

Cuándo y Cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza

Angélica De Antonio Jiménez*, Marco Villalobos Abarca**, Enrique Luna Ramírez***

(*)Facultad de Informática, U. Politécnica de Madrid-España, e-mail: angelica@fi.upm.es

(**) Facultad de Ingeniería, U. de Tarapacá Arica-Chile, e-mail: fd90157@zipi.fi.upm.es

(***) Instituto Tecnológico, Aguascalientes-México, e-mail: fp22067@zipi.fi.upm.es

Resumen:

Se propone una guía que oriente al educador o instructor a decidir cuándo usar la Tecnología de Realidad Virtual y cómo relacionarla con la Tecnología Educativa. Se analizaron las propiedades que posee esta tecnología, en especial aquellas relacionadas con la educación, como es el caso de la “inmersión”. Además, se estudió su relación con las Técnicas de Enseñanza, Objetivos Educativos, y Estilos de Aprendizaje, los cuales se deben tener en cuenta al momento de diseñar software instruccional que use como base esta Tecnología. Los resultados de este estudio indicaron que las características de la Realidad Virtual hacen de ésta una herramienta casi “natural” para el proceso de enseñanza/aprendizaje; sin embargo, las aplicaciones virtuales educativas deben considerar además las Técnicas de Enseñanza, los Objetivos Educativos, y los Estilos de Aprendizaje con la finalidad de desarrollar aplicaciones centradas en el alumno y no sólo en el contenido.

Palabras Clave: Mundos Virtuales, Inmersión, Técnicas de Enseñanza, Objetivos Educativos, Estilos de Aprendizaje, Aplicaciones Virtuales Educativas.

1. Introducción

Numerosos estudios indican que la Tecnología de Realidad Virtual es una poderosa herramienta para la enseñanza, fundamentalmente por su capacidad de proveer entornos inmersivos, multisensoriales y creíbles, entre otras características [12,13,17,8,2,6,7,16,3,4]. Estos trabajos sugieren que la aplicación de esta tecnología en los procesos de enseñanza/aprendizaje, ya sea en la educación o el entrenamiento, genera beneficios superiores con respecto a la utilización de la tecnología no basada en Realidad Virtual. Sin embargo, dado el actual desarrollo de la Realidad Virtual, muchas de las aplicaciones que se desarrollan en instituciones de investigación y universidades se encuentran en un estado de diseño, implementación o prueba. Si un educador o instructor que tiene una cierta experiencia en el uso de la Tecnología Educativa desea aplicar la Tecnología de Realidad Virtual como apoyo al proceso de enseñanza/aprendizaje, deberá necesariamente buscar respuestas a cuestiones tales como: ¿Qué es la Realidad Virtual?, y ¿Cuándo y dónde se puede aplicar?.

Debido a lo anterior, es necesario realizar un análisis de estas cuestiones e intentar proponer una guía que oriente al educador o instructor a decidir Cuándo y Cómo usar la Realidad Virtual y Cómo relacionarla con la Tecnología Educativa.

Este trabajo se encuentra estructurado en seis secciones, partiendo con la actual introducción. Continúa con un análisis de las características de la Realidad Virtual. Después, se estudia su relación con la Tecnología Educacional y el desarrollo de aplicaciones, tomando en cuenta cuándo y dónde es conveniente desarrollar entornos virtuales educativos. Finaliza con las conclusiones y las referencias bibliográficas.

2. Realidad Virtual

Se ha señalado que si un educador/instructor desea usar la Tecnología de Realidad Virtual en los procesos de Enseñanza/Aprendizaje, debe buscar respuestas a cuestiones tales como: ¿Qué es la Tecnología de Realidad Virtual?, y ¿Cuándo y dónde puede usarla? En consecuencia, los siguientes párrafos y secciones están dedicados a responder estas cuestiones, pero siempre dentro del contexto de su aplicación en la Educación.

2.1 Qué es la Realidad Virtual

Esta pregunta es amplia y cubre varios aspectos que debemos analizar como paso previo a establecer su aplicabilidad en la Educación.

De algunas definiciones dadas por distintos autores [1,6,10,11] se puede concluir que los investigadores coinciden en que la Realidad Virtual es fundamentalmente una simulación computerizada de la realidad, siendo su principal característica la capacidad de proveer una inmersión sensorial. Cabe destacar que también se habla de **Mundos Virtuales** como “una aplicación concreta de la Tecnología de Realidad Virtual en los cuales el participante puede ver, oír, usar y modificar los objetos...” [8].

La Realidad Virtual se encuentra soportada por un conjunto de subsistemas compuestos de software y hardware. A continuación, se describe un sistema típico.

