 8,5. En aquellas conexiones de 512 kbps o 1 MB, funcionó perfectamente. En aquellos que usaban modem de 56 Kbps la navegación se entrecortaba un poco.

La calidad gráfica

La calificación fue de un 9,5. En general la satisfacción fue generalizada. Debemos decir que la calidad gráfica depende en gran medida del tipo de equipo y monitor que se tenga. Aun así la nota es bastante alta.

La información en general

La calificación media fue de un 7,5. En este sentido, hubo recomendaciones de hacer una especie de guía o manual de uso atendiendo al nivel del usuario.

Recursos didácticos

Los recursos didácticos fueron evaluados con un 9. Cabría decir, que estos recursos irán creciendo a medida que siga evolucionando el MuPAI Virtual 3D. Se incluirán propuestas didácticas aportadas por profesores, talleres online, más interactividad, textos explicativos insertados en el espacio tridimensional, etc.

Utilidad del recurso para los tres perfiles. Las calificaciones fueron las siguientes:
Docentes: 9
Investigadores: 8,5
Estudiantes: 8

¿Tienes pensado volver a utilizar este recurso alguna otra vez?

El 99% de los sujetos encuestados respondieron que sí volverían a utilizar este recurso. Sólo el 1% respondió que no. Un gran logro de este museo sería poder fidelizar a los

usuarios, es decir, que resultasen ser usuarios recurrentes que tuvieran el MuPAI Virtual 3D como un lugar de referencia para sus clases, investigaciones y estudios.

¿Te parece una buena idea este tipo de museo?
El 100% de los encuestados respondió que sí. En la última pregunta de esta encuesta, podemos encontrar respuestas en la dirección de poder conocer por qué les parece buena idea este tipo de museos.

Define qué es lo que mejorarías de este recurso.
En cuanto a aquello que mejorarían del recurso, las respuestas más relevantes son las siguientes:

Según el nivel del usuario convendría proporcionar información adaptada a este nivel.
Incluiría propuestas didácticas aportadas por los profesores.
La iluminación resulta un poco oscura para poder visualizar perfectamente el museo y los recursos.
Estaría bien contar con música ambiente durante el paseo por el museo.
La apertura y cierre de los cajones con acceso a la información del MuPAI la haría más sencilla.
El acceso aun más sencillo.

¿Qué te ha parecido el Museo?

Hubo respuestas de todo tipo. Desde aquellas que lo calificaban de interesante, fantástico, muy real, muy útil, etc. a aquellas un poco más razonadas como:

- "Me ha parecido fantástico poder visualizar objetos hechos por niños en 3D y poder moverlos yo con el ratón".
- "Me parece muy real, me falta acostumbrarme un poco a moverme con el ratón por el museo por que no lo controlo demasiado".
- "Esto para los chiquillos puede ser muy interesante, es algo así como un videojuego. A lo mejor ayuda a motivarles".
- "Los objetos en 3D son impresionantes, estoy encantada".
- "Es un museo muy espectacular, puedes verlo desde tu casa y en cualquier momento. Yo conozco físicamente el MuPAI y estoy asombrada de lo bien que está".

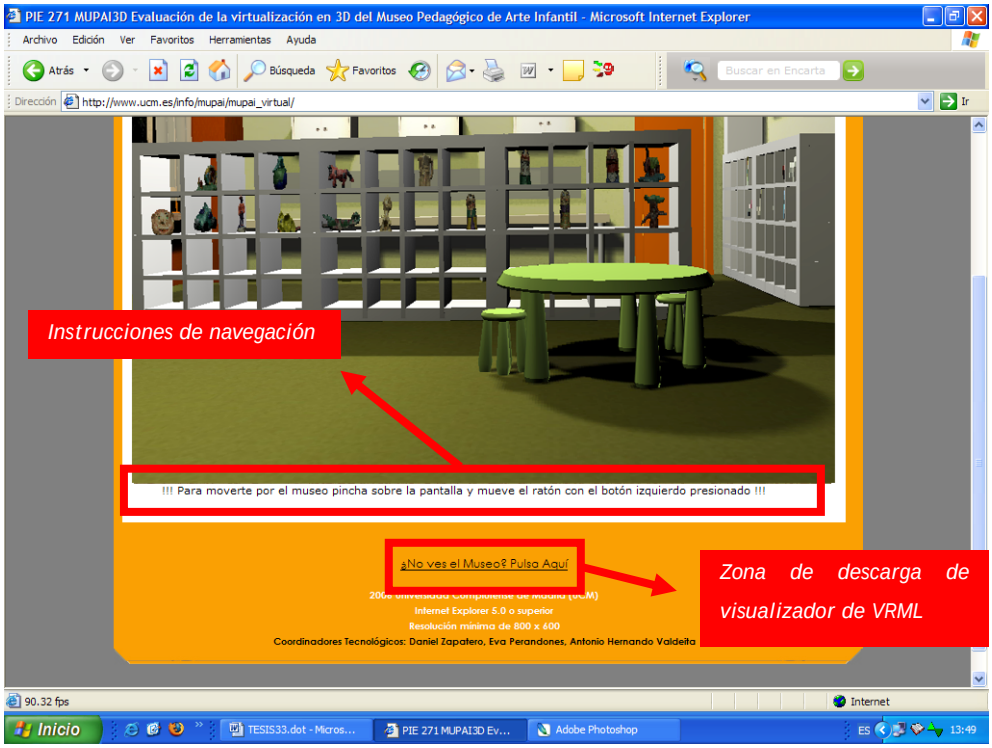
- “Lo veo muy útil, me parece que para un museo tan pequeño como el MuPAI le puede venir muy bien”.
- “Es una muy buena idea, la cierta similitud con el videojuego puede motivar al usuario a usarlo”.
- “Para los que no podemos visitarlo, es una buena forma de mostrarnos el museo”.
- “Me encanta sobre todo la libertad casi total de movimientos para moverme. En otros museos solo me dejan rotar”.
- “El museo esta muy bien, pero me gustaría que incluyerais más objetos 3D”

Estas y otras respuestas en la misma dirección que las anteriores fueron las realizadas por los encuestados. En este sentido, han sido escogidas las más representativas.

En el siguiente apartado, y en aras de un mejor conocimiento del funcionamiento del museo, se propone una guía del usuario.

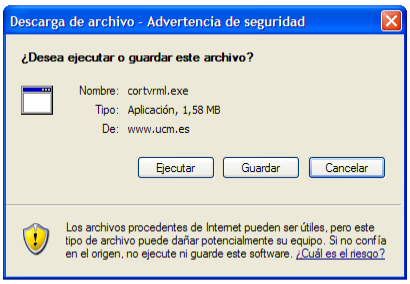
### V.4.2 Guía del usuario

A continuación realizaremos un recorrido por el MUPAI Virtual 3D a fin de explicar su funcionamiento. Para ello nos serviremos de imágenes, indicaciones y explicaciones de las mismas. Nuestra intención es crear una guía del usuario, aunque, el funcionamiento de este recurso es muy sencillo.

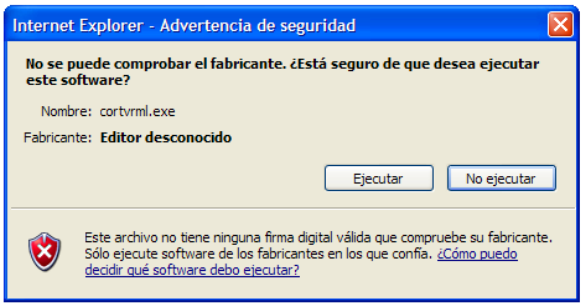



Al conectar con la página Web del MUPAI Virtual 3D (http://www.ucm.es/info/MUPAI/MUPAI_virtual/) nos aparece por un lado, justo en el centro inferior de la pantalla la ventana de visualización, en la franja blanca, las instrucciones para navegar. Y por otro lado, vemos una leyenda en la parte central inferior que dice: "¿No ves el Museo? Pincha aquí". Esto quiere decir que, en caso de conexión si el usuario no ve el museo, es decir, le aparece la ventana en color gris o blanco, significa que no posee un visualizador de VRML y por lo tanto debe descargárselo e instalarlo en el ordenador. Pulsando sobre la leyenda anteriormente

mencionada tiene la posibilidad de descargarse e instalar un visualizador de VRML llamado Cortona. Este visualizador nos permitirá ver el museo. Elegimos este visualizador porque otorga compatibilidad con bastantes navegadores actuales. A saber: Internet Explorer, Netscape, Mozilla, Opera y Safari.

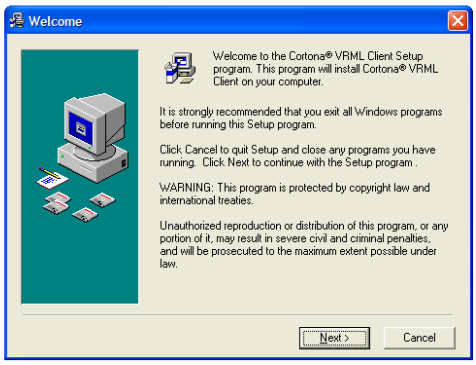



Al pinchar sobre "¿No ves el Museo? Pulsa aquí", se abre la ventana de diálogo de la imagen superior. Nos pregunta la acción que queremos realizar: ejecutar, guardar o cancelar. Para instalar el visualizador de VRML inmediatamente pulsamos sobre ejecutar, si queremos instalarlo más tarde pulsamos sobre guardar y si queremos salir de la instalación pulsamos sobre cancelar. Suponiendo que pulsamos sobre ejecutar, nos aparece la siguiente ventana de diálogo.



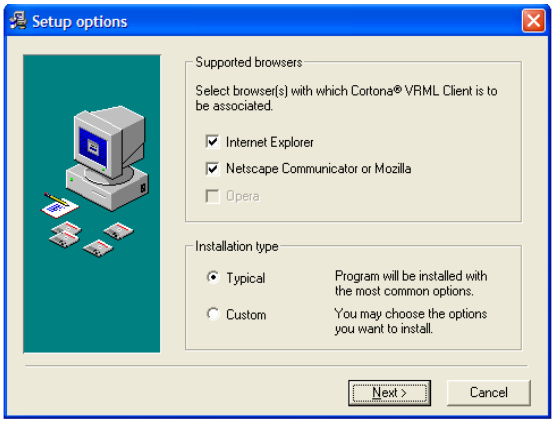

Esta ventana es una advertencia de seguridad, si bien no es necesario prestarle demasiada atención ya que el software a instalar es el mismo que está contenido en la

página de Paralell Graphics (fabricantes de Cortona). Por lo tanto es de total confianza. Elegiremos la opción ejecutar.

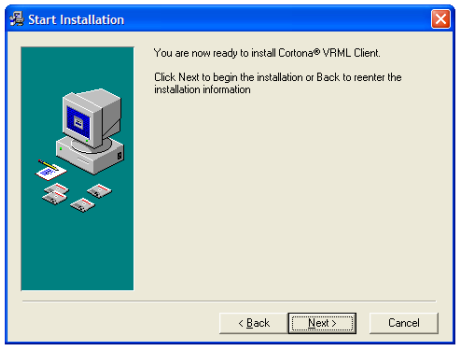



En esta ventana nos dan la bienvenida y nos pregunta si deseamos seguir con la instalación. Pulsaremos sobre el botón next.

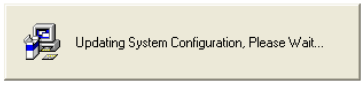
A continuación nos muestra el acuerdo de licencia, pulsaremos sobre el botón Accept.

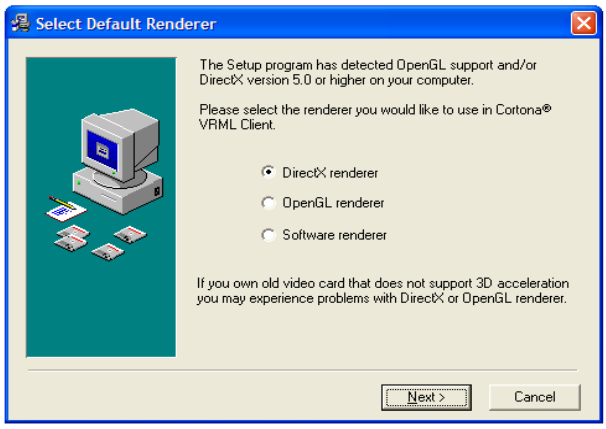



La ventana de la imagen superior nos informa de los browsers o navegadores que soporta este software y el tipo de instalación a realizar. En este sentido, dependiendo de los navegadores que tengamos instalados nos dará la opción de señalarlos. Si no los tenemos instalados nos aparecerá la opción en gris sin posibilidad de marcar. En cuanto al tipo de instalación, si no somos expertos en este tema, elegiremos la opción Typical y pulsaremos sobre el botón Next.

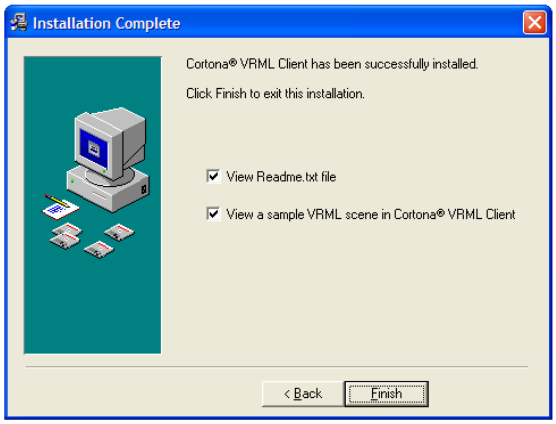



Esta ventana nos confirma que estamos listos para instalar el programa y que pulsemos sobre el botón Next para comenzar la instalación. El proceso de instalación no suele tardar más de diez segundos, si bien dependerá del equipo en el que se trabaje.



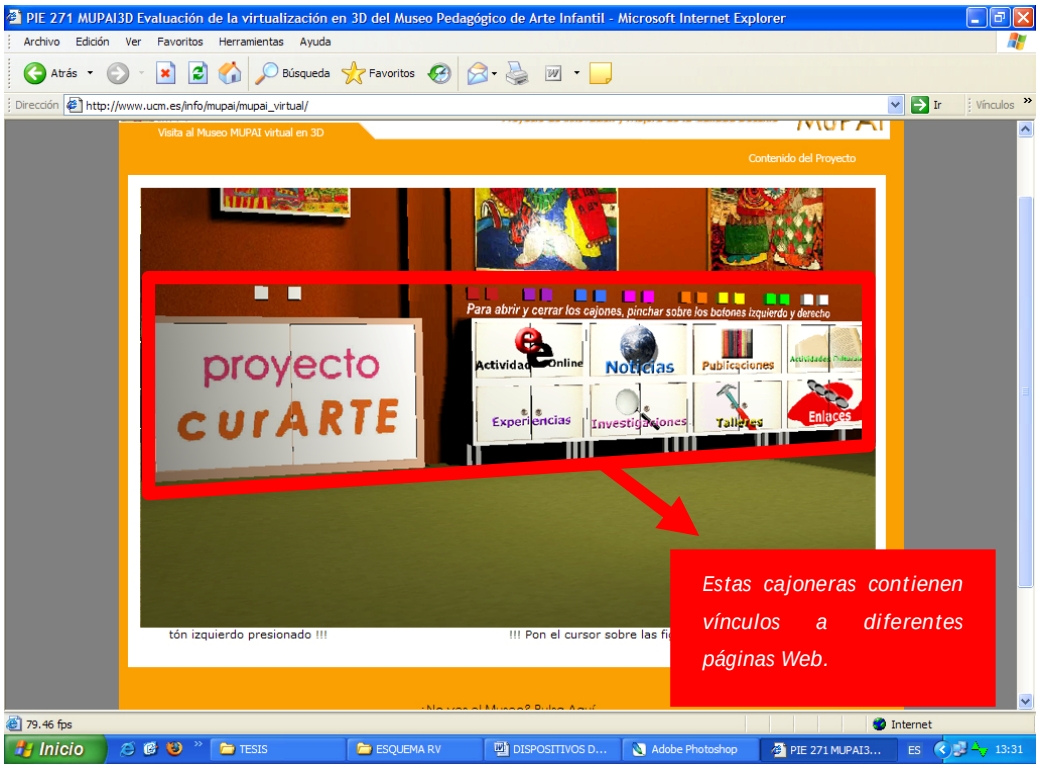




Una vez instalado Cortona nos pregunta sobre el renderizador que deseamos usar. Es muy recomendable seleccionar "OpenGL renderer" ya que todas las tarjetas gráficas actualmente traen este sistema para la visualización 3D. Además, la experiencia nos muestra que se trabaja mejor en este sistema.



