

Gestión del Proceso de Desarrollo de Simuladores Virtuales Educativos. Un enfoque transdisciplinario.

Ing. Julio Gonzalo Brito
Instituto Universitario Aeronáutico
Facultad de Ciencias de la Administración
Córdoba – República Argentina
gonzalo.brito@gmail.com – gbrito@iua.edu.ar

Resumen

Los esquemas interactivos de simulación, ampliamente difundidos en el ámbito industrial, constituyen una interesante interfaz educativa para representar situaciones y reproducir fenómenos difíciles de ver y hasta imposibles de imaginar.

Así, la complejidad propia de los desarrollos de software en estos ambientes, se ve profundizada ante la carencia de metodologías y herramientas adecuadas para el tratamiento, gestión y control de la transdisciplinariedad involucrada; erigiéndose como una causal determinante en el fracaso de proyectos de desarrollo de software educativo.

El abordaje desde esta perspectiva implica, necesariamente, la investigación y selección de las técnicas y métodos más aptos, desde un enfoque de calidad.

De esta forma, la interdisciplinariedad existente, requiere para su tratamiento, de un *modelo de proceso* que permita captar, seleccionar, organizar, diseñar, desarrollar y controlar integralmente las actividades, estableciendo el marco de trabajo de las tareas que se requieren para construir software de calidad.

El presente trabajo, sobre la base de la experiencia recogida en ámbitos altamente interactivos, pretende describir los caracteres más relevantes en la gestión del proceso interdisciplinario de desarrollo de simuladores virtuales y sus implicancias sobre la calidad de los productos software generados.

Palabras claves: *Entornos Virtuales de Aprendizaje; Gestión del Proceso de Desarrollo Transdisciplinar; Realidad Virtual; Simuladores Virtuales; Software Educativo de Simulación.*

Introducción

La educación apoyada en medios digitales, plantea ineludibles cambios en los paradigmas educativos, mayormente reflejados en la búsqueda de nuevas tecnologías que proporcionen mejor soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje en las distintas áreas y especialidades, tanto para su desarrollo como para investigación y comunicación.

Sin embargo, no basta con la apropiación tecnológica para incorporarse a la mentada “revolución digital”, se requiere enfocar el sentido y ello supone develar esa racionalidad tecnicista inmersa en nuestros nuevos modos de conocer.

Así, la Realidad Virtual y los paradigmas interactivos en general, se erigen como una alternativa válida y poco explotada desde el punto de vista educativo.

La gestión de un ambiente de aprendizaje basado en la simulación, supone el diseño de los entornos que lo estructuran y cada uno de ellos cubre funciones distintas en la práctica educativa. Consecuentemente, el diseño de dicho espacio, implica la anticipación de las experiencias de los usuarios y el reconocimiento de las dinámicas que pueden generarse en el entorno digital. Éstas dinámicas, conforman interacciones humanas, y también interacciones con objetos de conocimiento.

1- Aprendizaje y Virtualización

El hecho de emplear la metáfora escolar o áulica en la disposición de entornos de aprendizaje digitalizados, supone que las pautas en los modos de aprender se mantienen. Esta perspectiva, constituye al menos una visión acotada, en la que el proceso de enseñanza-aprendizaje se caracteriza por constituirse como descriptivo, indirecto, colectivo, netamente objetivo y explícito¹. Así, 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.

En tanto, desde la teoría del Diseño orientado a Transacciones con Objetos de Conocimiento², el desarrollo de entornos educativos (simulaciones educativas y micromundos) y la ventaja de la representación de conocimiento en forma de objetos cognoscitivos, ofrecen a los participantes la posibilidad de explorar mecanismos o conjuntos de ellos. Por tanto, el objeto central de este enfoque, se orienta a representar el comportamiento de los objetos respecto de los encontrados en la “realidad”, permitiendo a los usuarios actuar sobre ellos y observar las consecuencias de sus acciones.

De esta forma, la virtualización,³ constituye el proceso de creación de un “mundo artificial” a través de un sistema informático en el que el usuario tiene la impresión de estar en dicho mundo, y es capaz de navegar a través del mismo y manipular los objetos que hay en él. La realidad, entonces, no es opuesta a la virtualidad, puesto que ésta siempre está referida a aquélla.