2.2 Un Sistema Típico de Realidad Virtual

Un sistema típico de Realidad Virtual está compuesto de varios subsistemas [6], apoyados en una base de hardware y software. Se trata de subsistemas desarrollados para producir efectos visuales, auditivos y táctiles que son utilizados en los Entornos Virtuales. Un usuario es asistido por un conjunto de subsistemas que le permiten interactuar con un Mundo Virtual, es decir, cada uno de estos subsistemas refuerza un aspecto de la ilusión del usuario durante su “inmersión” en el Mundo Virtual. Así, dependiendo del tipo de configuración realizada tomando un conjunto determinado de componentes auditivos, visuales, táctiles, y de software de simulación, se puede hablar de distintos niveles de “inmersión” en el sistema. Los niveles de “inmersión” pueden ir desde lo más bajo, con los llamados de sistemas de “Realidad Virtual de Escritorio”, que posiblemente sólo permiten interactuar con el Mundo Virtual a través de un teclado o un ratón sobre una pantalla plana, hasta lo más alto, con los llamados sistemas de “Realidad Virtual Inmersivos”, que involucran dispositivos tales como HDMs (cascos), Data Gloves (guantes), y otros [18]. Cabe señalar que la “inmersión” será total cuando la diferencia entre el Mundo Real y su representación en una Simulación (Mundo Virtual) no sea apreciable. En la sección siguiente se tratará con mayor detalle el concepto de inmersión y otros conceptos no menos importantes, y su relación con la enseñanza.

2.3 El concepto de inmersión

El concepto de inmersión ha estado presente desde los primeros desarrollos de la Tecnología de Realidad Virtual. Sus orígenes se remontan al desarrollo de los HMDs que eran usados por pilotos de combate y para el diseño asistido por computadora [16]. El objetivo de estos primeros proyectos era situar a los participantes en ambientes que les proporcionaran la información que ellos requerían y en los cuales ellos pudieran interactuar de forma tan natural como lo harían en el mundo real. Esto requería que los HMDs tuvieran: 1) un campo visual amplio de manera que los objetos en el mundo pudieran ser detectados por una visión periférica, idealmente con un ángulo visual de 200° horizontalmente y 120° verticalmente; 2) un localizador de posición y actitud del cuerpo del participante; 3) traductores que interpretaran el comportamiento natural del participante, tal como mirar o apuntar; y 4) retardo no significativo de la velocidad a la cual el ambiente virtual era actualizado en respuesta a los movimientos y acciones del participante. Estas cuatro condiciones son necesarias para la “Realidad Virtual Inmersiva”. Como resultado de la inmersión total en un mundo virtual, los participantes reportan una sensación bastante real de estar en otro lugar –un fenómeno conocido como “presencia cognitiva” [5, 6]- además de una convicción de que un mundo virtual es una forma válida, aunque diferente, de realidad.

El caso de un sistema de “Realidad Virtual de Escritorio”[16] no reúne las cuatro condiciones necesarias para la inmersión mencionadas en el párrafo anterior, y por lo tanto no genera presencia cognitiva. El usuario interactúa con este tipo de sistemas como con cualquier otro programa de computadora, utilizando un ratón, un teclado, o un joystick, más que mirando o apuntando. Los HMDs y los localizadores de posición comúnmente no son utilizados en este tipo de sistemas. Aunque este tipo de Realidad Virtual no Inmersiva tiene un gran número de usos potenciales en la educación y su costo es relativamente bajo con respecto a los sistemas inmersivos, no ofrece más que unas pocas y pobres extensiones de los programas gráficos por computadora.

Los sistemas inmersivos que fueron desarrollados para la fuerza aérea de los Estados Unidos estaban diseñados para simplificar la interfaz a través de la cual los pilotos interactuaban con la nave. El piloto podía acceder a los datos que él requería, y podía operar algunos de los controles de la nave ejecutando acciones naturales tales como mirar, apuntar, y tocar. La interfaz fue simplificada hasta tal punto que ésta llegó a ser totalmente no obstructiva.

La desaparición de la interfaz entre la computadora y el usuario es otra condición necesaria para lograr la inmersión en un sistema de Realidad Virtual. Los participantes “entran en la computadora”, convirtiéndose en parte de los datos. Como resultado de esto, los participantes pueden interactuar con el mundo virtual de la misma manera que lo harían en el mundo real.

Como resultado de la inmersión, ocurren otras dos situaciones menos obvias pero más profundas, las cuales son particularmente importantes para la educación [16]. Primero, desaparece la distinción sujeto - objeto que existe entre el usuario y la información en las computadoras. Segundo, la inmersión permite interacción completamente no simbólica con el mundo. Ambos aspectos se discuten en los siguientes párrafos.