Una vez concluido todo el proceso, por último nos confirma que Cortona ha sido instalado satisfactoriamente y que pulsemos sobre el botón “Finish” para salir de la instalación.

Ya terminado todo el proceso de instalación del software podemos visualizar el MUPAI Virtual 3D.




En el mismo instante en que accedemos al MUPAI Virtual 3D, si giramos con el ratón un poco a la izquierda, nos encontramos con unas cajoneras, unos botones y una leyenda de explicación. Las cajoneras contienen en su interior vínculos a páginas Web de acceso la información seleccionada. Pero para que se abran estas cajoneras debemos pinchar sobre los botones que se encuentran en la parte superior. Cada botón está asociado a su cajonera por color. El botón izquierdo (según nuestra visión) abre las cajoneras y despliega el menú contenido en su interior. El botón derecho en cambio cierra dichas cajoneras e introduce el menú). Los vínculos que aparecen funcionan desde cualquier ubicación de la sala siempre y cuando tengamos visión sobre ellos y no se interponga ningún obstáculo entre nosotros y el vínculo.

Los vínculos que aparecen se refieren todos a información de interés sobre el museo y el Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica, que es donde dicho museo se encuentra ubicado físicamente. Podemos ver las publicaciones, talleres, noticias, etc. Además se incluye un apartado especial para el proyecto Curarte. Proyecto I+D que está desarrollando dicho Departamento de Didáctica.

Como ejemplo podemos ver que si situamos el cursos sobre un enlace debajo nos aparece una pequeña leyenda con el título del enlace, además de un símbolo en forma de ancla (en la imagen no aparece pero sí en la navegación). Esta ancla nos indica que estamos dentro de la zona de activación del vínculo. Si pinchamos con el ratón sobre el vínculo nos llega directamente a la página de enlace donde se encuentra la información seleccionada como se muestra en la imagen inferior.

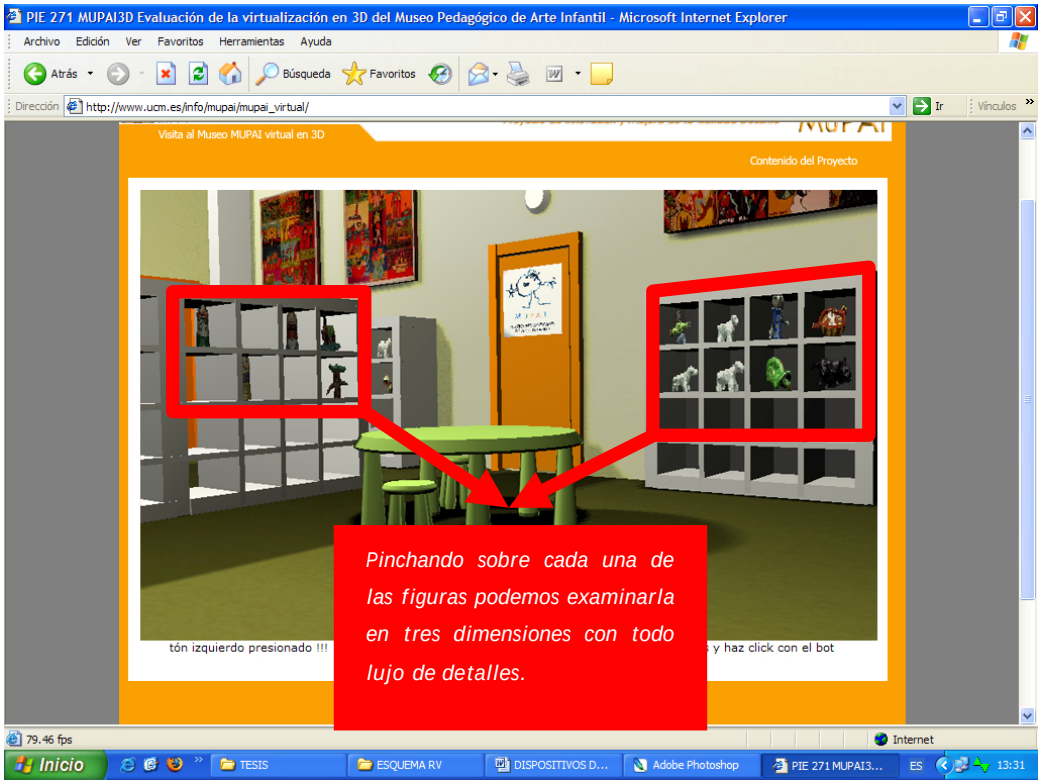
Publicaciones dentro del Departamento - Microsoft Internet Explorer
http://www.ucm.es/info/mupai/pg4m.htm
MuPAI
Museo Pedagógico De Arte Infantil
PUBLICACIONES
ARTE, INDIVIDUO Y SOCIEDAD
Temas de Arte y Educación Artística
Revista del Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica, en esta publicación se recogen las experiencias sobre educación artística.
Arte Infantil y Cultura Visual
2005
Editores: Manuel Hernández Belver
Arte Infantil en contextos contemporáneos
2005
Editores: Manuel Hernández Belver

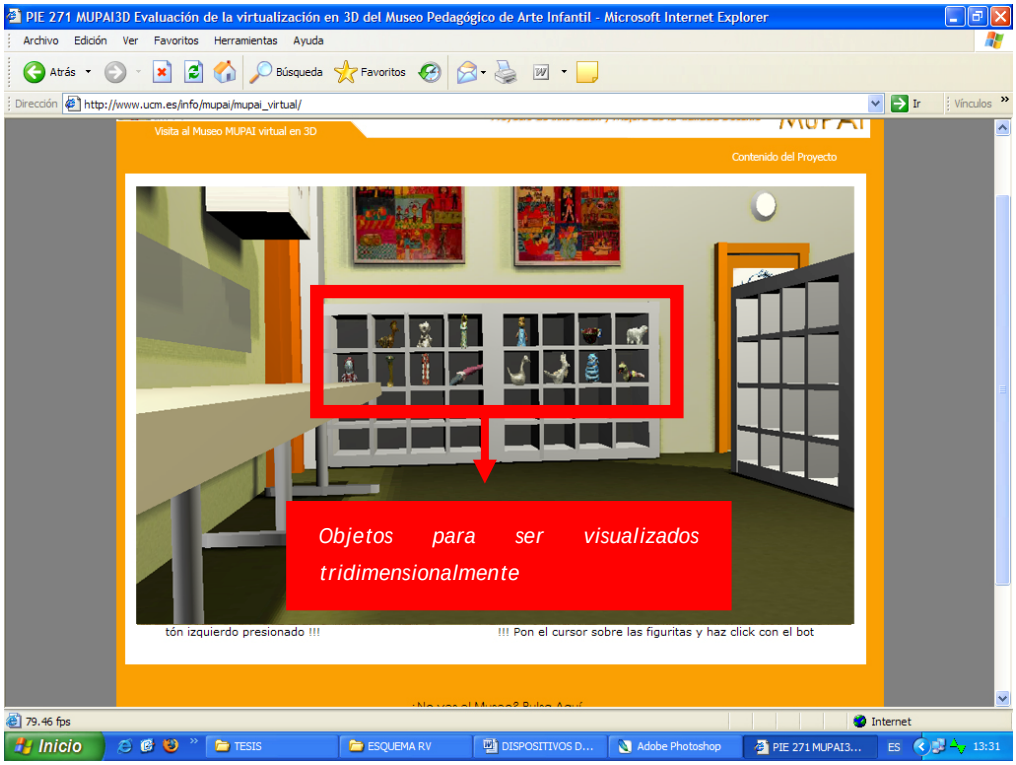
PIE 271 MUPAI3D Evaluación de la virtualización en 3D del Museo Pedagógico de Arte Infantil - Microsoft Internet Explorer
http://www.ucm.es/info/mupai/mupai_virtual/
Visita al Museo MUPAI virtual en 3D
Contenido del Proyecto
Noticias Dpto
Noticias Mupai
Publica-ciones
Exposi-ciones
Talleres Mupai
Talleres Fuera
Enlace
Investiga-ciones
Todos los menús desplegados. Cada uno de los cuales posee un vínculo.

Esta sería la visión que tendríamos con todos los menús desplegados. Como comentábamos anteriormente, tanto los botones como los vínculos se pueden activar desde cualquier parte de la sala siempre que tengamos visión de ellos.

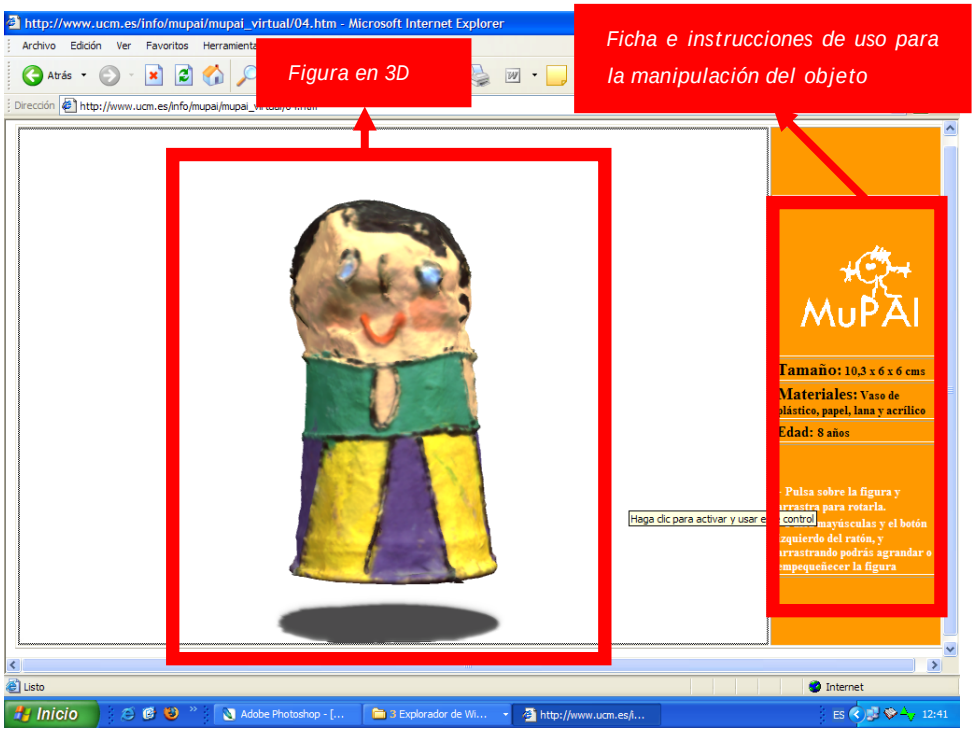
Dicho esto, pasamos a uno de los aspectos más importantes, sino el más importante de este recurso.

En otra visión del MUPAI Virtual 3D, esta situada a la derecha, podemos observar la existencia de estanterías, dentro de las cuales se encuentran objetos o figuras realizadas por niños. En estos momentos contamos con un total de 38, con la intención de ir incrementando paulatinamente la colección.





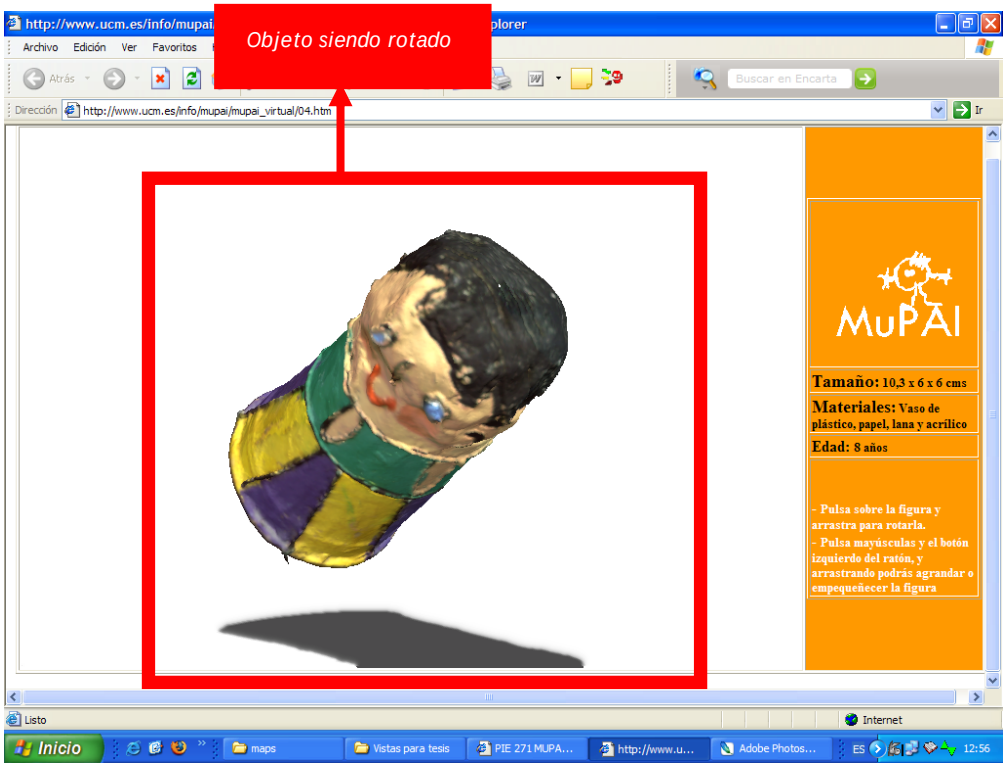

Todas estas figuras cuentan con vínculos (al igual que veíamos anteriormente). Si nos situamos encima de alguna de ellas nos aparece un símbolo en forma de ancla que nos indica que nos encontramos en la zona de activación del vínculo. Haciendo clic sobre un cualquier objeto situado en las estanterías, nos aparece ese objeto en tres dimensiones como podemos ver en la figura inferior. Si bien antes nos pide descargar un Active X para instalar el visualizador. Su instalación es sumamente sencilla ya que se limita a hacernos la pregunta si deseamos su instalación, contestamos que sí, y después la figura se carga y aparece.




Así es como nos aparece la figura cuando hacemos clic sobre ella. La pantalla se divide en dos zonas claramente diferenciadas:

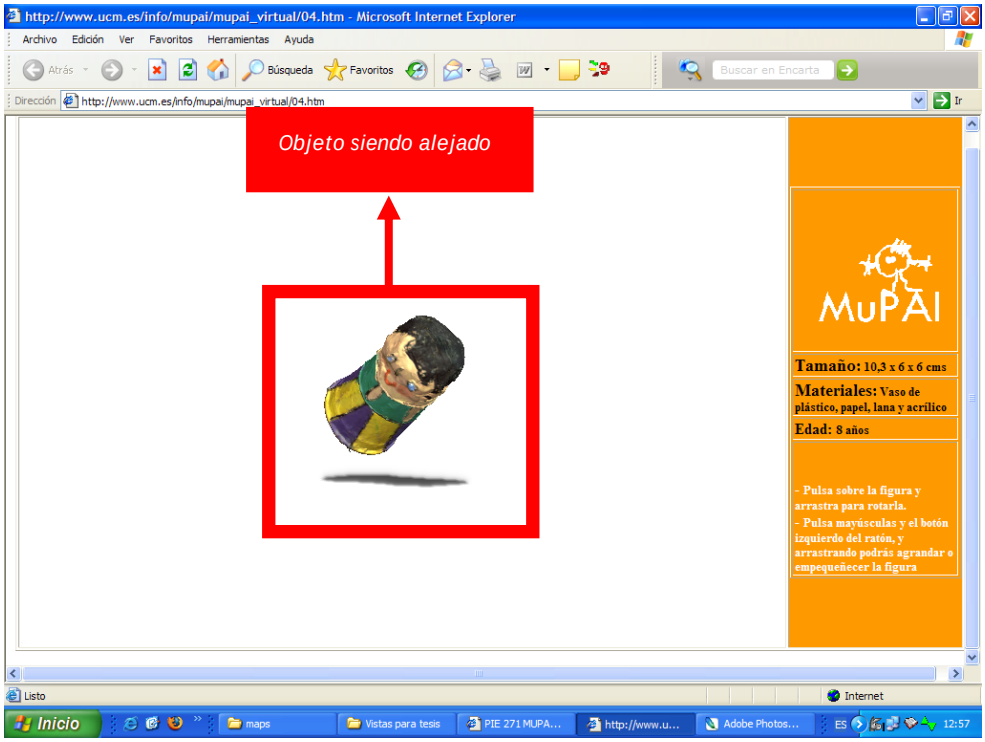
En la parte izquierda-central se sitúa la figura, la que, como veremos posteriormente, podemos examinar a nuestro antojo.