2 - Paradigmas de Interacción

En concordancia con lo expuesto anteriormente, la virtualización del objeto requiere de un proceso dirigido a materializar dichos objetos cognoscitivos como componentes de una interfaz. Para ello, la organización de la información y la representación como proceso inclusivo de la narración y la visualización, hacen uso de los paradigmas de interacción en el desarrollo de dicho proceso.

Estos paradigmas, representan los supuestos teóricos generales y las técnicas para su aplicación, organizados en grupos con características similares.

¹ De Antonio, Angélica; Villalobos, M y Luna, E. *Cuándo y cómo usar la Realidad Virtual en la enseñanza*, 2000, pp. 26-36.

² Merrill, David. *Teoría de la Transacción Educativa: diseño educativo basado en objetos de conocimiento*, 2000, pp. 122-125.

³ Echeverría, Javier. *Un mundo virtual*, 2000, pp. 15-26.

Actualmente, y de acuerdo a lo expresado por Lorés, Granollers y Lana⁴, éstos se clasifican en:

- ✓ **Ordenador de Sobremesa**, donde la interacción se realiza normalmente aislada del entorno; el usuario interactúa con un ordenador efectuando la manipulación de manera convencional.
- ✓ **Realidad Virtual**, que describe una amplia variedad de estilos de interacción, abarcando desde interfaces en tres dimensiones con las que se puede interactuar en tiempo real, hasta sistemas en que el nivel de autonomía, interacción y sensación de presencia, es prácticamente igual al del “mundo real”.
- ✓ **Computación Ubicua**, que extiende la capacidad computacional al entorno del usuario, permitiendo que la información esté presente en todas partes mediante diversos dispositivos, conectados en red a servidores de información.
- ✓ **Realidad Aumentada**, que trata de reducir las interacciones con el ordenador, utilizando la información del entorno como una entrada implícita. De esta forma, el usuario será capaz de interactuar con el “mundo real”, que aparece aumentado por la información sintética del ordenador.

3 - Realidad Virtual y su aplicación en la Educación

Si bien existen un sinnúmero de definiciones y acepciones para el término Realidad Virtual, en el contexto de este trabajo, dicho paradigma interactivo comprende la manipulación de los sentidos humanos (actualmente el tacto, la visión y la audición) por medio de ambientes tridimensionales sintetizados, en el que uno o varios participantes, acoplados de manera adecuada al sistema, interactúan en forma dinámica e intuitiva, convirtiendo en real el entorno generado por el computador.⁵

Consecuentemente, la Realidad Virtual es una tecnología especialmente adecuada para la enseñanza, debido a su facilidad para captar la atención de los participantes mediante su inmersión en mundos virtuales relacionados con las diferentes ramas del saber, lo cual puede ayudar en el aprendizaje de los contenidos de cualquier materia. Este paradigma interactivo, explota todas las técnicas de reproducción de imágenes y las extiende, usándolas dentro del entorno en el que el usuario puede examinar, manipular e interactuar con los objetos cognoscitivos expuestos.

Sin ninguna duda, la incorporación de la Realidad Virtual supone un salto cualitativo muy importante en el aprendizaje de disciplinas o áreas de conocimiento, especialmente en aquellas en las que resulta difícil palpar o materializar los procesos estudiados. La utilización de modelos virtuales permite obtener un sentido del espacio 3D del que carece cualquier otro sistema de representación gráfica. Además, se trata de

⁴ Lorés, Jesús; Granollers, Toni y Lana, Sergi. *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador*, 2002, pp. 12-15.

⁵ Echeverría, Javier. *Avatares, Realidad Virtual y Educación Digital*, 2000, pp. 130-135.

una tecnología altamente intuitiva en cuanto a su uso y que consigue facilitar la explicación de conceptos complejos o abstractos.⁶

Sin embargo, la aplicación de esta tecnología al proceso educativo varía en función al alcance y profundidad en la interacción e inmersión dotada al entorno virtual.⁷ Dicha situación puede clasificarse de la siguiente manera:

- **Animación 3D No Interactiva:** se aplica el paradigma con las mismas técnicas de animación 2D, subutilizando de esta forma las potencialidades de la tecnología. En esencia, se visualizan como una animación corriente, aunque en algunos casos, el soporte físico permite aprovechar la visión tridimensional del entorno.
- **Soporte 3D Interactivo No Inmersivo:** brinda al usuario una interacción acotada con el sistema simulado, permitiendo diferentes visualizaciones tridimensionales del mismo, pero impidiendo su inspección activa. Esta modalidad suele emplearse mayormente para representar concepciones arquitectónicas o ingenieriles, reemplazando el maquetado en el proceso.
- **Experiencias 3D Interactivas e Inmersivas:** utilizan todos los recursos que ofrece la tecnología. Constituye, por tanto, una simulación interactiva, dinámica y en tiempo real de un sistema, donde el usuario es partícipe activo de dicho mundo.