Conocemos el mundo de dos maneras. Primero, conocemos el mundo como resultado de las interacciones diarias con éste. Este tipo de conocimiento es directo, personal, subjetivo, y a menudo tácito, en el sentido de que frecuentemente no sabemos que estamos aprendiendo

algo. Segundo, conocemos el mundo como nos es descrito por alguien más. Este conocimiento es indirecto (vivido por otro), colectivo, objetivo y explícito. Siempre sabemos cuando hemos adquirido este tipo de conocimiento, porque nos ha sido enseñado. Las experiencias que conducen al primer tipo de conocimiento son llamadas experiencias en “primera persona”, mientras que las experiencias del segundo tipo se denominan experiencias en “tercera persona”.

Las experiencias y acciones que surgen del conocimiento en primera persona están normalmente caracterizadas por una ausencia de reflexión deliberada. Esto significa que la acción fluye directamente fuera de la percepción del mundo sin la intervención del pensamiento consciente. De hecho, la mayoría del conocimiento que obtenemos de nuestras vivencias diarias es logrado sin pensar deliberadamente en ello.

Las experiencias en primera persona son por lo tanto naturales, no reflexivas, privadas, y predominan en nuestras interacciones diarias con el mundo. Desde este punto de vista, la interacción con una computadora a través de una interfaz es una experiencia en tercera persona. Aun cuando podamos tener dominio total sobre el teclado o el ratón, la información que la máquina presenta siempre requiere reflexión antes de que nosotros respondamos, ya que ésta usualmente viene de alguien diferente a nosotros mismos y excluye la interactividad sobre la base del comportamiento natural, es decir, no permite la interacción en base a acciones como tocar, mirar... En este sentido, experimentamos a la computadora como un objeto más en el mundo. La información que nos proporciona está contenida en ésta y no es directamente accesible. La interfaz crea una frontera alrededor de la computadora y su información, y establece la distinción entre nosotros (sujeto) y ésta (objeto). En pocas palabras, la interfaz no considera las experiencias en primera persona.

Como se ha comentado, la inmersión en un mundo virtual hace desaparecer efectivamente la interfaz, permitiéndonos cruzar la frontera sujeto-objeto que existe entre nosotros y la máquina. Una vez que esto ha sucedido, nuestras experiencias en un mundo virtual pueden ser de la misma calidad que nuestras experiencias en el mundo real. El conocimiento que generan es directo, personal, subjetivo y a menudo tácito, en otras palabras, en primera persona. La realidad virtual inmersiva nos permite crear a través de nuestras experiencias el tipo de conocimiento accesible sólo a través de la experiencia directa con el mundo real, nunca a través de las interfaces de computadora, la “Realidad Virtual de Escritorio”, o cualquier otro tipo de experiencia en tercera persona predominante en las escuelas[16].

2.4 Comunidades Virtuales

Los Mundos Virtuales pueden ser diseñados para un sólo habitante (usuario) o para muchos participantes simultáneos. Cuando un Mundo Virtual soporta múltiples usuarios, éste puede dar lugar a una comunidad virtual [8]. Los habitantes de la comunidad virtual tienen un elevado sentido de presencia cognitiva en estos mundos artificiales, desde los cuales pueden comunicarse con otros habitantes en el contexto del mundo simulado. Las comunidades virtuales pueden permitir establecer teleconferencias y trabajo cooperativo remoto. En el plano de la enseñanza, estas comunidades pueden romper la jerarquía profesor-alumno, ya que convierten a todos sus habitantes en instructores y aprendices [9]. Considérese la comparación para diferentes situaciones que se presentan en el proceso de enseñanza-aprendizaje según sea una clase tradicional o una clase donde se utilizan los recursos de

Internet. Dicha comparación se muestra en la tabla nº 1. Si agregamos a las capacidades del Web un entorno de Realidad Virtual donde se produce inmersión y la interacción entre los habitantes de la Clase Virtual es más “natural”, el aprendizaje podría llegar a ser más significativo.

Situación de aprendizaje	Formación tradicional	Teleformación
Completamente Sincrónica	Sesión de clase típica en la que intervienen un formador y varios estudiantes.	La clase en su totalidad se reúne vía Internet en un Chat. Los participantes presentan ideas a la clase usando texto, audio, o vídeo en tiempo real.
Parcialmente Sincrónica	Grupos de estudiantes que se reúnen fuera del horario de clase para realizar alguna tarea.	Grupos de estudiantes se reúnen en un Chat para realizar una tarea puesta en el Web.
Asincrónica	Los alumnos realizan las tareas asignadas en forma individual, realizando principalmente lecturas y escritos que entregan al formador.	Los alumnos descargan tareas y recursos de información desde el Web de su clase. El formador proporciona a los alumnos tutoría vía correo electrónico.

Tabla 1: Comparación entre diferentes situaciones de enseñanza de una clase tradicional o en una clase utilizando los recursos de Internet [9].