En la parte derecha y en naranja, nos encontramos la ficha sobre el objeto. Esta ficha es susceptible d e ser ampliada posteriormente, si bien en este momento cuenta con tres parámetros básicos, como son el tamaño de la figura, el material con el cual está hecho, y la edad del niño que la realizó. Además debajo de esta ficha y en letras blancas se encuentran una serie de indicaciones a cerca de cómo manipular la figura.



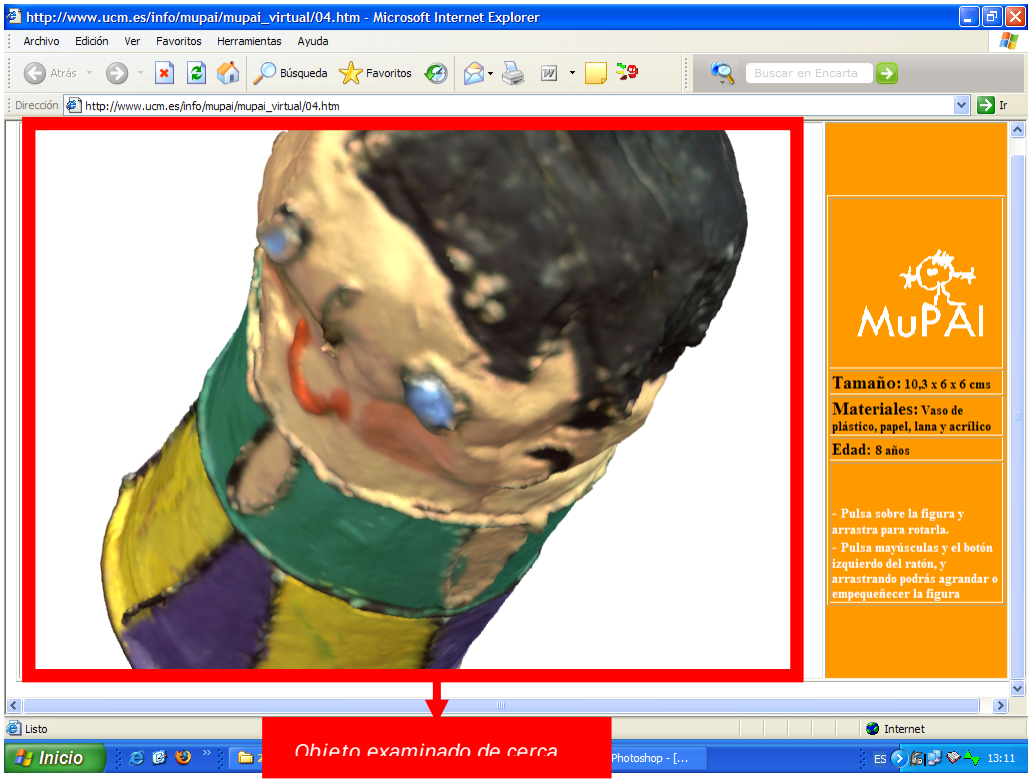

Para poder manipular el objeto, primero debemos hacer un clic encima de la figura para activar el objeto y después simplemente pinchar con el ratón y arrastrar el mismo hacia donde queremos que gire la figura. Para tener una mejor imagen del objeto y examinarlo correctamente se eligió un fondo absolutamente blanco. Este fondo ayuda a no distraerse con elementos y colores periféricos. Incluso para darle aún mayor realismo al objeto, además de el mismo poseer sombras y luces, proyecta una sombra sobre un suelo ficticio blanco que ayuda a proporcionar “realidad”.

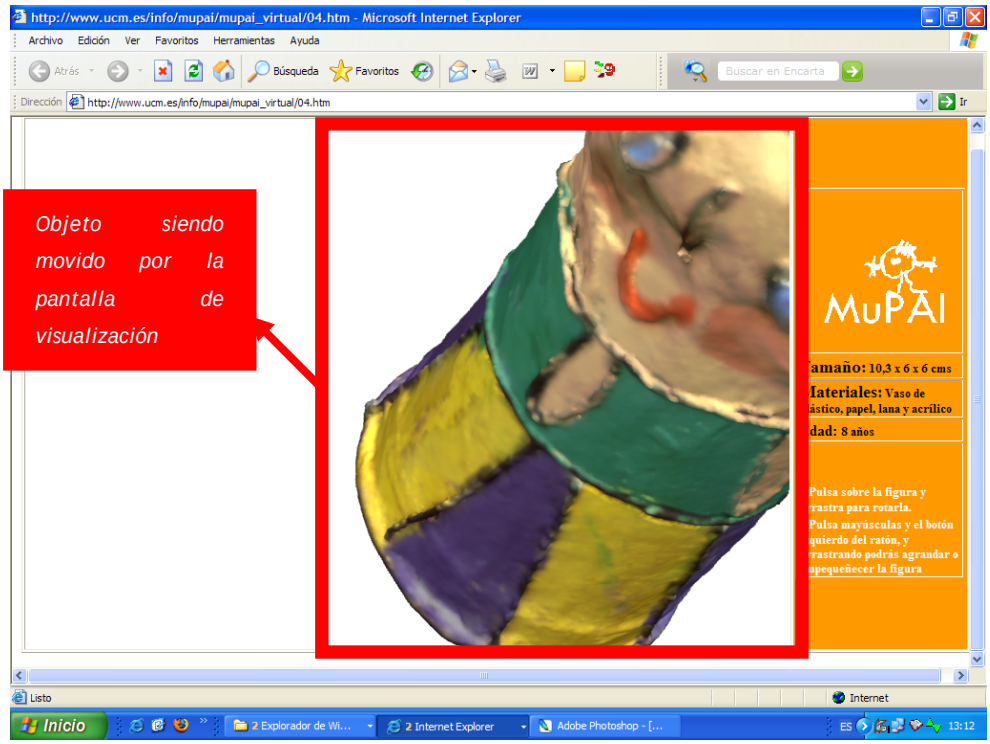
Además de la rotación del objeto, se permiten otros aspectos de visualización que iremos viendo a continuación.




Como podemos observar en esta imagen y en la posterior, el objeto puede ser alejado o acercado dependiendo de nuestro particular interés. Tanto para acercarlo como para alejarlo lo único que hay que hacer, y que se explica claramente en la parte derecha, es pulsar sobre la tecla Mayúsculas y mover el ratón, con el ratón izquierdo pulsado, hacia arriba  y hacia abajo. Hacia arriba, la figura se alejará y hacia abajo, se acercará.

Mayusc. + Clic ratón.

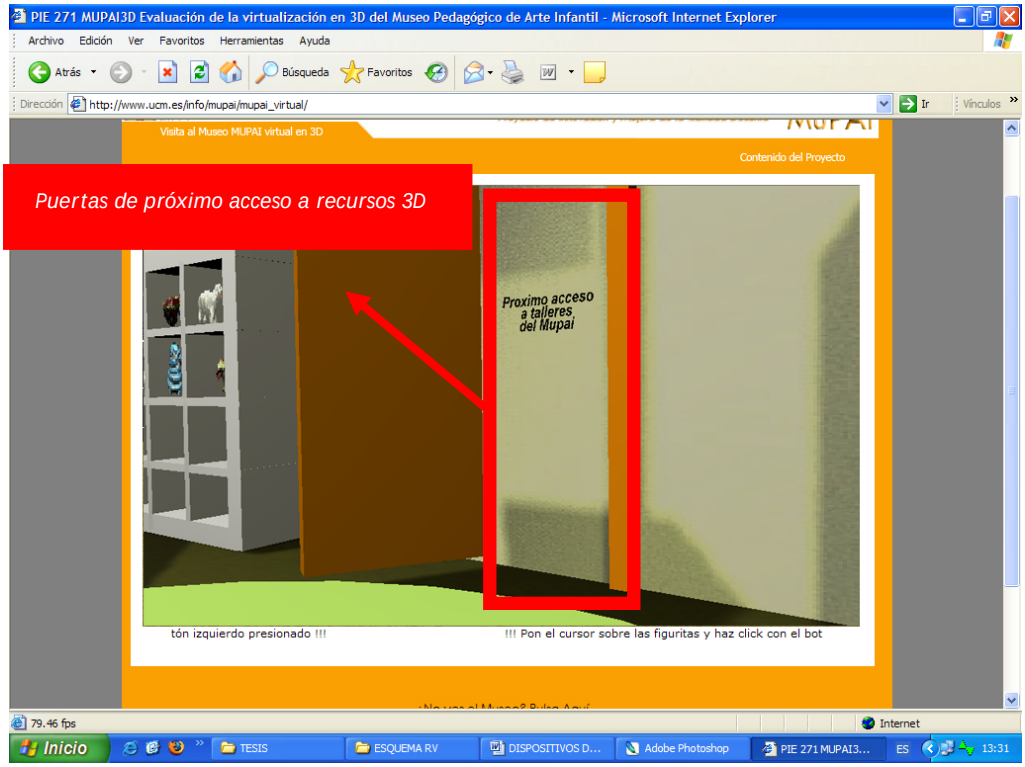

http://www.ucm.es/info/mupai/mupai_virtual/04.htm - Microsoft Internet Explorer
Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda
Dirección http://www.ucm.es/info/mupai/mupai_virtual/04.htm
MuPAI
Tamaño: 10,3 x 6 x 6 cms
Materiales: Vaso de plástico, papel, lana y acrílico
Edad: 8 años
- Pulsa sobre la figura y arrastra para rotarla.
- Pulsa mayúsculas y el botón izquierdo del ratón, y arrastrando podrás agrandar o empequeñecer la figura
Objeto examinado de cerca
Inicio


http://www.ucm.es/info/mupai/mupai_virtual/04.htm - Microsoft Internet Explorer
Objeto siendo movido por la pantalla de visualización
MuPAI
Inicio

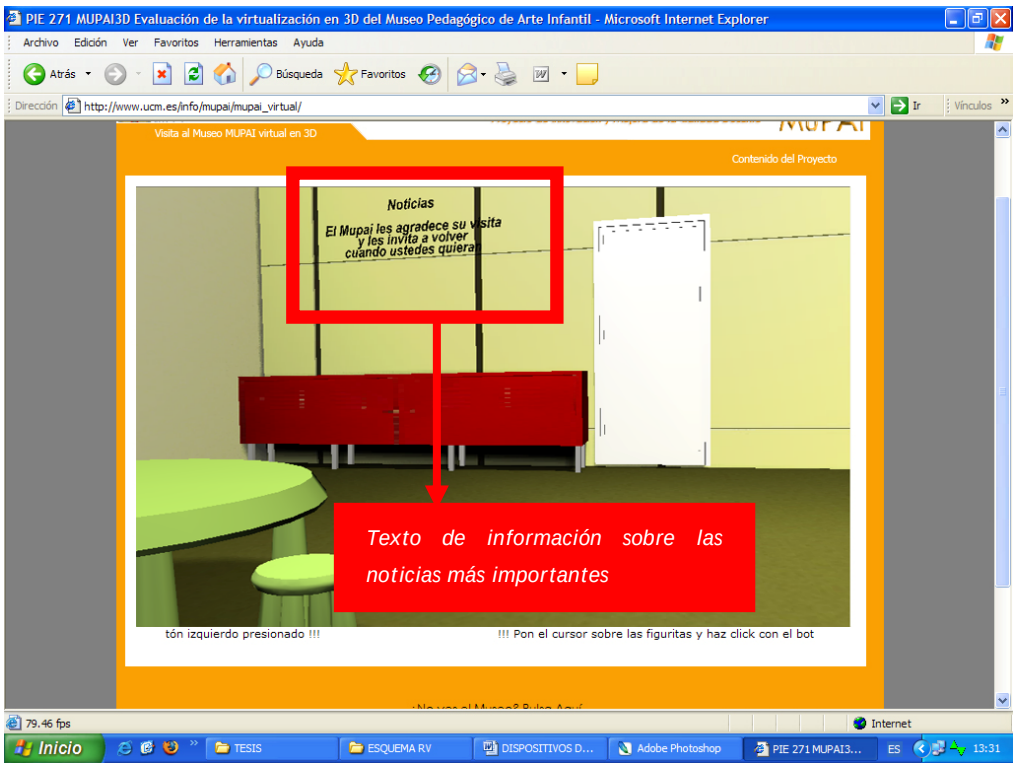
Existe otra opción de manipulación que es la que completa las acciones para poder manipular completamente y a nuestro antojo los objetos. Primero hemos visto que se podían rotar, después que se pueden acercar o alejar y ahora veremos que también se pueden mover por toda la pantalla de visualización.

En este caso en vez de pulsar la tecla de las mayúsculas, la acción la realizamos pulsando la tecla Control (CTRL).

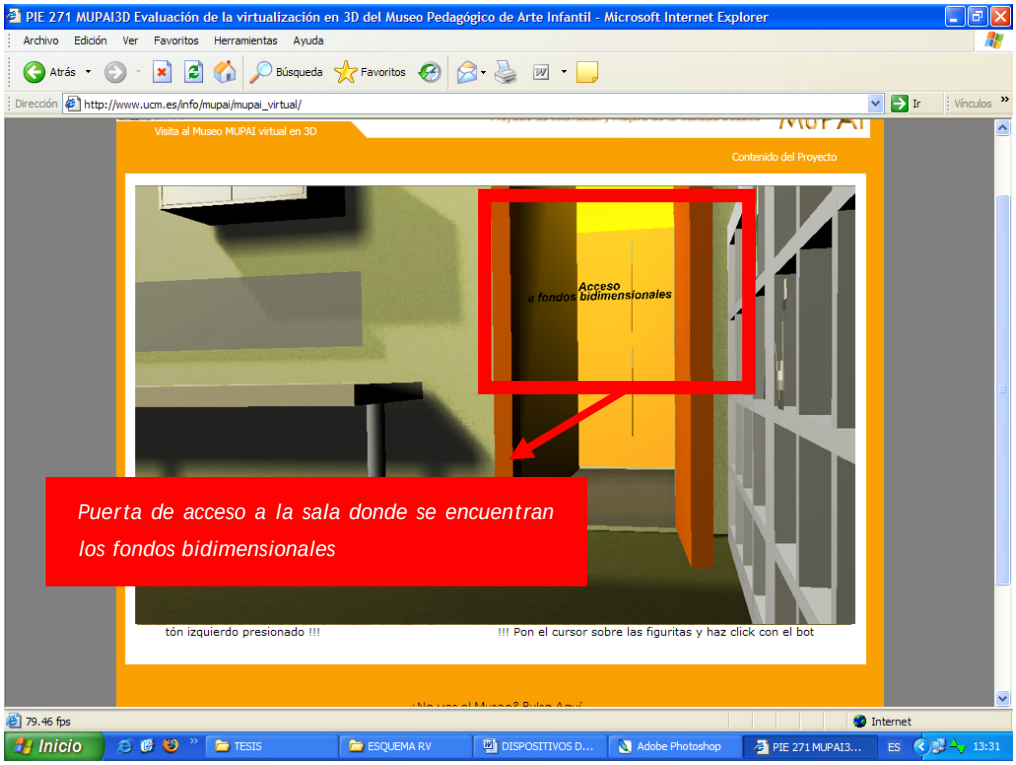
CTRL+Clic ratón



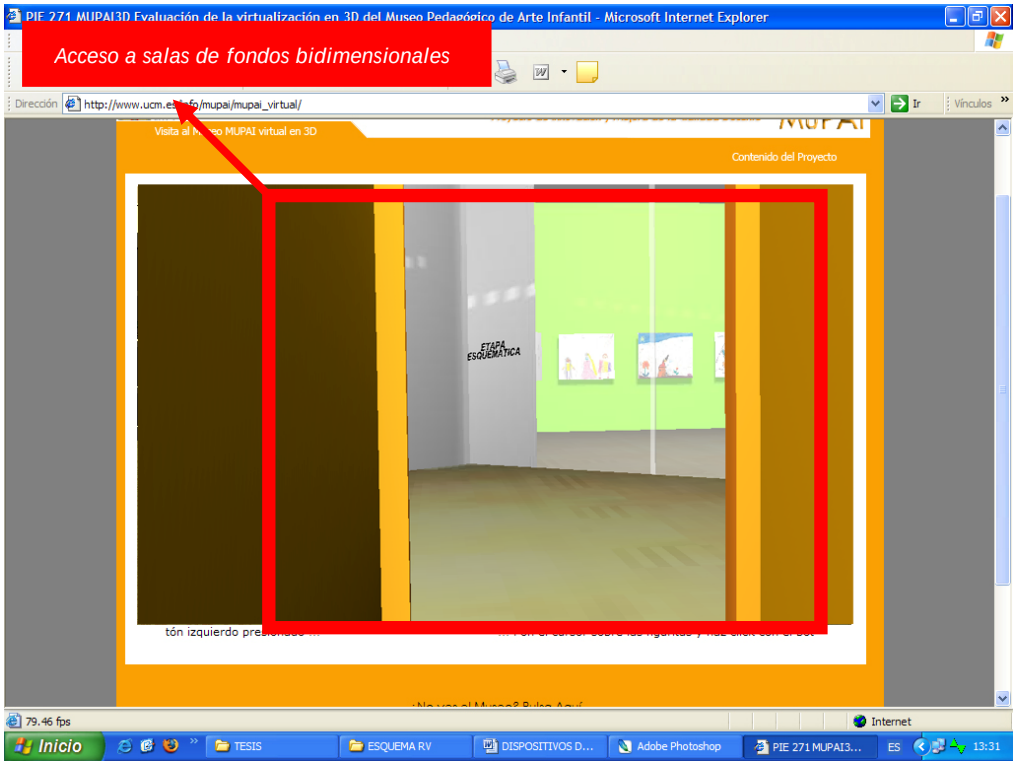

En alguno de los accesos al MUPAI Virtual 3D se puede encontrar alguna leyenda de próxima apertura o acceso. Esto nos sirve especialmente para informar que poco a poco el MUPAI Virtual 3D será ampliado con el fin de poner a disposición del usuario nuevos fondos que poder consultar. Estas puertas de acceso están provistas de unos sensores de proximidad, de tal manera que el usuario cuando se acerque a una distancia preestablecida la puerta ejecutará la acción de abrirse, por el contrario cuando salga de la zona de activación de este sensor, la puerta se cerrará.