4 - Simuladores Virtuales Educativos

En este ámbito y de manera genérica, se considera simulador virtual educativo, al material educativo digital, autocontenido y re-utilizable desarrollado con la finalidad de constituirse como facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje, que tiene la particularidad de utilizar como soporte tecnológico para su desarrollo, uno o varios paradigmas de interacción.⁸

Desde un enfoque más técnico, un simulador virtual constituye entonces, un modelo matemático que describe un *espacio tridimensional*, dentro del cual, están contenidos objetos que pueden representar desde una simple entidad geométrica (un cubo o una esfera), hasta una forma compleja (un desarrollo arquitectónico, un nuevo estado físico de la materia o el modelo de una estructura genética).⁹

5 - Gestión del proceso de desarrollo de Simuladores Virtuales Educativos

Como en todo ámbito virtual de aprendizaje, el conocimiento a representar proviene de diferentes áreas de conocimiento, por lo que dicho proceso, necesariamente debe contemplar dicha transdisciplinariedad.

⁶ Vera Ocete, Guillermo; Ortega Carillo, José A. y Burgos González, María. *La Realidad Virtual y sus posibilidades didácticas*, 2003, pp. 1-3.

⁷ Brito, Julio Gonzalo. *Gestión de la Realidad Virtual como Soporte Educativo*, 2005, pp. 12-25.

⁸ Brito, Julio Gonzalo. *DARV (Difusión de Astronomía mediante Realidad Virtual)*, 2004, pp. 22-26.

⁹ García Ruiz, Miguel. *Panorama General de las Aplicaciones de la Realidad Virtual en la Educación*, 1998, pp. 5-12.

De esta forma, la pluridisciplinariedad relevada, requiere para su tratamiento de un modelo de proceso que permita captar, seleccionar, organizar y controlar integralmente las actividades planteadas.¹⁰

El desarrollo de simuladores virtuales, entendidos como objetos de aprendizaje, se circunscribe dentro del área del Software Educativo de Simulación. En este contexto, el modelo de proceso MoPIS[®], que constituye una recopilación de métodos y técnicas provenientes de diferentes disciplinas, ofrece un importante soporte metodológico para la gestión y control de los recursos implicados en el desarrollo de aplicativos de éstas características.

Así, los aportes del *Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad*¹¹, como así también, los aspectos prácticos incorporados de otros trabajos, tales como *Ingeniería de Software Educativo con modelaje Orientado por Objetos: un medio para desarrollar micromundos interactivos*¹² y la *Metodología para el Desarrollo de Software Educativo Multimedia*¹³, fueron determinantes en el proceso de formalización de MoPIS[®].

Los lineamientos centrales sobre los que se basa el citado modelo¹⁴, se describen a continuación:

- Provee un **espacio común de desarrollo para todos y cada uno de los actores involucrados**, estableciendo el marco de trabajo de las tareas que se requieren para construir simuladores virtuales de calidad.
- **Recopila las metodologías y técnicas más relevantes** para el desarrollo de simuladores virtuales.
- Se cimienta sobre la base del modelo de desarrollo **Iterativo Incremental** con modelaje **Orientado a Objetos**.
- Constituye un **modelo abierto, no prescriptivo**. Establece los cánones de acción, sin ajustarse al uso restrictivo de determinadas herramientas.
- **Involucra al usuario como partícipe activo** del proceso de desarrollo de simuladores virtuales.
- **Integra** en la fase de diseño, tres ejes de desarrollo complementarios e interdependientes: **Educación, Comunicación y Tecnología**.
- **Incorpora** aspectos metodológicos de la **Ingeniería de Software**, relevantes para la estandarización y desarrollo de dichos procesos, como también los enfoques de la **Ingeniería de la Usabilidad y Accesibilidad** y el **Diseño de Experiencias de Usuario**,

¹⁰ Vaughan, Tay. *Multimedia. Manual de Referencia*, 2002, pp. 3-27.