3. Realidad Virtual y Tecnología Educacional

La Tecnología Educacional (Técnicas de Enseñanza, Estilos de Aprendizaje, Diseño instruccional...) es la herramienta con la que cuentan los educadores/instructores para diseñar entornos educativos efectivos. Cualquier intento de construir medios educativos debe tomar en cuenta la Tecnología Educacional y el medio tecnológico a utilizar. Tal es el caso de los Entornos Virtuales Educativos. En los próximos párrafos describiremos dos aspectos tecnológicos educativos importantes, como lo son las Técnicas de Enseñanza y los Estilos de Aprendizaje, y discutiremos su relación con la Realidad Virtual.

3.1 Técnicas de Enseñanza

Cuando desarrollamos software instruccional es importante tener en cuenta las distintas técnicas pedagógicas que pueden ser usadas como apoyo a los procesos de enseñanza/aprendizaje que serán implementados en forma de software. La tabla nº 2 muestra una descripción de estas técnicas [15].

Modificación de la conducta	Después de que un objetivo es establecido, las acciones favorables son premiadas para que el objetivo se refuerce positivamente mientras que las acciones desfavorables se penalizan.
Disertación y exposición	Los estudiantes adquieren pasivamente la información que proporciona el profesor. Cuando esta información es puramente verbal, la técnica es llamada disertación, y si es reforzada con medios visuales, se dice que es de exposición.
Caso de estudio	El uso de casos como vehículos educativos da a los estudiantes la oportunidad de aportar de sí mismos en la búsqueda de una solución a un problema.
Proyecto creativo	Se ajusta a la capacidad y creatividad del estudiante. Diseñar las asignaturas de acuerdo a las necesidades de los estudiantes y sus aspiraciones, y monitorear y guiar constantemente al estudiante.
Ejercitación repetida y constante	Desarrollo del rendimiento en términos de velocidad y exactitud automática. Un ejemplo simple es la tarea de aprender las tablas de multiplicación.
Aprendizaje casual	Los estudiantes aprenden el material en forma implícita usando medios lúdicos.
Experimentación en laboratorio	La aplicación práctica de la teoría mediante la observación, la investigación y la experimentación. El más común de los ejemplos es un laboratorio de química en el que los estudiantes mezclan sustancias químicas y observan resultados.
Aprendizaje en base a pre-requisitos	El estudiante avanza al siguiente paso sólo después de haber dominado el o los anteriores. En las demostraciones geométricas se parte por presentar un nuevo teorema después de que se haya dominado uno más básico.
Juego de roles	Los estudiantes actúan bajo una nueva identidad.
Estudiante profesor	Los estudiantes enseñan a otros estudiantes.

Tabla 2: Descripción de las Técnicas Educativas [15].

Estas técnicas se pueden aplicar a un grupo o en forma individual, y pueden ser implementadas en uno o más períodos de clases. No hay duda que habrán variaciones de acuerdo al tamaño del grupo y a la duración de la actividad, trayendo como consecuencia que estas técnicas puedan producir experiencias educativas diferentes. Un profesor comúnmente mezcla varias de estas técnicas según las necesidades de la clase. La mezcla no solamente puede ser conceptual sino también temporal.

Relación de la Realidad Virtual con las Técnicas de Enseñanza

Como se ha comentado, cuando desarrollamos aplicaciones instruccionales es importante tener en cuenta las Técnicas de Enseñanza y su relación con este tipo de aplicaciones, ya que de esta manera se pueden satisfacer los objetivos de aprendizaje planteados. Por ejemplo, si se desea que los alumnos aprendan las tablas de multiplicar, o la nomenclatura de los elementos químicos (Tabla periódica, en química), una técnica de enseñanza apropiada podría ser la “Ejercitación repetida y constante”. Así entonces, es necesario conocer qué técnicas de enseñanza se pueden asociar mejor con los tipos de aplicaciones instruccionales para lograr nuestros objetivos de enseñanza. Taichi [15] hace una clasificación de las aplicaciones instruccionales y describe su relación con las técnicas de enseñanza que podrían apoyar. La tabla nº 3 muestra esta clasificación y la relación con tales técnicas. En esta tabla se ha incorporado una columna que relaciona la clasificación de Taichi con la Realidad Virtual.