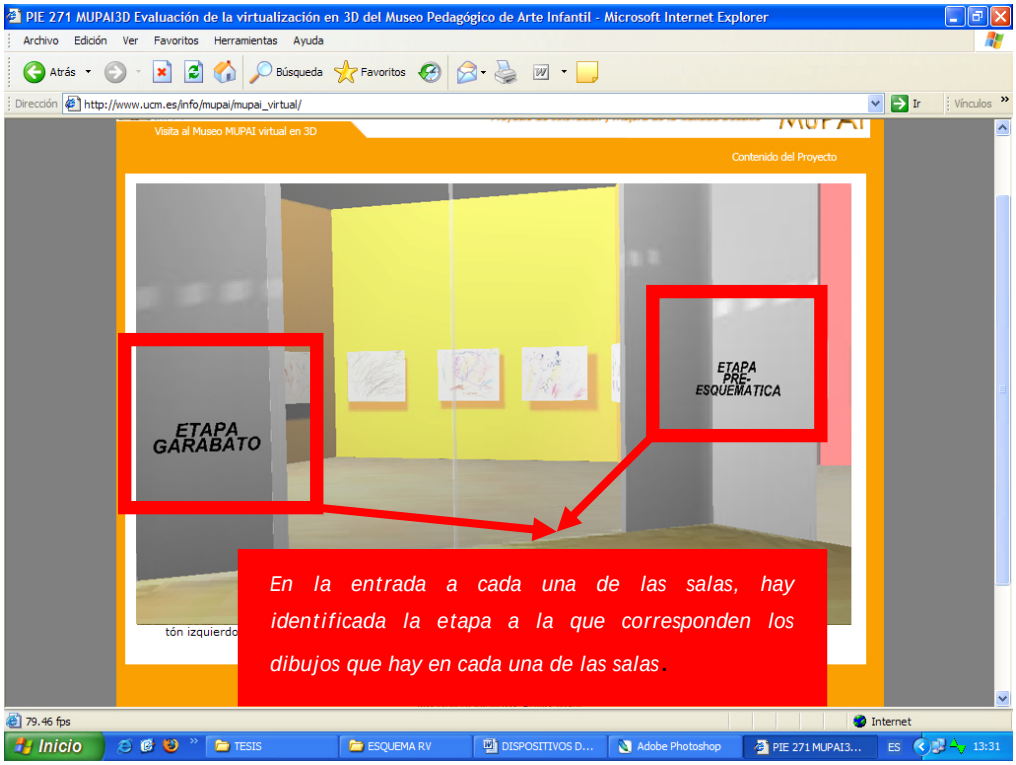

Justo en la pared que se encuentra a espaldas de nuestro acceso al museo, aparece un texto que nos irá informado de las noticias más importantes que acontezcan en relación con el museo o sus actividades. Estas noticias se irán actualizando atendiendo siempre a la aparición de noticias de interés. Su actualización es de suma facilidad.



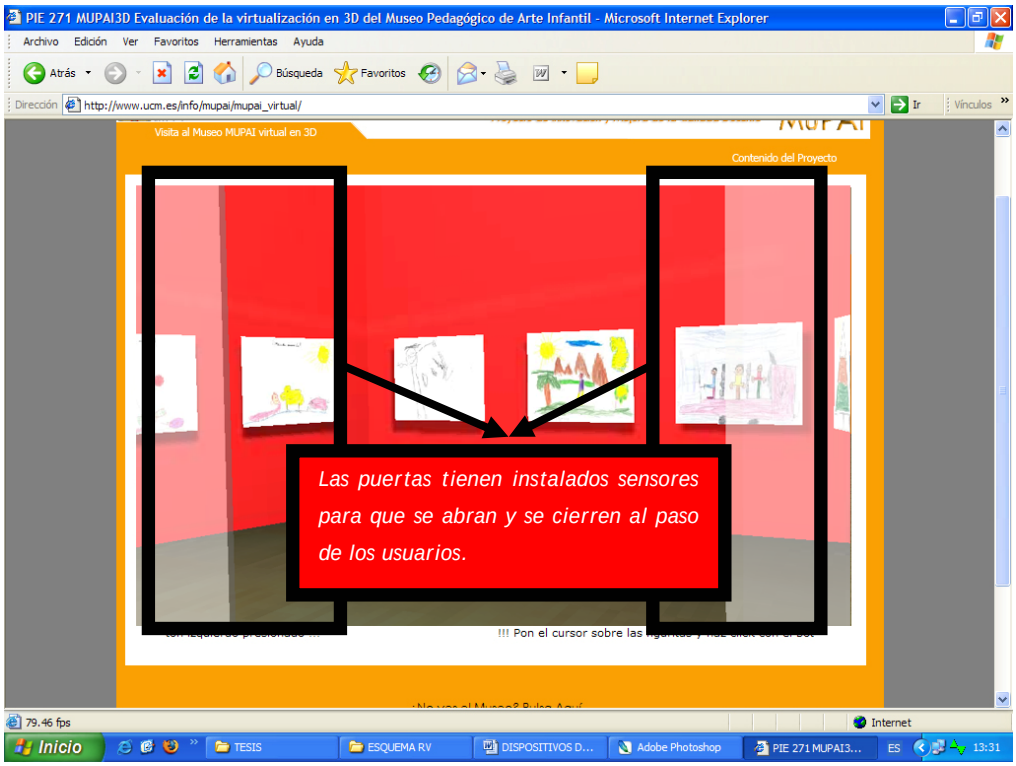

Lo visto hasta ahora, aparte de aquellos efectos dinámicos, intenta ser una fiel reproducción del MUPAI físico. Si bien dado su limitado tamaño, y nuestra necesidad de exponer todos los fondos que podamos, necesitábamos de la posibilidad de seguir creando espacios de exposición. En este sentido, hasta el momento hemos tratado el tema de la información acerca del museo y sus fondos tridimensionales. Por ello, y entendiendo que el museo cuenta con gran cantidad de fondos bidimensionales, se aprobó la necesidad de crear un lugar de exposición de dichos fondos. Como podemos ver en la imagen superior, en la puerta frontal según accedemos al museo, al abrirse encontramos una leyenda que nos informa del acceso a los fondos bidimensionales.



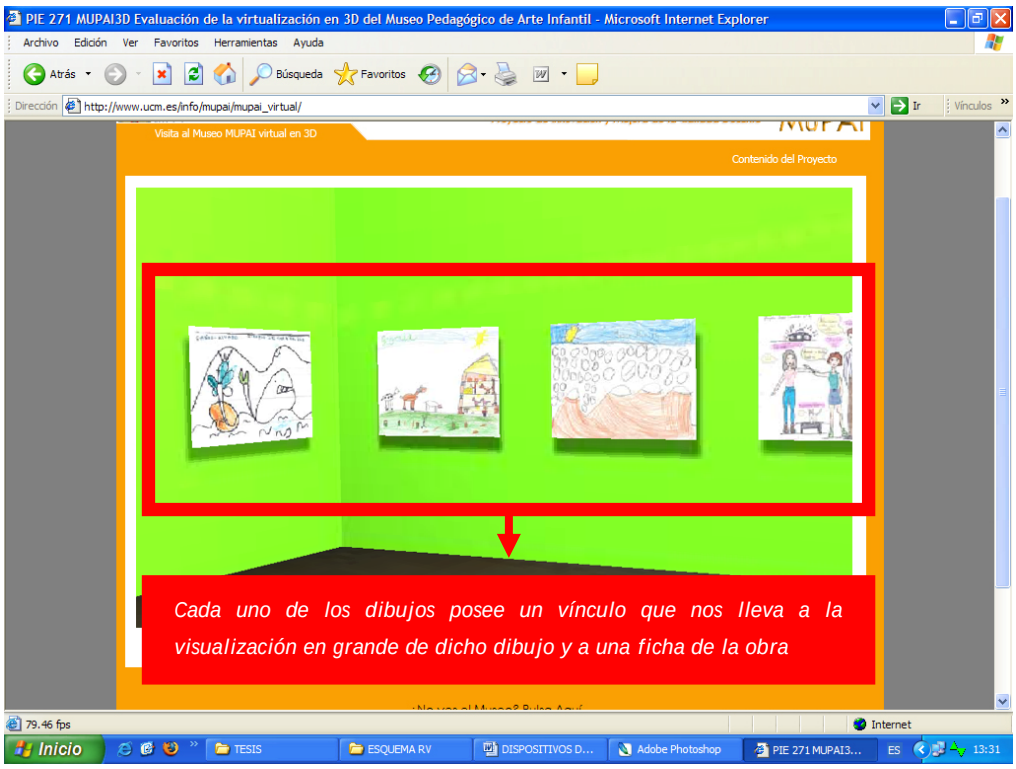

En nuestro camino encontramos un pasillo de acceso con unas puertas correderas que según avanzamos se van abriendo. Al superarlas nos encontramos en una sala con cuatro puertas de acceso a distintas salas en donde se encuentran dibujos expuestos.




En la entrada a cada una de las salas aparece cada una de las etapas en las que se divide el dibujo del niño. Por tanto, los dibujos contenidos en las mismas atenderán a este requisito.

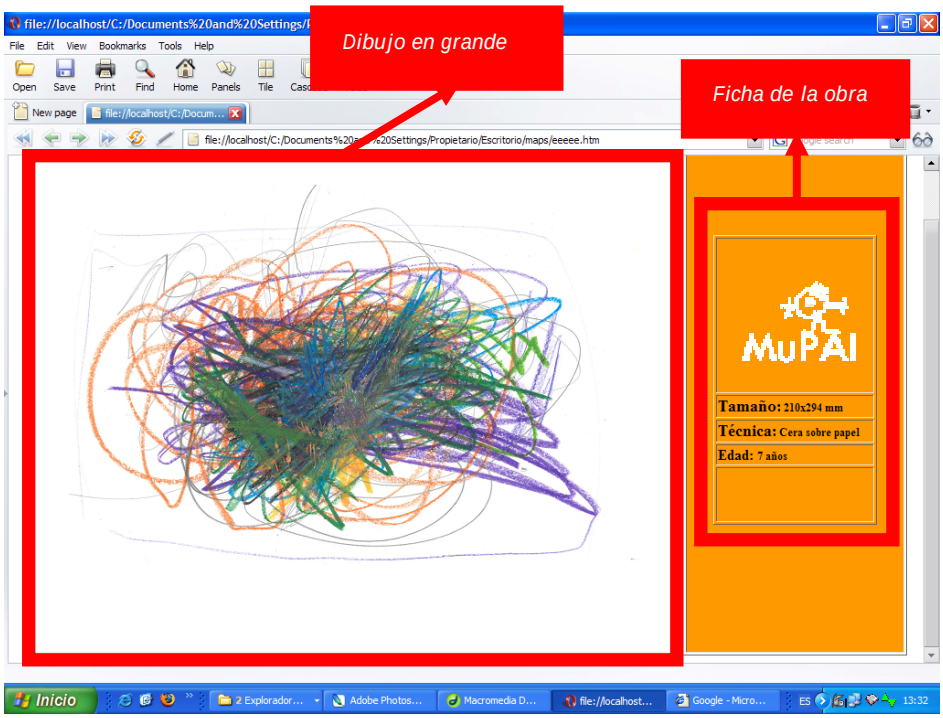


El sistema de entrada a las salas es el mismo que el comentado anteriormente. Según nos vamos acercando a las puertas estas se abren. Si salimos de su zona de influencia, estas se cierran.

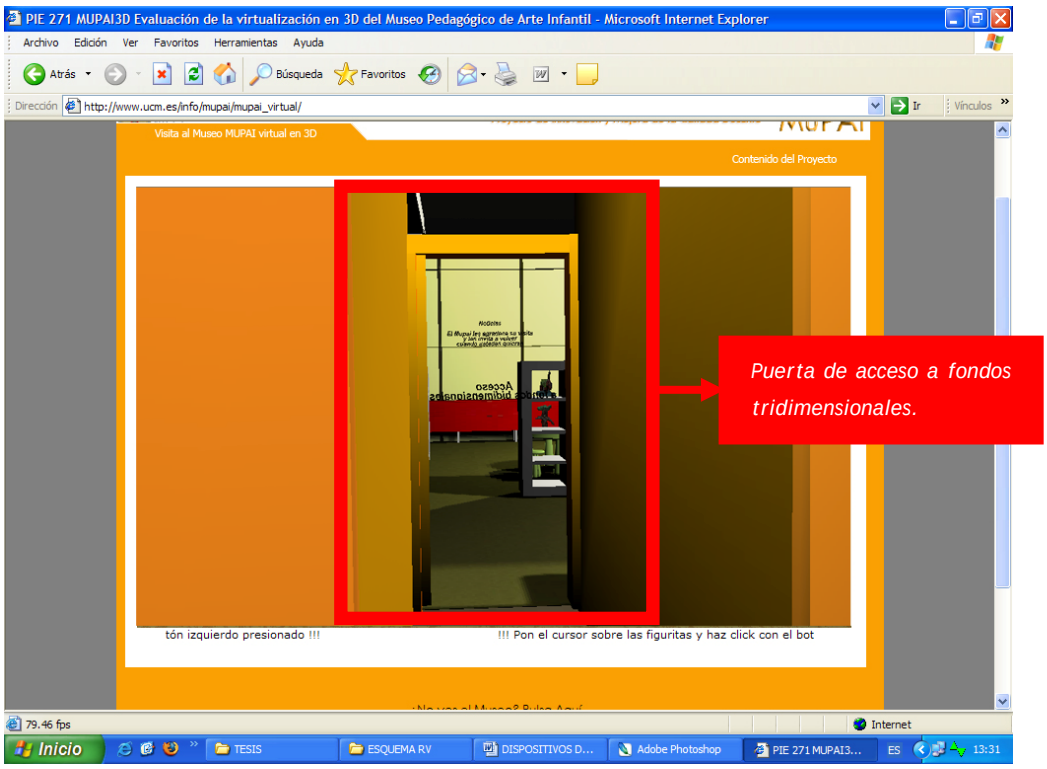



Una vez dentro de las salas nos encontramos con los dibujos expuestos. En cada una de las salas hay doce dibujos, cada uno de los cuales con su vínculo.

Al pinchar sobre cada uno de los dibujos accedemos a una página Web de información acerca de la obra.



Al igual que sucediera con los fondos tridimensionales en la parte central-izquierda nos encontramos con el dibujo en cuestión a gran tamaño y buena resolución y a la derecha la ficha de dicha obra. Ficha que contiene el tamaño de la obra, la técnica utilizada y la edad del niño que la creó.




Por último, podemos volver sobre nuestros pasos y entrar de nuevo en la sala donde se encuentran los fondos tridimensionales.

# VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al final de cada capítulo de esta investigación, hemos elaborado unas conclusiones, que hacen referencia a cada uno de los temas tratados en los mismos. Una vez terminada la investigación objeto de esta tesis incorporamos las que se derivan del trabajo de campo final y que podemos resumir en las siguientes:

**- Respecto a la aplicación de las nuevas tecnologías al museo.**

El uso de las nuevas tecnologías aplicadas al museo ha sido constante a partir de mediados del siglo XX con el cambio de concepto de museo. En este sentido han cumplido eficazmente sus funciones de acceso, conservación, documentación, información, etc.