¹¹ Lorés, Jesús; Granollers, Toni y Lana, Sergi. *Op. Cit.*, pp. 17-20.

¹² Gómez Castro, Ricardo A.; Galvis Panqueva, Álvaro y Mariño Drews, Olga. *Ingeniería de Software Educativo con Modelaje Orientado por Objetos: un medio para desarrollar micromundos interactivos*, 1997, pp. 4-8.

¹³ Gamboa Rodríguez, Fernando y Mendoza Guzmán, Dolores. *Metodología para el desarrollo de Software Educativo Multimedia*, 2001, pp. 3-11.

¹⁴ Brito, Julio Gonzalo. *Un Modelo de Proceso Interdisciplinario para el Desarrollo de Software Educativo de Simulación*, 2005, pp. 5-14.

determinantes para el aprovechamiento intensivo de los paradigmas interactivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

6 - Componentes Centrales del Modelo de Proceso Interdisciplinario para Desarrollo de Software Educativo de Simulación (MoPIS®)

Como se expresara anteriormente, el objeto central perseguido en la formalización de MoPIS®, fue integrar los enfoques descriptos, a fin de establecer las actividades claves de *Comunicación*, *Planeación*, *Modelado*, *Construcción* y *Despliegue* para ámbitos de desarrollo de material educativo de simulación.¹⁵

Gráficamente, el modelo propuesto puede representarse:

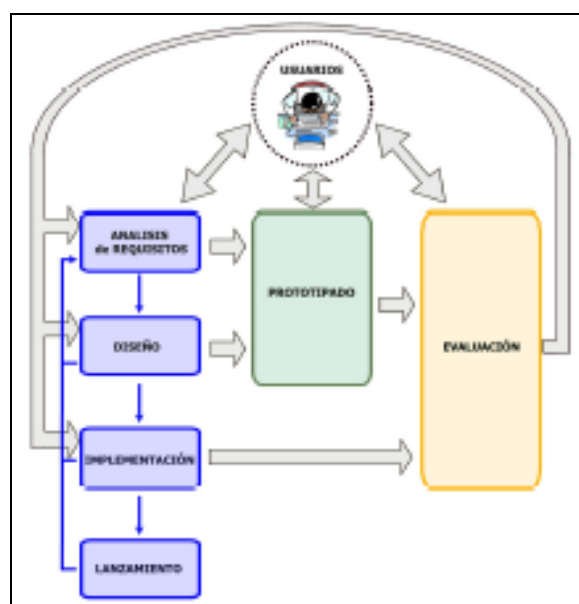


Figura 1. Esquema adoptado para MoPIS®

6.1 - Análisis de Requisitos

En esta fase se *establecen los servicios que el sistema debe proporcionar y las restricciones bajo las cuales debe operar.*

Para lograrlo, se *delimita el entorno de trabajo de la aplicación y luego, se listan los requerimientos que debe atender la solución interactiva, teniendo en claro el rol de cada uno de los medios educativos seleccionados y la viabilidad de utilización de éstos.*

6.2 - Diseño

Basado en la experiencia recogida en ámbitos de difusión altamente interactivos, surgen *tres ejes interdisciplinarios e interdependientes entre sí*, que son determinantes en el *proceso de diseño de un software educativo de simulación*. Uno de ellos, lo constituye el *eje educativo o instruccional*, el *comunicacional* es otro y el *informático o computacional* completa el esquema.¹⁶

¹⁵ Pressman, Roger. *Ingeniería de Software, un enfoque práctico*, 2005, pp. 22-25.

¹⁶ Gómez Castro, Ricardo A.; Galvis Panqueva, Álvaro y Mariño Drews, Olga. *Op. Cit.*, pp. 9-12.

6.2.1 - Diseño Educativo o Instruccional

Esta fase se erige como resultado de una labor de diseño en dos ámbitos, un *ámbito cognitivo* donde se *modela el conocimiento de dominio* en un área específica, y un *ámbito estructural* donde se *describe el tipo de escenario educativo* utilizando una representación independiente de la tecnología.