Tipo de Aplicación	Descripción	Técnicas de Enseñanza que apoyan	Realidad Virtual
Tutorial	Interrogan al usuario con preguntas y, según la respuesta, interrogan al usuario nuevamente.	Ejercitación repetida y constante. Modificación de la conducta. (Permiten medir el progreso más fácilmente ya que el estudiante y el profesor saben donde están ubicados) Aprendizaje en base a prerrequisitos.	Un mundo virtual dónde se muestran las características físicas y químicas de los elementos. Cambio de niveles de complejidad en el mundo virtual, con mayor detalle, más información, y relaciones más complejas.
Exploratoria	Los estudiantes dirigen sus propios aprendizajes a través de un proceso de descubrimiento o mediante descubrimientos guiados.	Estudio de Casos (El estudiante analiza cuidadosamente sus decisiones antes de sintetizar una solución, para ello usa su propio conocimiento) Experimentación en laboratorio Juego de roles	Mundos Virtuales donde el alumno puede modificar las características de los objetos y/o procesos de acuerdo a sus conocimientos o criterios. Laboratorios virtuales de Anatomía, Química, Física... donde pueda llevar a cabo sus experimentos. Comunidades Virtuales.
Generadora	Los estudiantes tienen el control para crear sus propios mundos. (En el proceso de crear un libro el estudiante necesita planificar cuidadosamente su organización literaria así como también su aspecto).	Estudio de casos (Planificar la generación de un libro en base al análisis de procesos tradicionales). La técnica de juego de roles es apoyada cuando el estudiante crea cosas ficticias, por ejemplo, puede asumir el rol de un pintor si el generador es un graficador. El aprendizaje casual puede ocurrir porque en el proceso de generación de un libro sobre el WEB, los estudiantes pueden aprender HTML.	Generadores de Mundos Virtuales.

Tabla 3: Clasificación de las aplicaciones instruccionales [15].

3.2 Objetivos Educativos y Estilos de Aprendizaje

Para enseñar más efectivamente, se deben tener claros los objetivos educativos que se persiguen una vez que los estudiantes hayan recibido la instrucción [2]. En apoyo a la definición de los objetivos educativos, los educadores utilizan la taxonomía de Bloom (ver [2]) para juzgar la profundidad y el aprendizaje logrado a lo largo del curso. La taxonomía de Bloom se muestra en la tabla nº 4.

Conocimiento	Capacidad básica para recordar información sin requerir un entendimiento del material que está siendo tratado.
Comprensión	Capacidad para entender e interpretar material o situaciones, y para extrapolar lo entendido a áreas no cubiertas por el planteamiento original.
Aplicación	Capacidad para determinar qué conocimiento es relevante para una situación particular, y aplicar correctamente ese conocimiento para producir una solución correcta al problema en cuestión.
Análisis	Capacidad para descomponer un problema o una situación compleja en sus partes, y reconocer las relaciones entre las partes y la organización de éstas.
Síntesis	Capacidad para crear una única entidad nueva, trazando los diferentes aspectos del conocimiento y entendimiento, tal que el resultado es más que simplemente la suma de sus partes componentes.
Evaluación	Capacidad para juzgar el valor de las ideas, soluciones, métodos, etc. Este nivel es considerado el tope de la jerarquía cognitiva porque el estudiante debe emplear todos los niveles anteriores más un criterio de evaluación apropiado para determinar el valor general del material que está siendo examinado.

Tabla 4: Taxonomía de Bloom (ver [2]).

Por otra parte, todas las personas aprenden a través de diversos mecanismos cuyos métodos particulares pueden variar significativamente de individuo a individuo. Muchos investigadores han estudiado los diferentes estilos de aprendizaje que utilizan los individuos y han desarrollado esquemas de clasificación para determinar los estilos individuales de enseñanza/aprendizaje preferidos por instructores y estudiantes. Por ejemplo, Felder y Silverman (ver [2]) han desarrollado un esquema de clasificación que mide los estilos de aprendizaje preferidos en base a una escala de cinco dimensiones. Esto se muestra en la tabla nº 5.

Sensorial/ Intuitivo	Los aprendices sensoriales prefieren información y experimentación, tienen cuidado y paciencia con los detalles, pero pueden ser lentos. Los intuitivos prefieren conceptos, principios, y teorías, y pueden ser rápidos pero descuidados.
Visual/ Verbal	Los aprendices visuales prefieren pinturas, diagramas, dibujos, películas, demostraciones, y exhibiciones. Los verbales prefieren palabras, explicaciones, fórmulas, y ecuaciones.
Inductivo/ Deductivo	Los aprendices inductivos desarrollan principios y generalidades a partir de observaciones: el enfoque natural de aprendizaje humano. Los deductivos parten con principios establecidos y entonces desarrollan aplicaciones: el enfoque natural de enseñanza.
Activo/ Reflexivo	Los aprendices activos aprenden haciendo y practicando. Los reflexivos aprenden pensando o ponderando introspectivamente (son pasivos).
Secuencial/ Global	Los aprendices secuenciales toman una situación paso a paso, y son parcialmente efectivos con un entendimiento parcial. Los globales deben comprender la situación en su totalidad para que todo tenga sentido, y no son efectivos hasta que comprenden la situación completamente.