**- Respecto a la realidad virtual**

Según el escritor de ciencia ficción J. G. Ballard hay que remontarse a la invención del lenguaje para encontrar un detonador de transformaciones tan decisivas como las que a su parecer desencadenara la realidad virtual. En este sentido y atendiendo a lo expuesto en esta investigación no pensamos que sea del todo exagerado esta afirmación. Atendiendo a las características de esta tecnología y a sus posibilidades, pensamos que estamos ante una tecnología que cambiará muchas cosas.

**- Respecto a la realidad virtual y la investigación**

El uso de esta tecnología en casi todos los campos y sectores de la sociedad es incuestionable. Desde simuladores de entrenamiento para pilotos, hasta videojuegos, pasando por reconstrucciones arqueológicas, etc. Y este hecho se produce porque la realidad virtual ha demostrado su eficacia y su versatilidad en las distintos tipos y formas de aplicación.

**- Respecto a la realidad virtual y su aplicación en la educación en general y en la educación artística en particular.**

La educación está empezando a asimilar el uso de esta tecnología. Desde que es accesible a nivel usuario, los educadores han visto en esta tecnología una herramienta importante en el terreno de la educación. Son numerosos los proyectos encaminados a desarrollar aplicaciones de esta tecnología en el mundo educativo. Desde enciclopedias digitales, pasando por museos hasta aulas virtuales y un largo etcétera.

**- Respecto al uso de la realidad virtual en el museo**

El museo ha estado utilizando esta tecnología pero de manera bastante limitada y no contemplando todas las posibilidades que trae consigo. Aparte de ser muchos los museos que aun hoy no usan esta tecnología entre sus recursos, los que cuentan con ella todavía no la han explotado en toda su dimensión. La realidad virtual posee hoy en día unas posibilidades lo suficientemente atractivas y útiles para el público, además de baratas (realidad virtual no inmersiva), como para que los museos se decidan de una vez por todas a utilizar esta tecnología de modo más sofisticado.

**- Respecto a su uso por investigadores, docentes y estudiantes**

Respecto a esta cuestión cabría mencionar primero, que el 99% de los encuestados respondió que afirmativamente cuando se le preguntó si volvería a utilizar este recurso. Segundo, que al 100% de los encuestados les parece una buena idea este tipo de recurso. Y por último en las evaluaciones sobre los diferentes perfiles, los docentes puntúan en un 9 la utilidad para este colectivo, los investigadores en un 8,5 y los estudiantes en un 7,5. En este sentido y a la espera de ver la evolución tanto del museo como sus usuarios podemos afirmar que el recurso resulta útil para los tres perfiles a los que este recurso va dirigido.

**- Respecto al trabajo de campo final**

Tras analizar todos los datos obtenidos podemos afirmar que, el trabajo de campo en general ha resultado satisfactorio en la consecución de los objetivos perseguidos, si bien cabe tiempo para realizar la mejora de aquellos aspectos que nos han señalado los usuarios en las encuestas y lo que hemos percibido nosotros a través de la observación. Cabría señalar que el trabajo de campo, aun en su complejidad ha sido realizado sin conocimientos profesionales de informática y programación. Todo partiendo desde un conocimiento a nivel usuario y mucha investigación ha sido posible realizar este recurso virtual 3D. Con ello, queremos destacar que es una posibilidad accesible a cualquier persona que maneje normalmente un ordenador.

**- Respecto a la demostración de las hipótesis y cumplimiento de los objetivos.**

En el primer capítulo de esta tesis establecíamos las hipótesis y los objetivos de esta investigación.

**En cuanto a las hipótesis:**

**Hipótesis principal**

**¿De qué manera los recursos basados en realidad virtual favorecen la experiencia museística del MuPAI?**

**Proporciona un aprendizaje y experiencia en primera persona** a través de nuestros sentidos.

**Permite recorrer las instalaciones** del museo tridimensionalmente siendo el usuario el dueño de sus movimientos.

**Permite examinar de manera exhaustiva los fondos bidimensionales**.

**Permite examinar de manera exhaustiva los fondos tridimensionales**, pudiendo manipularlos de modo similar a como si los tuviera en sus manos.

**Favorece la relación usuario-museo** ya que el dueño de sus acciones es el propio usuario.

**Proporciona motivación.** Es una manera muy atractiva de visitar un museo. Parecida a como si fuera un videojuego. Lo cual hace más interesante el acceso a la información. En nuestra observación de usuarios que accedían a este recurso se podía percibir esta motivación y curiosidad.

**Provee de experiencia real** ya que como decíamos anteriormente es el propio usuario el que elige sus acciones e interactúa con el mundo virtual a través de sus sentidos.

**Requiere una participación** más activa por parte del usuario.

**Favorece la inmersión** del usuario en la escena.

**Proporciona nuevos formas y métodos de visualización**.

**Puede ilustrar más exactamente algunas características**, procesos que se siguen en el museo.

**Permite la creación de nuevas actividades** con las que el museo no contaba.

**Posibilita la creación de juegos con gran carga didáctica** en tres dimensiones, la exploración de espacios no accesibles, etc.

Permite una **nueva forma de difusión de sus fondos**.

**Permite la difusión de una manera ciertamente real de museos cerrados al público**.

**La actualización de la información y contenidos con esta tecnología es muy sencilla.**

Al utilizar la realidad virtual no inmersiva compatible con Internet nos permite establecer conexiones de museos entre sí y por lo tanto el intercambio de información constante. Facilitando así el acceso del usuario a dicha información.

Nos **permite integrar todos los medias en un mismo recurso**.

Consideramos por tanto que, tras los datos aportados en esta investigación, este recurso es útil y accesible para estudiantes, docentes e investigadores y además es útil como forma de visita al MUPAI tridimensionalmente.

**Hipótesis secundarias**

**¿Este recurso favorecerá la experiencia de aprendizaje de las personas que no pueden visitar físicamente el MuPAI?**

La repuesta no puede ser otra que afirmativa. Tras las encuestas realizadas a los distintos perfiles a los que va dirigido el recurso, todos sin excepción consideraron este recurso como útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje**.**

**¿La creación de este recurso on-line sería de utilidad, tanto como medio para poder visitar el museo, como recurso didáctico útil y accesible para investigadores, docentes y estudiantes interesados en el Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)?**

En este caso, y como se deduce de las encuestas realizadas, el recurso resulta útil para todos los perfiles interesados en el MuPAI. Sus respuestas en este sentido fueron afirmativas con una consideración y valoración bastante alta**.**

**¿Este recurso serviría como respuesta a los problemas de espacio con los que cuenta el Museo Pedagógico de Arte Infantil (MUPAI)?**

Esta tecnología nos va a permitir hacer un museo tan grande como queramos, permitiéndonos ofrecer al usuario toda la obra con la que cuenta en sus fondos el MuPAI. Podremos generar un recurso con innumerables salas, fondos y recursos tridimensionales y solventar por tanto, los problemas de espacio del museo. En este sentido cabría decir que a día de hoy somos si no el único, uno de los pocos museos que ofrece la posibilidad de ver objetos tridimensionales de más de 250.000 polígonos a través de la Web y con libertad de manipulación.

**¿Este recurso facilitaría el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía?**

Con este recurso facilitamos el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía. Primero desde el punto de vista físico, ya que el acceso a este museo es difícil debido a que las instalaciones de la Facultad de Bellas Artes no se encuentran adaptadas para este grupo de personas. Por tanto pueden realizar una visita muy real a través de la Web

(nunca será igual que la visita física) que en cierta manera solvente este problema. Y por otro lado, desde el punto de vista visual. Para evaluar este recurso en este sentido, nos pusimos en contacto con el Museo Tiflológico de la ONCE y más concretamente con Bernabé Martínez Sánchez, Jefe del Departamento de Atención a Usuarios, y nos comentó la conveniencia de este tipo de recursos. En muchos casos los museos con la instalación de vitrinas u otros accesorios dificultan la visualización de las obras a personas con alguna deficiencia visual (nunca total, ya que para los ciegos sería absurdo a no ser que les estuviera permitido tocar los objetos). Además, teniendo en cuenta que el museo dispone de recursos enteramente manipulables tridimensionalmente, la utilidad es aun mayor.

**En cuanto a los objetivos:**

**Objetivo principal**

**Diseño y evaluación de aplicaciones didácticas de la Realidad Virtual al Museo Pedagógico de Arte Infantil (MuPAI).**

**Objetivos secundarios**

**Favorecer la experiencia de aprendizaje de las personas que no pueden visitar físicamente el MuPAI.**

**Creación y diseño de un recurso basado en tecnología de realidad virtual que permita hacer accesible el MUPAI a investigadores, docentes y estudiantes, con elementos didácticos y pedagógicos accesibles y útiles.**

**Creación de un espacio virtual que sea capaz de contener toda la obra con la que cuenta el MUPAI, tanto bidimensional como tridimensional, y que por razones de espacio no puede ser expuesta.**

**Facilitar el acceso al MuPAI a personas con alguna minusvalía, de tal manera, que en cierta medida podamos romper con las barreras espaciales.**

Consideramos que, tras lo visto durante toda esta investigación, los objetivos han sido cumplidos en toda su formulación y complejidad. En este sentido, en respuesta a los mismos atenderemos a las respuestas realizadas en el apartado de las hipótesis.

# VII. APLICACIONES

Las aplicaciones que puede aportar esta tesis se basan principalmente, en los siguientes puntos:

-Además de las aplicaciones con las que cuenta este museo por ser un recurso online accesible a todo el mundo, se encuentran otras aplicaciones que pueden resultar bastante interesantes. Entre ellas se encuentra la posibilidad de incorporarlo al proyecto **ICON (Diseño y evaluación de un catálogo digital de imágenes para la realización de material educativo) o al propio Campus Virtual de la UCM.**

**-En cuanto al proyecto ICON**

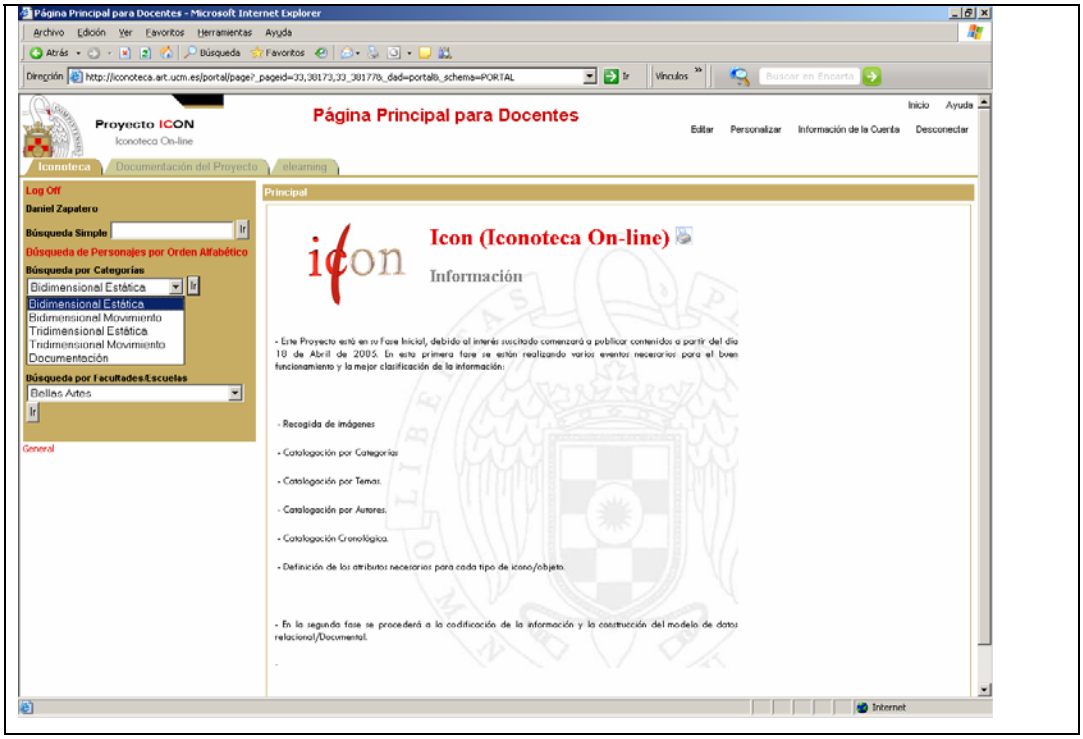
Este proyecto realizado por el GIMuPAI, perteneciente al Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica de la Facultad de Bellas Artes de la UCM, fue concedido por el Vicerrectorado de Innovación, Calidad y Desarrollo dentro de Grupos Innovadores: Proyectos de innovación educativa y mejora de la docencia.

Dicho proyecto de investigación consistía en la creación de un recurso online, únicamente utilizable por el ámbito académico de la UCM ya que se accede mediante contraseña, que fuera almacén de gran cantidad de recursos visuales aportados por alumnos, docentes e investigadores. A estos se les asignaría un perfil de acceso para otorgarles más o menos privilegios de manipulación de la plataforma. La inclusión de las imágenes en la base de datos las harían los propios usuarios asignándoles además una serie de características con diferentes fines. Por un lado, con el fin que las imágenes estuviesen debidamente documentadas, y por otro lado la necesidad de establecer unos perfiles estándar para una mejor búsqueda de los contenidos por parte del usuario.

Además se generó la posibilidad de que los propios alumnos de Bellas Artes pudieran colgar su propio dossier artístico, a fin que cualquier persona, incluidos sus propios docentes pudieran tener acceso a sus obras.

Dicho esto, el proyecto MUPAI Virtual 3D cumple con toda una serie de requisitos para poder incorporarse a la plataforma ICON con totales garantías de funcionamiento y utilidad. Es utilizable vía online, cuenta con recursos en forma de imágenes tanto

bidimensionales como tridimensionales, permite conocer de manera remota el MUAPI, sirve como recurso de apoyo a investigadores, docentes y estudiantes, etc.




Este recurso servirá como plataforma para la creación de una base de datos formada por objetos trdimensionales de todo tipo con el objetivo de ser un recurso útil para la educación artística y la docencia en Bellas Artes. De tal forma que, por ejemplo, si un docente quiere mostrar a sus alumnos como es un tipo de pincel, sólo tendrá que conectarse a Internet, introducirse en la base de datos y enseñar a sus alumnos este objeto en 3D manipulable. O el propio alumno podrá introducirse en esta base de datos y comprobarlo por sí mismo.

**En cuanto a la aplicación al Campus Virtual de la UCM**

El Campus Virtual de la UCM cuenta cada año con más asignaturas y alumnos interesados en este recurso. Todos conocemos la enorme importancia que la educación e-learning tendrá en un futuro inmediato. Por ello la creación de nuevos recursos que mejoren y complementen dicha educación debe ser una necesidad e incluso obligación tanto de docentes como de alumnos. En este sentido pensamos que el MUPAI Virtual 3D cumple claramente con esta necesidad de creación de nuevos recursos online donde prima de manera fundamental el aspecto de investigación y de mejora.

Pensamos que la realidad virtual y su aplicación al Campus Virtual será sólo cuestión de tiempo, de hecho ya existen proyectos encaminados a crear aulas virtuales 3D donde los alumnos puedan relacionarse entre sí de manera tridimensional.

Por otro lado consideramos que el MUPAI Virtual 3D le otorgaría al Campus Virtual una nueva dimensión y ofrecería a otros colectivos posibles ideas de utilización de la realidad virtual a otros campos.

En cuanto a abrir nuevas posibilidades de utilización de la realidad virtual aplicada al museo.

Creemos que gracias a esta investigación se abren nuevas posibilidades para el museo sobre todo en cuanto a difusión de recursos tridimensionales. Hasta ahora los museos virtuales 3D que nos encontrábamos en la red no exponían sus recursos tridimensionales de manera realista de tal manera que estos pudieran ser examinados y manipulados. O si lo hacían era a una baja calidad. En este sentido el MUPAI Virtual 3D posee objetos de hasta trescientos mil polígonos, con una calidad extraordinaria y accesibles, examinables y manipulables a través de Internet.

En cuanto a la utilidad de la realidad virtual como un recurso útil en términos pedagógicos.

Una de nuestras intenciones es extender el uso de la realidad virtual en términos pedagógicos lo más posible. Por tanto, además de las posibilidades descritas en esta tesis, existen seguramente muchas más que todavía están por ser descubiertas.

# VIII. INVESTIGACIÓN FUTURA

Las perspectivas de desarrollo de los temas objeto de esta tesis podríamos resumirlas en las siguientes:

Aplicación de la realidad virtual a otros campos. Aunque se ha escogido el museo como institución de aplicación de esta tecnología, su uso puede extenderse a otros campos.
La realidad virtual como tecnología que se incorporará a nuestro quehacer diario.
La realidad virtual dentro de poco estará dentro de nuestras vidas, ¿de qué manera nos afectará una tecnología capaz de recrear y crear mundos inmersivos tridimensionales?
La realidad virtual nos abre nuevas posibilidades como herramienta útil para la educación. La creatividad e imaginación de los agentes docentes será clave para hacer de esta tecnología un recurso de primer orden para la educación.