De esta forma, en primer lugar se establecen como punto de partida, dos aspectos centrales:

- Las *necesidades educativas primordiales detectadas*, a cubrir por el aplicativo.
- La *conducta de entrada y campo vital de la población objeto*, a la que estará dirigido dicho aplicativo.

En segunda instancia, y en correspondencia con lo expresado anteriormente, se modela la estructura educativa orientada sobre la base de los siguientes interrogantes:

- *¿Qué aprender con el aplicativo?*
- *¿En qué ambiente o micromundo aprenderlo?*
- *¿Cómo motivar y mantener motivados a los participantes?*
- *¿Cómo saber que el aprendizaje se está logrando?*

6.2.2 - Diseño Comunicacional

En este eje se define la *interfaz del usuario* (zona de comunicación usuario-programa) de la aplicación. El adecuado tratamiento de dicha interacción, permite *guiar un análisis cuidadoso y sistemático sobre qué información, herramientas y capacidades necesitan los usuarios para conseguir sus objetivos, y proporciona métodos y técnicas para evaluar*, en el esfuerzo por eliminar defectos que impiden cumplir con los objetivos educativos planteados.¹⁷

Los objetivos centrales perseguidos en esta etapa son:

- Establecer una *interfaz de usuario amigable, flexible y atractiva*.
- Facilitar el aprendizaje de utilización de la aplicación, *minimizando la carga cognitiva*.
- Determinar un *patrón de diseño consistente, tanto visual como funcionalmente*. Esto implica que, entre otros, los mensajes y la distribución en pantalla, como el juego de colores, *sigan un mismo esquema de diseño*.
- Propiciar una *interfaz altamente interactiva*, diseñando *mecanismos de interrelación* entre el usuario y el aplicativo.

¹⁷ Brave, Scott y Nass, Clifford. *Emotion in Human-Computer Interaction*, 2002, pp. 81-96.

6.2.3 - Diseño Computacional o Informático

Durante los ciclos de diseño educativo y comunicacional se definen diferentes objetos, tanto del escenario como de la interfaz, mientras que en éste, las actividades se centran sobre:

- *Validación de la completitud del modelo diseñado*, mediante la comprobación de la satisfacción de los requerimientos globales detectados.
- *La adecuación de las posibilidades tecnológicas* de desarrollo, a los modelos antes mencionados.
- *Integración de los ejes temáticos de diseño*, a fin de lograr una solución consistente respecto de la especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales relevados para el incremento.

6.3 Prototipado

Sobre la base de la información recabada en las etapas de Análisis de Requerimientos y Diseño, se desarrollan prototipos de software con el propósito de:

- *Simular funcionalidades críticas* relevadas del sistema, minimizando riesgos de desarrollo e implementación.
- *Comprobar la fiabilidad técnica* de funciones, especialmente aquellas *no implementadas anteriormente*.
- *Verificar la usabilidad y accesibilidad de la estructura diseñada y las herramientas seleccionadas*.

6.4 Evaluación

El proceso evaluativo, se lleva a cabo empleando metodologías de seguimiento con la participación de usuarios representativos, a fin de consolidar las funcionalidades relevadas en el Análisis de Requisitos, modeladas en el Diseño y desarrolladas mediante cada ciclo de Prototipado.

Los objetivos perseguidos en esta fase, son los siguientes:

- *Comprobar la completitud y satisfacción de los requisitos detectados*.
- *Verificar el comportamiento integral de los prototipos* (desempeño conjunto de los componentes de la aplicación).
- *Capturar reacciones espontáneas de los usuarios*, a fin de contemplar lo más fielmente posible, las necesidades de éstos últimos.

6.5 Implementación y Lanzamiento

La etapa de implementación, agrupa todo el trabajo restante de *codificación* de la aplicación, para consumir su desarrollo sobre la base de las funcionalidades modeladas y prototipadas.

En tanto, el lanzamiento, constituye la concreción de las actividades ejecutadas a lo largo del proyecto. Así, en esta fase se materializa el ciclo de desarrollo, generando la *distribución final* del aplicativo.

De esta forma, a partir de los incrementos parciales de los ciclos de prototipado-evaluación, se efectúa la implementación y lanzamiento del aplicativo, a fin de:

- Extrapolar la estructura desarrollada, con el objeto de *cubrir todas las funcionalidades relevadas*.
- *Integrar funcionalmente los componentes codificados logrando una unidad operativa independiente*.
- *Efectuar pruebas exhaustivas del incremento* desarrollado, para garantizar la funcionalidad integral del mismo.