Tabla 5: Las cinco dimensiones de los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman (ver [2])

Relación de la Realidad Virtual con los Objetivos Educativos y los Estilos de Aprendizaje

Como se describió anteriormente, los estudiantes aprenden a través de diversos mecanismos, muchos de los cuales no son adecuados en los métodos educativos tradicionales. En la tabla nº 6 se muestra cómo la Realidad Virtual puede ayudar a resolver esta dificultad.

La Realidad Virtual provee capacidades para desarrollar aplicaciones en los niveles altos de la taxonomía de Bloom. La tabla nº 7 muestra estas capacidades.

Estilos	Realidad Virtual
Sensorial/ Intuitivo	La mayoría de la información escrita hace énfasis en conceptos y teorías. Los estudiantes buscan información concreta, datos, experimentos, y una forma de relacionar el material revisado con la situación “real”. La Realidad Virtual puede proveer una representación tangible de objetos tales como una superficie matemática sobre la que los estudiantes pueden caminar, o un mundo donde los conceptos abstractos toman propiedades físicas.
Visual/ Verbal	La Realidad Virtual es altamente visual, aunque la narración verbal es también una componente valiosa. En la Realidad Virtual, las señales auditivas (el sonido de una puerta cerrando) proveen una contribución muy importante al realismo. Estas señales pueden ser extendidas para proveer señales educativas, tal como el sonido de la ruptura de una cadena en una reacción molecular.
Inductivo/ Deductivo	La Realidad Virtual es un medio natural para las exploraciones de formato libre y aprendizaje por medio de la experiencia que proporciona la observación.
Activo/ Reflexivo	La Realidad Virtual es altamente activa e inmersiva. Estas características sitúan al usuario en el interior de una simulación haciéndolo así un participante activo.
Secuencial/ Global	La Realidad Virtual puede ayudar a dirigir las necesidades de los aprendices globales quienes requieren un panorama completo de una cierta situación. Por ejemplo, esto se puede lograr mostrando las interrelaciones de la matemática y los conceptos abstractos con la realidad física que describen éstos.

Tabla 6: Relación de la Realidad Virtual con los Estilos de Aprendizaje (ver [2]).

Nivel	Realidad Virtual
Análisis	Un Mundo Virtual que permita explorar una planta química y su funcionamiento con el fin de determinar como interaccionan todos sus componentes, o tal vez para restablecer un proceso no operativo.
Síntesis	Un Mundo Virtual emula un conjunto de equipamientos, operaciones unitarias y teorías químicas, que deberán ser “mezclados” para generar un proceso que proporcione el producto deseado.
Evaluación	Un Mundo Virtual que permita explorar y comparar dos procesos diferentes que generen el mismo producto, y así contrastar el beneficio de cada proceso. En base a esto, se puede proponer un tercer proceso tomando ventajas de lo aprendido de los dos primeros y del material cubierto en clase.

Tabla 7: Relación de la Realidad Virtual con los Objetivos Educativos (ver [2]).

4. Cuándo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza

Pantelidis [12] propone un conjunto de indicaciones para decidir sobre la aplicación o no de la Realidad Virtual en la Enseñanza y el Entrenamiento. A continuación se listan tales indicaciones.

Utilizar cuando: • Se pueda usar una simulación. • La enseñanza o al entrenamiento en el mundo real pueda ser: ✓ Peligrosa. Por ejemplo, cuando el aprendiz y/o instructor puedan sufrir algún daño. ✓ Imposible. Por ejemplo, cuando la situación real no permite experimentación (viajar en un cuerpo humano a Marte, el movimiento molecular...). ✓ Inconveniente. Por ejemplo, problemas éticos y morales asociados a la clonación humana, o problemas de coste. • Pudieran suceder errores significativos por parte del alumno o aprendiz en el mundo real. Errores que pudieran ser: ✓ Devastadores y/o desmoralizadores para el alumno/aprendiz ✓ Perjudiciales para el ambiente ✓ Causantes de averías al equipo ✓ Costosos ✓ El modelo del entorno en cuestión enseñará/entrenará tan bien como la situación real. • La interacción con el modelo es igual o más motivador 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 desean 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 ilustrar choques. • Se desean desarrollar entornos participativos y de actividades, los cuales pueden ser generados sólo por computadora. • Se desea enseñar tareas que involucran destrezas manuales o movimientos físicos. • Es esencial hacer el aprendizaje más interesante y divertido. Por ejemplo, trabajar con material aburrido o con estudiantes que tienen problemas de atención. • Es necesario proporcionar al discapacitado la oportunidad de realizar experimentos y actividades que de otra manera éste no podría realizar.
--

No usar cuando:

- Existe otro mecanismo más efectivo para la enseñanza/aprendizaje de la situación real.
- La interacción con los humanos reales es necesaria.
- El entorno virtual pudiera ser físicamente dañino.
- El entorno virtual pudiera ser emocionalmente dañino.
- El entorno virtual pudiera resultar en un síndrome de “literalización”. En este caso, el usuario podría confundir el modelo con la realidad.