Para terminar y a la vista de todas las alegaciones pertinentes, consideramos que la combinación realidad virtual y museos es útil y aconsejable a la hora de dotar al museo de nuevas posibilidades de difusión, información conocimiento y educación, pudiéndose ampliar a otras áreas, ya que su uso favorece el proceso enseñanza-aprendizaje, a la vez que permite al museo poder ofrecer a sus usuarios la exploración exhaustiva de sus fondos, recorrer sus instalaciones tridimensionalmente y proporcionar al usuario un aprendizaje en primera persona. Con ello el museo podrá romper con barreras tanto espaciales como temporales, de idioma y a su vez incidirá en la resolución de algunas de las carencias con las que todavía cuenta el museo. Ofreciendo por tanto un mejor servicio a la sociedad.

# IX. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**3D Studio max**

Programa informático de animación y modelado 3D. Perteneciente a la empresa Autodesk.

**Active X**

Es un conjunto de tecnologías desarrolladas por Microsoft que permiten a los componentes de software interactuar entre sí en un ambiente conectado de red, como Internet, independientemente del lenguaje de desarrollo en que fueron creados.

**ADOBE**

Es una empresa de software con sede en San José (California, USA) fundada en Diciembre de 1982 por John Warnock y Charles Geschke. Destaca en el mundo del software por sus programas de edición de páginas Web, vídeo e imagen digital.

**ADSL**

Son las siglas de Asymmetric Digital Subscriber Line ("Línea de Abonado Digital Asimétrica"). Consiste en una línea digital de alta velocidad, apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado.
Es una tecnología de acceso a Internet de banda ancha, lo que implica capacidad para transmitir más datos, lo que, a su vez, se traduce en mayor velocidad.

**Algoritmos**

Un algoritmo es un conjunto finito de instrucciones o pasos que sirven para ejecutar una tarea o resolver un problema.

**Ancho de banda**

Capacidad máxima de transmisión, que se mide en bits por segundo.

**ARPA (Advanced Research Projects Agency)**

(Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada). Considerada como el origen de Internet.

**Atari**

Atari es una empresa estadounidense desarrolladora de hardware y software en el campo de los videojuegos. Fundada en 1972 por Nolan Bushnell. Las oficinas centrales de Atari se encuentran en Nueva York, Estados Unidos.

**Autodesk**

Empresa desarrolladora de software, autora de aplicaciones como AutoCad, 3D Studio, Animator, AutoSketch, etc.

**Bitmaps**

Un mapa de bits, o bitmap, es la representación binaria en la cual un bit o conjunto de bits corresponde a alguna parte de un objeto como una imagen o fuente.

**Ciberespacio**

Según el Diccionario de la Real Academia Española de Lengua es el ámbito artificial creado por medios informáticos.
Lo podríamos definir exactamente como el "lugar" por el que viajan los usuarios de ordenadores cuando "navegan" a través de una red. Término concebido por el escritor William Gibson en su novela de ciencia ficción "Neuromante" (1984) con el propósito de describir un mundo de redes de información.

**Cortona**

Visualizador de realidad virtual no inmersiva (VRML).

**Discos duros internos, externos**

Dispositivos hardware para almacenar información.

**Diseño automatizado (CAD)**

DAC son las siglas de Diseño Asistido por Computador (del inglés CAD, Computer Aided Design). Básicamente se trata de una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc) con la que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Permite diseñar en dos o tres dimensiones mediante geometría alámbrica, es decir, puntos, líneas, arcos, splines; superficies y sólidos para obtener un modelo numérico de un objeto o conjunto de ellos.

**Dreamweaver**

Programa (software) informático de diseño y creación de páginas Web perteneciente hasta hace bien poco a Macromedia y actualmente a Adobe Systems.

**E-Learning**

La Unión Europea define el e-Learning como "el uso de nuevas tecnologías multimedia y de Internet para mejorar la calidad del aprendizaje mediante el acceso a recursos y servicios, y a colaboraciones e intercambios a larga distancia".

**Equipos periféricos**

Conjunto de dispositivos hardware de una computadora que potencia la capacidad de éste y permite la entrada y/o salida de datos. El término suele aplicarse a los dispositivos que no forman parte indispensable de una computadora y que son, en cierta forma, opcionales. Aunque también se suele utilizar habitualmente para definir a los elementos que se conectan externamente a un puerto de la computadora.

**IBM (Internacional Business Machines)**

Conocida coloquialmente como el Gigante Azul, es una empresa que fabrica y comercializa hardware, software y servicios relacionados con la informática. Tiene su sede en Armonk (Estados Unidos) y está constituida como tal desde el 15 de junio de 1911, pero lleva operando desde 1888.

**ICF**

Formato de archivo creado por la empresa Inus Technology e insertado en el programa Rapidform. Este formato de archivo posee una gran capacidad de compresión y muy poca pérdida de calidad. Especialmente usado para poder visualizar por Internet figuras tridimensionales muy complejas.

**ICOM**

El Consejo Internacional de Museos, fundado en 1946, está consagrado a la promoción y al desarrollo de los museos y la profesión museológica en el ámbito internacional.

**Instituto Tecnológico de Nueva York (NYIT)**

El Instituto Tecnológico de Nueva York es una universidad privada, coeducacional de los EE.UU. Posee tres campus, dos en la Long Island, y uno en New York City. La universidad fue fundada en 1955.

**Investigación acción**

Es una forma de indagación introspectiva colectiva emprendida por participantes en situaciones sociales con objeto de mejorar la racionalidad y la justicia de sus prácticas

sociales o educativas, así como la comprensión de esas prácticas y de las situaciones en que éstas tienen lugar. (Kemmis, Sy Mc. Taggart, R. 1988).

**Link**

Enlace, hipervínculo con otros documentos de la red.

**Macromedia**

Era una empresa de software de gráficos y desarrollo Web con centrales en San Francisco, California. El 18 de abril de 2005, Adobe Systems adquirió Macromedia.

**Medias**

Cada uno de los diferentes canales de distribución de la información en formato digital. Entre ellos encontramos el texto, ilustraciones, animaciones, audio, video, software e hipermedia.

**Microprocesador**

Conjunto de circuitos electrónicos altamente integrado para cálculo y control computacional, es utilizado como Unidad Central de Proceso en un sistema microordenador y en otros dispositivos electrónicos complejos como cámaras fotográficas, impresoras, etc. y como añadido en pequeños aparatos extraíbles de otro aparato más complejo como por ejemplo: equipos musicales de automóviles, etc...

**MIT (Massachusetts Institute of Technology)**

MIT es el acrónimo de Massachusetts Institute of Technology (Instituto Tecnológico de Massachusetts), una de las principales instituciones dedicadas a la ciencia, la ingeniería y la investigación. Está situado en Boston (Estados Unidos) y se dedica a la docencia y a la investigación. Cuenta con numerosos premios Nobel, no en vano es considerada uno de los centros docentes y de investigación más importante del mundo, especializado en nuevas tecnologías multimedia.

**mp3**

Formato de audio comprimido además del nombre que reciben dispositivos hardware de pequeño formato capaces de reproducir audio, guardar información, etc.

**mp4**

MP4 es la extensión oficial para la nueva generación de archivos MPEG-4. Almacenarán diferentes tipos de datos, desde música a imágenes, etc.

**MS Windows**

Microsoft Disk Operating System o Sistema operativo de disco de Microsoft

**Odyssey**

De la compañía Magnavox. Odissey es la primera consola de videojuegos destinada a los usuarios, precediendo en 3 años la aparición de ATARI Pong. Fue diseñada por Ralph Baer y su funcionamiento era analógico y no digital. Su lanzamiento se produjo en 1972.

**Pendriver**

Pequeño dispositivo de almacenamiento que utiliza la memoria flash para guardar la información sin necesidad de pilas.

**Pixar**

Estudio de animación por computadora, especializados en graficos 3D. Ganadora de varios Premios Oscar por sus cortometrajes ,largometrajes y logros técnicos entre otros.

**Quicktime VR**

Una parte de la arquitectura de QuickTime que permite ver los panoramas interactivos de 360 grados.

**Rapidform**

Programa (software) informático de escaneado y retoque de objetos 3D perteneciente a Inus Technology.

**Renderización**

Adaptación al castellano del vocablo inglés rendering y que define un proceso de cálculo complejo desarrollado por un ordenador destinado a generar una imagen 2D a partir de una escena 3D. La traducción más fidedigna es "interpretación", aunque se suele usar el término inglés. Así podría decirse que en el proceso de renderización, la computadora "interpreta" la escena 3D y la plasma en una imagen 2D. También se emplean coloquialmente los términos "renderizar" y "renderizado".

**Servicios online**

Lo podríamos definir como servicios en línea. Es decir, aquel servicio que siempre está a disposición de aquellas personas con un ordenador y conexión a la Red.

**Shaders**

Tipo de lenguaje de programación destinado a programar el procesado de elementos de cualquier interfaz 3D o tarjeta gráfica (píxeles, polígonos, texels, etc.).

**SIGGRAPH**

Fundado en 1947, SIGGRAPH es el grupo de interés en infografía o computación gráfica de la ACM, y es también el nombre de la conferencia sobre el área organizada por el grupo SIGGRAPH.

**Silicon Graphics**

Silicon Graphics, Inc., comúnmente llamado SGI, comenzó como un fabricante de terminales para representación gráfica. Fue fundado por Jim Clark.

**Software**

Es un término general utilizado para denominar varias clases de programas usados para que puedan funcionar los ordenadores y los dispositivos relacionados. (El hardware, sin embargo describe los aspectos físicos de computadoras y de dispositivos relacionados.)

**Soportes magneto-ópticos**

Son soportes o discos que utilizan la tecnología láser para el registro y lectura de la información.

Como ejemplos: CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory), CD-I, DVD (Digital Video Disk), HD-DVD (High Definition Digital Versatile Disc), Blu-Ray Disc (BD) (Láser azul).

**Tarjetas gráficas**

Una tarjeta gráfica o tarjeta de vídeo es una tarjeta de circuito impreso encargada de transformar las señales eléctricas que llegan desde el microprocesador en información comprensible y representable por la pantalla del ordenador.

**Tecnologías de la comunicación e información (TIC)**

Instrumentos y procesos utilizados para recuperar, almacenar, organizar, manejar, producir, presentar e intercambiar información por medios electrónicos y automáticos. ¿Ejemplos? Los equipos físicos y programas informáticos, material de telecomunicaciones en forma de computadoras personales, scanner's, cámaras digitales, asistentes personales digitales, teléfonos, facsímiles, modem's, tocadiscos, grabadoras de CD y DVD, radio y televisión, además de programas como bases de datos y aplicaciones multimedia. En resumen, las TIC son aquellas tecnologías que permiten transmitir, procesar y difundir información de manera instantánea. Son consideradas la base para

reducir la Brecha Digital sobre la que se tiene que construir una Sociedad de la Información y una Economía del Conocimiento.

**VRML (acrónimo del inglés Virtual Reality Modeling Language)**

Formato de archivo normalizado que tiene como objetivo la representación de gráficos interactivos tridimensionales; diseñado particularmente para su empleo en la web. Consiste en un formato de fichero de texto en el que se especifican los vertices y las aristas de cada polígono tridimensional, además del color de su superficie, etc.

Igual que el HTML nos sirve para maquetar páginas web, el VRML lo usamos para crear mundos en tres dimensiones a los que accedemos utilizando nuestro navegador, igual que si visitasemos una página web, con la salvedad que nuestras visitas no se limitan a ver un simple texto y fotografías, sino que nos permite ver todo tipo de objetos y construcciones en 3D por los que podemos pasear o interactuar.

**Web**

Del inglés, tela de araña. Conjunto de información enlazada en Internet, y que se visualiza con un navegador

**XFlow**

Software desarrollado por una empresa española (Next Limit) cuya sede se encuentra en Madrid. Este software consiste en la simulación del comportamiento de fluidos con propósitos científicos.

# X. AUTORES

**Alvy Ray Smith**

Nacido el 8 de septiembre de 1943, es un valioso pionero en gráficos por ordenador. En 1965, recibió su licenciatura en ingeniería eléctrica por la Universidad del estado de New México. En 1970 él recibió un Ph.D. en informática de la universidad de Stanford, con una disertación sobre los autómatas celulares. Entre 1969 y 1973 fue profesor asociado de ingeniería eléctrica e informática en la universidad de Nueva York.

**Bernard Deloche**

Es profesor en la universidad de Lyon, miembro del consejo internacional de los museos (ICOM), y miembro del tribunal de apelación de Lyon.

**Bill Gates (William Henry Gates III)**

Nacido el 28 de octubre de 1955 en Seattle (Washington) más conocido como Bill Gates, es un empresario estadounidense, cofundador de la empresa de software Microsoft, productora del sistema operativo para computadoras personales más utilizado en el mundo.

**Brenda Wiederhold**

La Doctora Brenda K. Wiederhold trabaja como directora del cuadro superior de IMI (Interactive media institute, Instituto interactivo de los medios) y es ejecutiva del centro médico de realidad virtual (VRMC, Virtual reality medical center), de una corporación médica profesional. Es también profesora en el departamento de psiquiatría en UCSD (Universidad de California, San Diego).

**David Evans**

Creó el departamento de informática de UVA (Universidad de Virginia) como profesor asociado en noviembre de 1999 después de terminar su PhD, en el MIT. Realizó proyectos como Perracotta, donde desarrolló técnicas para automáticamente deducir características temporales del software del mundo real usando análisis dinámico.

**Derrick de Kherkove**

Es director del Programa McLuhan de Cultura y Tecnología y profesor del Departamento de Francés de la Universidad de Toronto. En 1975 se doctoró en lengua y literatura francesas por la Universidad de Toronto y en 1979 obtuvo el doctorado en sociología del arte por la Universidad de Tours (Francia).
Derrick de Kerckhove ha realizado seminarios sobre inteligencia conectada por todo el mundo.

**Don Tapscot**

Internacionalmente reconocido, Tapscott es asesor de las 100 empresas más grandes de Estados Unidos, y es considerado un "gurú" de de las tecnologías de la información por personas de la talla de Marshall McLuhan, Nicholás Negroponte y el exvicepresidente de Estados Unidos, Al Gore. Además, su libro "Growing Up Digital" (Creciendo Digitalmente) -traducido a siete idiomas- ha sido analizado con entusiasmo por el New York Times, Washington Post, Time Magazine y USA Today, entre muchos otros.

**Edwin Catmull**

El doctor Edwin Catmull, nacido en 1945 en Virginia Occidental es científico de computación y actual presidente de los estudios de animación Disney-Pixar Studios.
Como científico informático, Catmull ha contribuido con muchos descubrimientos en gráficos por computadora. Se le considera el inventor de la técnica del Z-Buffer.

**Federico Faggin**

Nacido en Vicenza, Italia, el 1 de diciembre de 1941. Faggin recibió un grado de Laurea en física, summa cum laude, en la universidad de Padua. En 1970 creó el primer microprocesador para la compañía Intel Intel, junto con Marcian (Ted) Hoff, Masatoshi Shima y Stanley Mazor.

**Francisca Hernández Hernández**

Francisca Hernández Hernández es profesora del Departamento de Prehistoria de la Universidad Complutense de Madrid. En la actualidad, imparte las disciplinas de Museología y Gestión del Patrimonio Cultural.

**George Lucas**

George Walton Lucas, Jr., nacido el 14 de mayo de 1944 en Modesto, California, Estados Unidos, es el creador de la exitosa saga fílmica de Star Wars y posteriormente de Indiana

Jones. Es el presidente de Lucasfilm Ltd, LucasArts Entertainment Company, y Lucas Digital Ltd, Lucas Licensing, LucasBooks y Lucas Learning Ltd.

**Henri Gouraud**

Informático francés que creo un nuevo algoritmo que permitió que los contornos de los polígonos no se vieran tan lineales, dando así la sensación de una superficie suave. Hizo su Doctorado en la universidad de Utah en 1971, trabajando con Dave Evans e Ivan Sutherland, para una disertación titulada "Presentación en ordenador de superficies curvadas".

**Ivan Sutherland**

Ivan Edward Sutherland nació en 1938 en Hastings (Nebraska), es programador informático y un pionero de Internet, entre otras cosas.

Es Miembro entre otras instituciones de, National Academy of Sciences desde 1978, de la National Academy of Engineering desde 1973 y Institute of Electrical and Electronic Engineers.

**J. G. Ballard**

James Graham Ballard, nacido el 18 de noviembre de 1930 en Shangai (China), es un escritor británico de ciencia ficción.