Conclusiones

Es un hecho que, las tecnologías de la información y la comunicación, ocupan hoy un rol preponderante en el diario quehacer educativo, imbricando de manera transversal diferentes disciplinas que confluyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

No menos cierto es, que en muchas ocasiones, la inclusión de dichas tecnologías es realizada desde un enfoque eminentemente tecnicista e irreflexivo, en otras mediado erráticamente o relegado estrictamente a las plataformas comerciales en boga.

La incorporación de paradigmas interactivos al ámbito educativo, tales como la Realidad Virtual, produjo buenas experiencias, aunque mayores potencialidades que resultados, dada la carencia de metodologías integrales para el desarrollo de objetos de aprendizaje de estas características.

Resulta tan importante la gestión de los recursos implicados en estos procesos, como explotar todas las cualidades que brinda la tecnología como soporte para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por tanto, el fin ulterior de este escrito, se centra en vislumbrar los aspectos esenciales en el desarrollo de simuladores virtuales educativos, con el objeto de transformar las posibilidades tecnológicas actuales en verdaderas oportunidades educativas, extensibles a todas las áreas de conocimiento.

Referencias Bibliográficas

BRAVE, Scott y NASS, Clifford. *Emotion in Human-Computer Interaction*. New York, Lawrence Erlbaum Associates, 2002, pp. 81-96.

BRITO, Julio Gonzalo. *DARV (Difusión de Astronomía mediante Realidad Virtual)*. Córdoba, IUA, 2004, pp. 22-26.

_____ *Gestión de la Realidad Virtual como Soporte Educativo*. Córdoba, IUA, 2005, pp. 12-25.

_____ *Un modelo de Proceso Interdisciplinario para el desarrollo de Software Educativo de Simulación*. Córdoba, IUA, 2005, pp. 5-14.

DE ANTONIO, Angélica; VILLALOBOS, M. y LUNA, E. *Cuándo y cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza*. En: Revista de Enseñanza y Tecnología, Núm. 16, Universidad Politécnica de Madrid, 2000, pp. 26-36.

ECHEVERRÍA, Javier. *Avatares, Realidad Virtual y Educación Digital*. En: Actas del I Congreso Internacional de Educación Digital (Bilbao, 11-12 de diciembre) 2000, pp. 130-135.

_____ *Un mundo virtual*. Barcelona, Editorial Plaza & Janés, 2000, pp. 15-26.

GAMBOA RODRÍGUEZ, Fernando y MENDOZA GUZMÁN, Dolores. *Metodología para el desarrollo de Software Educativo Multimedia*. México, UNAM, 2001, pp. 3-11.

GARCÍA RUIZ, Miguel. *Panorama General de las Aplicaciones de la Realidad Virtual en la Educación*. En: Revista Educación 2001, Núm. 43, 1998, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 5-12.

GÓMEZ CASTRO, Ricardo A.; GALVIS PANQUEVA, Álvaro y MARIÑO DREWS, Olga. *Ingeniería de Software Educativo con Modelaje Orientado por Objetos: un medio para desarrollar micromundos interactivos*. Bogotá, Universidad de los Andes, 1997, pp. 4-12.

LORÉS, Jesús; GRANOLLERS, Toni y LANA, Sergi. *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador*. Lleida, Universitat de Lleida, 2002, pp. 12-20.

MERILL, David. *Teoría de la Transacción Educativa: diseño educativo basado en objetos de conocimiento*. En Reigeluth coord., *Diseño de la instrucción, Teorías y Modelos*, Madrid, Editorial Santillana, 2000, pp. 122-125.

PRESSMAN, Roger. *Ingeniería de Software, un enfoque práctico*. México, Mc Graw Hill, 2005, pp. 22-25.

VAUGHAN, Tay. *Multimedia. Manual de Referencia*. Madrid, Mc Graw Hill / Interamericana de España, 2002, pp. 3-27.

VERA OCETE, Guillermo; ORTEGA CARILLO, José A. y BURGOS GONZÁLEZ, María. *La Realidad Virtual y sus posibilidades didácticas*. En: Revista EticaNet Núm. 1, Universidad de Granada, 2003, pp. 1-3.