Además, Pantelidis [13] propuso un modelo para decidir cuándo y cómo incorporar la Realidad Virtual en algún curso como apoyo instruccional. En este modelo propone 10 pasos, los cuales son: (1) Definir los objetivos para el curso; (2) Marcar los que podrían usar una simulación; (3) Poner los objetivos no seleccionados en un archivo para futuras consideraciones según evoluciona la Tecnología de Realidad Virtual; (4) Inspeccionar cada objetivo elegido para determinar cuál podría usar una simulación generada por computadora. Los objetivos no seleccionados en este paso, enviarlos al paso #3; (5) Examinar los objetivos elegidos para determinar cuáles podrían usar simulaciones 3D. Los objetivos no seleccionados es este paso, enviarlos al paso #3; (6) Decidir sobre el nivel de realismo, tipo de interacción, tipo de entrada y salida sensorial requerida, para los objetivos elegidos; (7) Elegir el software de Realidad Virtual y hardware más apropiado para los objetivos, basándose en los resultados del paso #6; (8) Diseñar y construir el Entorno Virtual; (9) Evaluar usando un grupo piloto; y (10) Modificar de acuerdo a los resultados de la evaluación.

Un análisis del modelo de Pantelidis [13] nos permite observar que éste no incorpora guías en relación a las Técnicas de Aprendizaje, los Objetivos Educativos y los Estilos de Aprendizaje, bajo la perspectiva que se ha comentado en la sección tres. En base a esto se sugieren algunas modificaciones al modelo que cubrirían estos aspectos. Así entonces, sería deseable que la aplicación virtual a diseñar considerara tales aspectos en función de las características del alumno objetivo, es decir, de su Estilo de Aprendizaje, del nivel de profundidad y aprendizaje que requiere (Objetivos Educativos), y de las Técnicas de Enseñanza más apropiadas. Al considerar estos aspectos en el modelo, nos estaremos centrando en el alumno y no sólo en el contenido como lo plantea Pantelidis. En la figura nº 1 se muestra el modelo con las modificaciones sugeridas.

Cabe destacar que, además, se han asociado los pasos según correspondan al análisis, desarrollo, evaluación o mantenimiento. Es así que los primeros 8 pasos sugieren una actividad de **análisis pedagógico**, donde se determinen los requisitos en términos de objetivos que utilicen simulaciones 3-D en un mundo virtual, características del grupo objetivo, y características de la Tecnología de Realidad Virtual necesaria para las simulaciones y el perfil del grupo. Después, en función de lo establecido en el análisis pedagógico, se sugiere **desarrollar la aplicación instruccional**, continuando con una **evaluación** usando para ello un grupo piloto con las características del grupo objetivo y, finalmente, el **mantenimiento** de acuerdo a los resultados de dicha evaluación.