Su literatura desarrolla la problemática del siglo XX, ya sean las catástrofes medioambentales o el efecto en el hombre de la evolución tecnológica.

**James Blinn**

James F. Blinn es investigador y uno de los pioneros de los gráficos por ordenador.

Recibió en 1970 su licenciatura en física y comunicaciones, y más adelante un masters en ingeniería en la universidad de Michigan. En 1978 recibió un Ph.D. en informática en la universidad de Utah. Blinn ideó nuevos métodos para representar cómo los objetos y luz interactuan en un mundo virtual tridimensional. Actualmente trabaja en Microsoft Research.

**John Cromby,**

Es profesor de Psicología en el departamento de estudios humanos interdisciplinarios de la universidad Bradford en Inglaterra. Ha investigado el uso de ambientes virtuales generados por computadora para educar a personas con problemas de aprendizaje.

**John Shaffer**

Graduado en el programa tecnología educacional en la universidad del estado de San Diego en 2006. Trabaja para el grupo de mejora del entrenamiento y del funcionamiento en General Physics Corporation. Especialista sobre todo en diseño y desarrollo eLearning.

**John Warnock**

Nacido el 6 de octubre de 1940, es un informático americano conocido como el co-fundador con Charles Geschke de Adobe Systems Inc. Estudió en la Universidad de Utah junto con Jim Clark.

**Jim Clark**

Estudio en la Universidad de Utah junto con John Warnock y fue el fundador de Silicón Gráphics Inc. (SGI).

**Loren Carpenter**

Nacido en 1947, es investigador y desarrollador de gráficos por ordenador. Co-fundador y científico jefe de los estudios de animación de Pixar. Una de sus muchas invenciones es el algoritmo A-Buffer.

**María Luisa Bellido Gant**

Doctora en Historia del Arte por la Universidad Carlos III de Madrid con la tesis doctoral "Museos virtuales y digitales: Proyectos y realidades. Del arte del objeto al ciberarte".
Ha sido profesora en las Universidades de Córdoba y Carlos III de Madrid impartiendo las asignaturas de Arte Contemporáneo, Historia del Cine, Patrimonio Cultural y Museología. En la actualidad es Profesora Titular de Historia del Arte de la Universidad de Granada y coordinadora del Master Universitario de Museología de dicha Universidad.

**Maria Roussou**

Es doctora en informática por la universidad de Londres (UCL). Además es diseñadora de realidad virtual interactiva, investigadora y educadora. Dedicada a combinar tecnología innovadora con la educación y la cultura. Desde (1998-2002) dirigió el departamento de realidad virtual de la fundación del mundo helénico (FHW), institución del patrimonio cultural basada en Atenas, Grecia.

**Marvin Minsky**

Marvin Lee Minsky nace en la ciudad de Nueva York el 9 de agosto de 1927.
Ha hecho muchas contribuciones a la Inteligencia artificial, a la psicología cognoscitiva, a las matemáticas, a la lingüística de cómputo, a la robótica, y a la óptica. Estos últimos años él ha trabajado principalmente en proporcionar a las máquinas la capacidad humana

del razonamiento. Su concepto de la estructura y de la función intelectuales humanas se presenta en la sociedad de la mente (CD-ROM, libro) que es también el título del curso que él enseña en el MIT.

**Masatoshi Shima**

Nacido el 22 de agosto de 1943 en Shizuoka (Japón), era en parte responsable del diseño del primer microprocesador del mundo, Intel 4004. Estudió química orgánica en la universidad de Tohoku en Sendai, Japón.

Masatoshi Shima trabajó en última instancia de cerca con "Ted" Hoff y Federico Faggin de Intel para terminar el diseño del microprocesador de Intel 4004 Meredith Bricken

**R.S. Kalawsky**

Director de la escuela de investigación de ingeniería de sistemas, Universidad de Loughborough (Leicestershire).

**Ralph Baer**

Nació el 8 de marzo de 1922 en Alemania, es considerado el padre de los videojuegos. Baer llegó a Estados Unidos en 1938y es reconocido por sus muchas contribuciones a los juegos y a la industria del videojuego, de hecho inventó la consola casera para los videojuegos. En 2006, le concedieron la medalla nacional de tecnología.

**Rafael Sospedra**

D. Rafael Sospedra Roca, Licenciado en arqueología y Doctor por la universidad de Barcelona. Miembro del Grupo de investigación MUSEIA (es un grupo de investigación en patrimonio cultural, museología, Museografía e ICT).

**Rebecca Allen**

Artista visionaria internacional inspirada por gran variedad de medios. Trabaja con gráficos tridimensionales, animación, videos clips, videojuegos, sistemas de vida artificial, interfaces multisensoriales, realidad interactiva en instalaciones, realidad virtual y realidad mezclada o aumentada.

**Rob Cook**

Comenzó su vida profesional en la industria aeroespacial donde fue el primero que consiguió computar desarrollando modelos de software de los sistemas de control y de los sistemas ópticos. Es miembro de la British Computer Society (MBCS), Chartered Engineer (CEng) and a Chartered IT Professional (CITP).

**Rosario López de Prado**

Es Jefe de la División de Documentación de la Filmoteca Española.
Hasta ocupar este cargo, Rosario López de Prado era Directora de la Biblioteca del Museo Arqueológico Nacional.

**Sherry Turkle**

Es psicóloga clínica y profesora de ciencia, tecnología y sociedad en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). Nacida en New York City (E.E.U.U.), enfocó su investigación sobre el psicoanálisis y la cultura y sobre la psicología de la relación de la gente con tecnología, especialmente la informática y el apego con el ordenador.

**Skip Rizzo**

Doctor y Professor USC Leonard Davis School of Gerontology. Director del laboratorio de entornos virtuales, del centro integrado de sistemas mediales.

**Steve Lisberger**

Estudia los mecanismos del cerebro que transforman el movimiento de objetos en el mundo, o nuestro propio movimiento, en los movimientos exactos del ojo. Director de cine y creador de Tron, película de ciencia ficción producida por los estudios Walt Disney Productions en 1982, fue una de las primeras películas en utilizar gráficos generados por ordenador, además de tener su propio estilo visual.

**Steve Paul Jobs**

Nacido el 24 de febrero de 1955, crea Apple en un garaje junto a Stephen Gary Wozniak. Es un famoso empresario e informático de EE.UU, además de ser el presidente de Apple Computer y una de las más importantes figuras de la industria informática.

**Stephen Gary Wozniak**

Nacido el 11 de agosto de 1950, es un ingeniero de software estadounidense convertido en filántropo. Sus inventos y máquinas están reconocidos como grandes contribuciones a la revolución del ordenador personal en los años setenta. Wozniak fundó Apple Computer junto con Steve Jobs en 1976 y creó los ordenadores Apple I y Apple II a mediados de los años setenta. El Apple II se convirtió en el ordenador mejor vendido de los años setenta y de los primeros ochenta.

**Steve Russell**

Steve "Slug" Russell es programador y científico, conocido por haber creado uno de los primeros videojuegos llamado Spacewar! en 1961, junto a algunos de sus compañeros del

Tech Model Railroad Club en el MIT. Spacewar fue incuestionablemente el primer videojuego en obtener amplio reconocimiento, y es generalmente reconocido como el primero del género "shoot-'em' up".
También escribió las primeras dos implementaciones del lenguaje de programación Lisp para la IBM 704. En un tiempo Steve trabajó para una compañía fundada por Nolan Bushnell que tiempo después se convertiría en Atari.

**Ted Hoff (Marcian Edward "Ted" Hoff Jr)**

Nació el 28 de octubre de 1937 en Rochester (New York), en 1971 inventó el microprocesador. La idea que tuvo este joven ingeniero electrónico fue muy brillante cambiando el paradigma que hasta entonces se tenía sobre el desarrollo de los circuitos electrónicos.

**Turner Whitted**

Turner Whitted es el encargado del área en la investigación de Microsoft. En su papel actual supervisa el Human Centered Computing effort de MSR (Microsoft Research).
Fue miembro de la facultad de la informática en la Universidad de Carolina del Norte

**Verónica Pantelidis**

La Dr. Veronica Pantelidis es profesora en la universidad de educación, del departamento de tecnología educacional, en la Universidad del Este de Carolina. Ella es co-directora del laboratorio de realidad virtual y educación. Además es también co-redactora del diario “VR en las escuelas”.

# XI. BIBLIOGRAFÍA

**TESIS**


ACASO LÓPEZ-BOSCH, María. *"Nuevas tecnologías en la didáctica de la expresión plástica [Recurso electrónico]: el CD-ROM como alternativa multimedia a los métodos tradicionales de educación artística"*. Director: Manuel Hernández Belver. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica. 1997.

ÁVILA VALDÉS, Noemí. *"Diseño y desarrollo de recursos on-line: aplicaciones virtuales de arte infantil en contextos hospitalarios"*. Directores: Manuel Hernández Belver y Ana Mª Ullán de la Fuente. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica. 2005.

BELLIDO GANT, M. Luisa. *"Museos virtuales y digitales: proyectos y realidades. Del arte del objeto al ciberarte"*. Director: Federico Castro Morales, Codirector: Fernando Martín Martín. Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Humanidades, 1998.

COFÁN FEIJOO, M. Fátima. *"Integración y difusión del museo a través de la red Internet. Propuesta interactiva del museo pedagógico de arte infantil (MUPAI)"*. Director: Manuel Hernández Belver. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica, 2003.

ESPONA ANDREU, M. Pilar. *"El museo virtual. Concepto y posibilidades. Experiencias del cibermuseo interactivo: la creación de una colección".* Director: Juan Bautista Peiró López. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Pintura, 2003.

GARCÍA GARCÍA, Alberto Luís. *"La Realidad Virtual"*. Director: Vivar Zurita Hipólito. Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad I, 1999.

GARCÍA JIMÉNEZ, Mónica. *"Del museo virtual al estudio. Una aproximación al arte a través de la interfaz"*. Director: Josep M. Catala Doménech. Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad, 1999.

LEVIS CZERNIK, Diego. *"Realidades Inmateriales: Comunicación Digital, Realidad Virtual y Transformación Social"*. Director: Murciano Martínez Marcial. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Periodismo y Ciencias de la Comunicación. 1996.

MORENO SÁEZ, María del Carmen. *"Técnicas fotográficas alternativas-nuevas tecnologías y sus posibles aplicaciones pedagógicas"*. Directores: Manuel Sánchez Méndez y Carmen Van Den Eynde Collado. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica de la Expresión Plástica. 2002.

PORRAS MORALES, Cecilia Margarita. *"Realidad Virtual. Usos y Limitaciones en la Educación Superior"*. Director: Valbuena De La Fuente, Felicísimo. Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Periodismo III. 2002.

SABBATINI, Marcelo. *"Museos y centros de ciencia virtuales. Complementación y potenciación del aprendizaje de ciencias a través de experimentos virtuales"*. Director: Miguel Ángel Quintanilla Fisac. Universidad de Salamanca, Departamento de Procesos de Formación en espacios virtuales, 2004.

SIMO CACHORRO, Águeda. *"Aplicación de la Realidad Virtual en la Creación Artística"*. Director: Rekalde Izaguirre, José. Universidad País Vasco. Departamento de Pintura. 2001

LIBROS

METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN

ALVIRA, F. (1981). *"Los dos métodos de las ciencias sociales"*. Madrid, Centro de investigaciones sociológicas.

ARNAL, J., DEL RINCÓN, D., LATORRE, A. (1994). *"Metodologías de investigación educativa de perspectiva humanístico interpretativa"*, en Investigación educativa. Fundamentos y metodología. Barcelona, Labor.

AAVV (2005) *"La investigación-acción, un camino hacia la innovación educativa"*. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Tucuman.

BISQUERRA, R., (1989). "Investigación-acción, Métodos de investigación educativa. Guía práctica". Barcelona, Ceac.

LATORRE, A., DEL RINCÓN, D., ARNAL, J. (1996). *"Bases metodológicas de la investigación educativa"*. Barcelona, Ed. GR92.

ECO, U. (1998). *"Cómo se escribe una tesis".* Barcelona, Gedisa.

FERNÁNDEZ DÍAZ, M. J. (1985). *"Paradigmas de la investigación pedagógica"* en A. de la Orden (ed.): Investigación educativa, Madrid, Anaya.

KUHN. T. S. (1984). "Segundos pensamientos sobre paradigmas". Madrid, Tecnos.

LA PIERRE, S. (1997): "Research methods and methodologies for art education". Reston, NAEA

NUEVAS TECNOLOGÍAS

CASTELLS, M., 1997. "La revolución tecnológica de la información. En La era de la información". Vol. 1 La sociedad red. Madrid, Alianza Editorial.

DYAZ, A., ARAGONESES, J. (1995). *"Arte, placer y tecnología".* Madrid: Anaya Multimedia, D.L.

HARASAIN, L., HILTZ, S., TOROFF, M., TELES, L. (2000). *"Redes de aprendizaje".* Barcelona, Gedisa.

MANZINI, E. (1996). "Artefactos: Hacia una nueva ecología del ambiente artificial". Madrid, Ed. Celeste.

RIGAL, CH. (1992). *"Electrografía y mecenazgo"*. Museum, París.

PROVENZO, E.F. (1991). *"Video Kids: Making Sense of Nintendo"*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

ZINDER, I. (compiladora) (2004). "Alfabetismos digitales: comunicación, innovación y educación en la era electrónica". Málaga, Ajibe.

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y MUSEOS

BELLIDO GANT, Mª L (2001). *"Arte, museos y nuevas tecnologías".* Madrid, Ed. Trea

GONZÁLEZ, S. (1995). *"La informatización en los museos".* Miscelánea Museología, Universidad del Pais Vasco, Bilbao.

ROUSSOU, M. AND EFRAIMOGLOU, D. (1999). *"High-end Interactive Media in the Museum"*. In Computer Graphics, ACM SIGGRAPH 1999.

THOMAS, S., AND MINTZ, A. (1998) *"The Virtual and the Real: Media in the Museum"*. American Association of Museums.

BROWSE, D. (1993). *"Using Technology to Support Education Reform".*Cap. II: Educational Technologies. Disponible on line. The Internet Public Library.

EDUCACIÓN ARTÍSTICA

ACASO, M et al (2000). "*¿Qué es la educación artística?*". Madrid, Editorial Complutense.

AGIRRE, I. (2000). "Teorías y prácticas en educación artística. Ideas para una revisión pragmatista de la educación artística". Navarra, Universidad Pública de Navarra.

ALVAREZ, D. (2000). *"Educación artística On Line"*. Guías Praxis para el Profesorado de la ESO: Educación artística: plástica y visual. Barcelona: Praxis.

ARNHEIM, R. (1993). "Consideraciones sobre Educación Artística". Barcelona, Paidós.

BARKAN, M. (1956). *"Research in art education".* Kutztown (Pennsylvania), NAEA.

CARVER, S. R. (1995). "Interactive multimedia for art education: a curriculum *Thesis (M.A)"*. State University of New York Collage.

CARY, R. (1998). "Critical art pedagogy: foundations for postmodern art education". NY, Garland.

EFLAND, FREEDMAN Y STHUR, (2003). *"La educación en el arte posmoderno"*. Barcelona, Paidós.

EISNER, E. (1966). *"Readings in art education".* Walham, Blaisdell Publishing Company.

EISNER, E. (2003). "El arte y la creación de la mente. El papel de las artes visuales en la creación de la conciencia". Barcelona, Paidós.

EWEN, S. (1988). "All consuming images: The politics of style in contemporary culture". Nueva Cork, Basic Books.

FREEDMAN, K. (2006). "Enseñar cultura visual: currículum, estética y la vida social del arte". Ed. Octaedro, Barcelona.

GIL AMEIJEIRAS, Mª. T. (1991). *"Consideraciones sobre la educación artística".* En Hernández, F. Jodar, A. y Marín, R: ¿Qué es la educación artística? Barcelona, Sendai.

HERNÁNDEZ BELVER, M. (Coord.), (2000). *"Educación artística y arte infantil".* Madrid: Fundamentos.

HERNÁNDEZ, F., MARÍN, R y JODAR, A. (coords) (1994). *"¿Qué es la educación artística?"* Barcelona, Sendai.

HERNÁNDEZ, F. (2000). *"Educación y cultura visual".* Barcelona: Octaedro

MARÍN VIADEL, R. (1991). *"¿Qué es la educación artística?".* Barcelona, Sendai.

MIRZOEFF, N. (2003). *"Cultura visual".* Barcelona, Paidós.

SÁNCHEZ MENDEZ, M. et al (2000). *"Educación artística y arte infantil".* Madrid, Fundamentos.

SMITH,R.A.(1986). *"Excellence in art education".* Reston, NAEA.

STEPHENS, K. (2000). *"A Critical discusión of the New Literacy Studies".* Brithish journal of Educational Studies.

URIA URRAZA, E (1995). *"Investigación en educación artística".* En GOÑI, A. Psicodidáctica y aprendizajes escolares. Bilbao, Universidad del País Vasco.

VVAA. (1995). *"Art education in action: art history and art criticism".* Santa Monica, Getty Center for Education in the Arts.

EDUCACIÓN ARTÍSTICA Y MUSEOS

BELVER, y ULLÁN, A. (2007). *"La creatividad a través del juego".* Salamanca, Amarú.

CALAF, R. y FONTAL, O. y VALLE, R. (2007). "Museos de Arte y Educación. Construir patrimonios desde la diversidad". Gijón, Trea.

HUERTA, R. y DE LA CALLE, R. (2007). *"Espacios estimulantes. Museos y educación artística"*. Valencia, PUV.

PADRO, C. (2003). *"La museología crítica como una forma de reflexionar sobre los museos como zonas de conflicto e intercambio",* en LORENTE, J.P. y ALMAZÁN, D. (eds.) Museología crítica y arte contemporáneo. Zaragoza, Universidad de Zaragoza.

MUSEOS

HERNÁNDEZ BELVER, M .et al (2001). *"Los valores de la educación a través del MUPAI".* Valencia, Universidad de Valencia.

HERNÁNDEZ BELVER, M. et al (2000). "Web Site del MUPAI. Catálogo de la oferta científica de la UCM". Otri, UCM.

HERNÁNDEZ BELVER, M. (Coord.), (1995). *"El MUPAI como contexto de investigación".* El arte de los niños: investigación y didáctica del MUPAI. Madrid, Fundamentos.

HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, F. (1998). *"Manual de Museología".* Madrid, Ed. Síntesis.

SALA, R., SOSPEDRA, R. (2005). *"Museografía Didáctica Audiovisual, Multimedia y Virtual"*. Capítulo 6 del libro Museografía Didáctica. Coords. Juan Santacana Mestre y Nuria Serrat Antolí (2005). Barcelona, Ed. Ariel.

SÁNCHEZ MENDEZ, M. (1995). "El arte de los niños: investigación y didáctica del MUPAI". Madrid, Fundamentos.

SANTACANA, J., SERRAT, N. (2005). *"Museografía Didáctica".* Barcelona, Ed. Ariel.

ROSER CALAF, OLAIA FONTAL Y ROSA EVA VALLE (coords.) (2007). *"Museos de arte y educación: construir patrimonios desde la diversidad".* Gijón, Trea.

RUIZ BERRÍO, J. (2002). *"Los nuevos museos de educación: Enfoques y perspectivas".* Madrid, Universidad Complutense, Centro de Formación del Profesorado.

TILDEN,FREEMAN. (1967). *"Interpreting Our Heritage".* University of North Carolina Press.

ARTE INFANTIL

ACASO, M. en BELVER, M. MORENO, C. y NUERE, S. (2005). *"Repensando el arte infantil, una propuesta para la práctica"*. Arte infantil en contextos contemporáneos. Madrid, Envida.

BELVER, M. MORENO, C. y NUERE, S. (2005). *"Arte infantil en contextos contemporáneos"*. Madrid, Envida.

BELVER, M. ACASO, M. y MERODIO, I. (2005). *"Arte infantil y cultura visual".* Madrid, Envida.

MARTÍNEZ, L. M. (2004). *"Arte y símbolo en la infancia*". Barcelona, Octaedro.

MATTHEWS, J. (2002). "El arte en la infancia y en la adolescencia". Barcelona, Paidós.

ARTE INFANTIL Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

ACASO, M et al (2000). *"Arte infantil y nuevas tecnologías".* Educación artística y arte infantil. Madrid, Ed. Fundamentos.

ACASO, M. et al (1995). *"El museo interactivo, el museo que viene".* El Arte de los Niños: Investigación y Didáctica del MUPAI. Madrid, Fundamentos.

REALIDAD VIRTUAL

ALBERICH, J. [et al.]; editado por Jordi Sánchez Navarro (2004). *"Realidad virtual: visiones sobre el ciberespacio"*. Barcelona, Ed. Devir.

BRICKEN, M. (1991). "Virtual Reality Learning Environments: Potentials and Challenges". Computer Graphics.

BURDEA, G. (1993). *"Virtual Reality Systems and Applications".* Electro' 93 International Conference.

BURDEA, G. (1996). *"Tecnologías de la realidad virtual".* Barcelona, Ed. Paidós.

CASEY, L. (1994). *"Realidad Virtual".* Madrid, Ed. McGraw-Hill.

DEL PINO GONZÁLEZ, L. M. (1995). "*Realidad Virtual"*. Ed. Paraninfo, Madrid.

FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, M. C. (2001). *"La imagen tridimensional".* Sevilla, Ed. Mergablum.

GUBERN, R. (2003). "Del bisonte a la realidad virtual: la escena y el laberinto". Barcelona, Ed. Anagrama.

HILL, P. D. (1996). *"Así se crea Realidad Virtual".* Barcelona, Ed. Rosaljai S. L.

HORROCKS, C. (2004). *"Marshall McLuhan y la realidad virtual".* Barcelona, Ed Gedisa.

LARIJANI, L. CASEY (1994). *"Realidad virtual".* Madrid, Ed. McGraw-Hill.

LAVROFF, N. (1994). "Mundos virtuales: realidad virtual y ciberespacio". Madrid, Ed. Anaya.

MALDONADO, T. (1999). *"Lo real y lo virtual".* Ed. Gedisa, Barcelona.

RHEINGOLD, H. (1994). *"Realidad virtual".* Barcelona, Ed. Gedisa.

ROUSSOU, M. (1999). *"Incorporating Immersive Projection-based Virtual Reality in Public Spaces"*, Proceedings of 3rd International Immerse Projection Technology Workshop, Stuttgart, Germany.

SHERMAN B., JUDKINS, P. (1994). "Glimpses of heaven, visions of hell: virtual reality and its applications". Londres, Hodder & Stoughton.

SLATER, M., WILBUR S. (1997). "A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments". PRESENCE 6(6), MIT Press.

STAMPE, D. (1994). *"Realidad virtual".* Madrid, Ed. Anaya Multimedia.

REALIDAD VIRTUAL Y EDUCACIÓN

CROMBY, J., STANDEN, P., BROWN, D. (1995). *"Using Virtual Environments in Special Education"*. VR in the Schools 1(3), 1-4.

WINN, W. (1993). "A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality. Technical Report". Human Interface Technology Laboratory - University of Washington.

REVISTAS

ACASO, M. (2001). *"Arte infantil en la red".* Descubrir el arte n º 30.

ACASO, M. (1999). "El Museo Pedagógico de Arte Infantil: objetivos y planteamientos". Revista de educación artística de Eslovenia.

ACASO, M. (1999). "¿Qué es el Museo Pedagógico de Arte Infantil?". Comunicación y arte n º 2.

ANTONIO, A., VILLALOBOS, M. Y LUNA, E. (2000). *"Cuándo y cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza"*, revista de Enseñanza y Tecnología, Enero-Abril 2000.

ARAÑÓ, J. C. (1993). “La nueva educación artística significativa: definiendo la educación artística en un periodo de cambio”. Arte, Individuo y Sociedad, vol. 5.

ARAÑÓ GISBERT, J. C. (1987). *“Educación por el arte, arte por la Educación”.* Arte y Educación, n º 1.

Arte, individuo y sociedad: temas de arte y educación artística (en la biblioteca de la Facultad de BBAA desde el n º 1)

AZNAR VALLEJO, F. (1990). “Reflexiones didácticas acerca del papel de las nuevas tecnologías en la enseñanza del arte”. Arte, individuo y sociedad n º 3.

BARRAGÁN, J. M. (1995). *“Las fundamentaciones de la educación artística”.* El boletín de las artes visuales n º 4.

BRAVO REYES, C. (1998). *"El sistema multimedia en el proceso pedagógico"* en Revista Electrónica Video, vol.3 (nº 12).La Habana. Universidad Pedagógica Enrique José Varona.

DELOCHE, B. (2002). *"Museos y Nuevas Tecnologías".* mus-A (revista de los museos de Andalucía). Sevilla, Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Dirección General de Museos.

FREEDMAN, K. (1994). “Visual art/virtual art: teaching technology for meaning”. Studies in art education, 50.

JUANOLA, R. (1995). *“Educación artística”.* Cuadernos de pedagogía 15.

LACRUZ, M. Y OTROS (2000). *“Educación y nuevas tecnologías ante el siglo XXI”,* revista Comunicación y Pedagogía, Nº 164, Barcelona (España).

LÓPEZ DE PRADO, R. (2000-2001). *“Museos europeos en Internet (1) y (2)”,* en Revista de Museología, n.° 20-21, Madrid.

MARÍN VIADEL, R. (1996). *“¿Qué hay que enseñar en la educación artística? Por un currículo visual”.* Boletín de educación de las artes visuales n º 7.

MARIN VIADEL, R. (1987). "La información bibliográfica sobre la educación artística". Icónica 8.

PANTELIDIS, V. (1996). *"Suggestions on when to use and when not to use virtual reality in education"*, VR in the schools, vol. 2, Nº 1, 18, University of East Carolina (EEUU).

WEBGRAFÍA

ARTÍCULOS

ARROYO, S. R., RODRÍGUEZ, J. *"El uso de las tecnologías educativas: la teleformación".* http://www.ieev.uma.es/edutec97/edu97_c3/2-3-15.htm

BROWSE, D. (1993*). "Using Technology to Support Education Reform"*.Cap. II: Educational Technologies. Disponible on line. The Internet Public Library: www.ipL.org

FÄLMAN, D. (Departamento de Informática de la Universidad de Umea)
http://www.informatik.umu.se/~dfallman/projects/vrie/

GONZÁLEZ REDONDO, T. (2002). *"Cine interactivo: definición y características"* Televisión Digital e Interactiva; http://www.tvdi.net/cgi-bin/trad/html/articulos/articulo25.html

Extractos de la Conferencia General del ICOM 2007
http://www.icom-oesterreich.at/2007/es-thema.html

Fundación Española Ciencia Y Tecnología. Informes Preparatorios Para El Libro Blanco Arte-Ciencia Tecnología. *"La Investigación en Arte-Ciencia-Tecnología"* Relator: Juan Martín Prada.
www.artecienciatecnologia.org/borradores/invstg.pdf

GARCÍA RUIZ, M.A. (1998*). "Panorama General de las Aplicaciones de la Realidad Virtual en la Educación"*. http://www.cogs.susx.ac.uk/users/miguelga/espaniol.htm.

HILERA, J.R., OTÓN, S., MARTÍNEZ, J. "Aplicación de la Realidad Virtual en la enseñanza a través de Internet". Universidad de Alcalá.
http://www.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/num8/hilera-oton.html

SHAFFER, J. (2002). "New Horizons for Learning"
http://www.newhorizons.orgÇ

KALAWSKY, R. S. *"Exploiting Virtual Reality Techniques in Education and Training: Technological Issues".* A report prepared for AGOCG. Advanced VR Research Centre. Loughborough University of Technology
www.agocg.ac.uk/reports/virtual/vrtech/title.htm

MARSHALL, S. (2000). *"The Learning Store of the Illinois Mathematics and Science Academy"*. http://www.learndev.org

PANTELIDIS, V. "Reasons to Use Virtual Reality in Education"
http://vr.coe.ecu.edu/reas.html

PÉREZ ARENAS, L. M., GUARNIZO ÁLVAREZ, J. E., VALLEJO, C. (2005). *"Realidad Virtual: Tecnología para la educación"*
http://altair.udea.edu.co/delaurbe/?module=displaystory&story_id=1607&format=html

ROUSSOU, M. (2000). *"Immersive Interactive Virtual Reality and Informal Education"*
http://citeseer.ist.psu.edu/411595.html

VERA OCETE, G., BURGOS GONZÁLEZ, Mª A., ORTEGA CARRILLO, J. A. *"La realidad virtual y sus posibilidades didácticas".*
http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero%201/Articulos/Realidad%20virtual.doc

Todas ellas en línea en el momento en la última revisión a 2 de abril de 2007.

MUSEOS

Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci

http://www.museoscienza.org/english/

Museo Virtual de Estética de la Universidad del Norte
http://museo.uninorte.edu.co/Tour3D/index.html

Korean Virtual Museum
http://www.kcaf.or.kr/ehome3/english/vrml/index.html

Museo del Templo Mayor
http://aztlan.inah.gob.mx:8080/teopantli/index.html

Foundation of the Helenic World
http://www.fhw.gr/index_en.html

Toucan virtual Museum
http://www.toucan.co.jp/page/VRMLFrameE.html

Cardiac Virtual Museum
http://arrhythmia.hofstra.edu/vrml/museumn/museumn.html

Museo Thyssen-Bornemisza
http://www.museothyssen.org/thyssen/coleccion/visita_virtual.html

Museo Reina Sofía
http://www.museoreinasofia.es/s-museo/visitavirtual.php

Museo del Louvre
http://www.louvre.fr/llv/musee/visite_virtuelle.jsp?bmLocale=en

National Museum of Australia
http://www.nma.gov.au/visit/virtual_tour/

The Metropolitan Museum of Art - Works of Art Virtual Reality Tour
http://www.metmuseum.org/home.asp

The State Hermitage Museum
http://www.hermitage.ru/html_En/index.html

National Gallery of Art WASHINTONG- Calder Exhibition
http://www.nga.gov/exhibitions/calder/realsp/roomenter-foyer.htm

Van Gogh's Van Goghs: Masterpiecesfrom the Van Gogh Museum, Amsterdam
http://www.nga.gov/exhibitions/gogh/html/realspace/room1-room0.htm

The Natural History Museum
http://www.nhm.ac.uk/nature-online/virtual-wonders/index.html

Todas ellas en línea en el momento en la última revisión a 4 de abril de 2007.

ARTISTAS

Rebecca Allen
http://rebeccaallen.com/

Águeda Simo Chamorro
http://www.aguedasimo.net/

Todas ellas en línea en el momento en la última revisión a 4 de abril de 2007.

PROYECTOS

Red de Museos de Arte (Art Museum Network: AMN)
http://www.amn.org

Excalendar.net
http://www.excalendar.net/

Amico
http://www.amico.org

Videomuseum
http://www.videomuseum.fr
Espacio virtual de la Fundación Telefónica para la difusión del patrimonio cultural.
http://www.arsvirtual.com/p_espagnol/visitas_virtuales/index.jsp

Laboratorio de realidad virtual de la Universidad de UCLA.
http://www.cvrlab.org/

Proyecto Michelangelo Digital de la Universidad de Stanford
http://graphics.stanford.edu/projects/mich/

Museo Interactivo Tourbot
http://www.ics.forth.gr/tourbot/

Reconstrucción virtual de antiguos pueblos de Europa
http://dea.brunel.ac.uk/project/murale/

Realidad aumentada para visualización y estudio del patrimonio cultural.
http://archeoguide.intranet.gr/

Todas ellas en línea en el momento en la última revisión a 5 de abril de 2007.

PROGRAMAS

Rapidform
http://www.rapidform.com

3D Studio max
http://www.autodesk.com/3dsmax

Dreamweaver
http://www.adobe.com/es/products/dreamweaver

Cortona
http://www.parallelgraphics.com/cortona

VRMLPad
http://www.parallelgraphics.com/products/vrmlpad/

PUBLICACIONES SOBRE APLICACIONES DE REALIDAD VIRTUAL

Página web de la East Carolina University, con publicaciones de aplicaciones de la realidad virtual.
http://vr.coe.ecu.edu/pub.htm

En línea en el momento en la última revisión a 5 de abril de 2007.

OTROS

http://www.unece.org/stats/documents/ces/sem.52/6.x.pdf

http://www.icom-ce.org/

http://www.audioguiarte.com/audioguia.htm

http://ui4all.ics.forth.gr/i3SD2000/Roussou.PDF

Página oficial Silicon Graphics España
http://192.48.170.160/global/es/newsroom/2002/2002032701.html

http://www.vilars2000.com

http://www.ucm.es/info/MUPAI

http://oliba.uoc.edu/index_es.html

http://www.clarin.com/diario/2005/04/21/conexiones/t-961368.htm

http://wings.buffalo.edu/academic/department/eng/mae/vrlab

http://www.buysgi.com/global/es/newsroom/2004/2004_07_09.html

http://citeseer.ist.psu.edu/411595.html

http://www.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/num8/hilera-oton.html

http://www.ucm.es/info/bbaa/estruorg/museolog/pg8m.htm

http://www.ucm.es/info/mupai

Todas ellas en línea en el momento en la última revisión a 7 de abril de 2007.