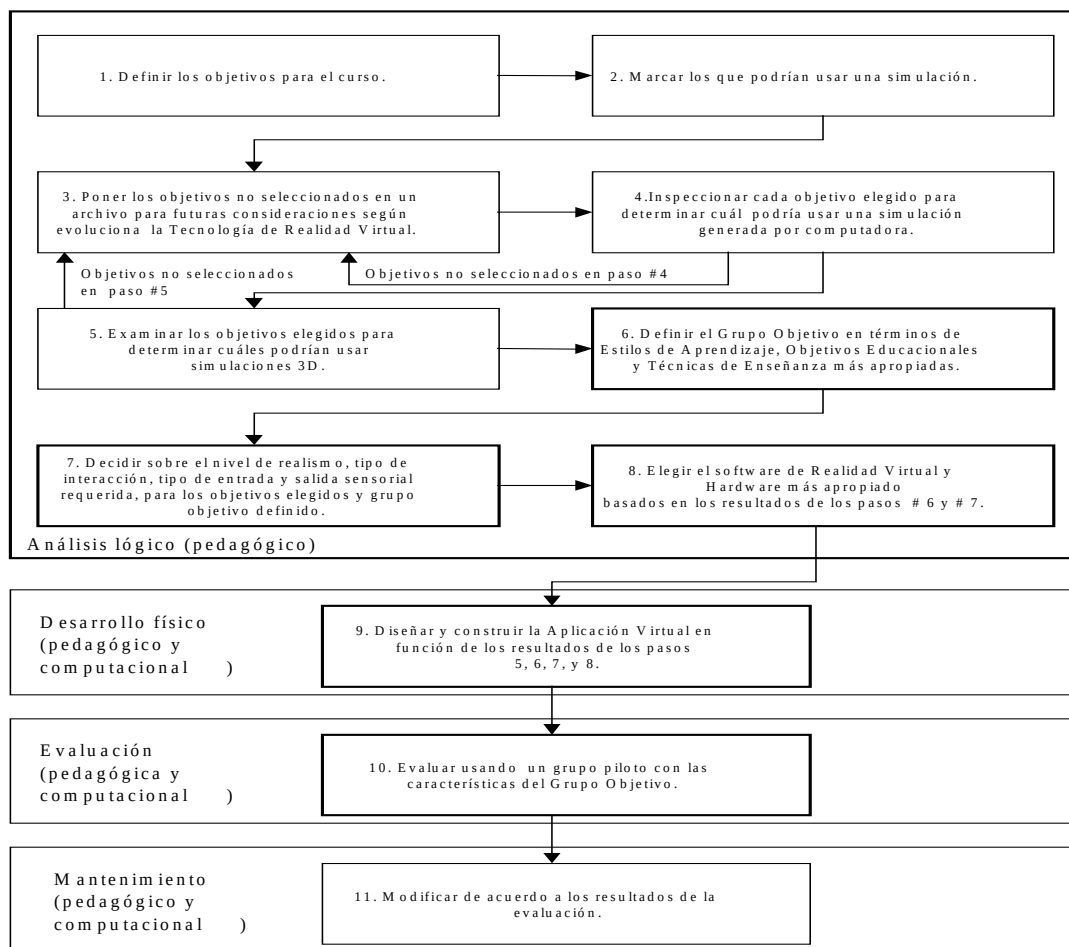


Figura 1: El modelo de Pantelidis [13] modificado.

5. Conclusiones

- La Realidad Virtual posee un enorme potencial para simular situaciones en diversos campos del mundo real, particularmente en el campo de la educación, donde sus características de inmersión, aprendizaje en primera persona, interacción no simbólica... pueden ser de gran ayuda al proceso de enseñanza/aprendizaje.
- Las características de la Realidad Virtual hacen de ésta una herramienta casi “natural” para el proceso de enseñanza/aprendizaje; sin embargo, las aplicaciones software deben considerar además tecnologías tales como Técnicas de Enseñanza, Objetivos Educativos, y Estilos de Aprendizaje, con la finalidad de desarrollar aplicaciones centradas en el alumno y no sólo en el contenido.
- Cualquier modelo que pretenda ayudar en la decisión de cuándo y cómo incorporar la Tecnología de Realidad Virtual en el proceso de Enseñanza/Aprendizaje en forma de Software Instruccional, debe considerar al alumno como punto central. En base a esto, se propusieron algunas modificaciones al modelo de Pantelidis [13]. Tales modificaciones fueron mostradas en la figura nº 1 de este artículo.

Referencias Bibliográficas

1. Auld L.: "Differences Between 3D Computing and Virtual Reality", VR in the Schools, Vol. 1, nº 3, Diciembre, 1995. <http://www.soe.ecu.edu/vr/vrits/1-3Auld.html> visitado el 17/02/00
2. Bell J. et al.: "The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool", 1995. <http://www.engin.umich.edu/labs/vriche/papers/aseepap2.html> visitado el 17/02/00
3. Byrne C.: "Virtual Reality and Education", Reporte Técnico, 1993. <http://www.hitl.washington.edu/> visitado el 11/02/00
4. Bricken W., "Learning in Virtual Reality", mayo, 1990. <http://www.hitl.washington.edu/> visitado el 12/02/00
5. Bricken W. "Training in Virtual Reality", junio, 1990. <http://www.hitl.washington.edu/> visitado el 12/02/00
6. Casey L. L.: "Realidad Virtual", Mc Graw Hill, 1994.
7. Eslinger C.. "Application Areas: Education" en Shneiderman B., 1993.
8. Hughes Ch. E. y Moshell J. M.: "Shared virtual worlds for education: the ExploreNet experiment", Multimedia Systems, vol. 5, nº 2, pp. 145-154, 1997.
9. Lacruz M., et al.: "Educación y nuevas tecnologías ante el siglo XXI", Actas del Congreso Nacional de Informática Educativa, Puertollano (Ciudad Real), España, Noviembre, 1999.
10. Ninad J. y Withrow G.. "Definitions" en Shneiderman B., 1993.
11. Nugent W.: "Virtual Reality: Advanced Imaging Special Effects Let You Roam in Cyberspace" Journal of the American Society for Information Science", Sep., 1991.
12. Pantelidis V. S.: "Suggestions on When to Use and When Not to Use Virtual Reality in Education", 1999. <http://www.soe.ecu.edu/vr/sug.htm> visitado el 17/02/00
13. Pantelidis V. S.: "Virtual Reality (VR) As an Instructional Aid: A Model for Determining When to use VR", 1997. <http://www.soe.ecu.edu/vr/vredmod.htm> visitado el 17/02/00
14. Shneiderman B., 1993. "The Encyclopedia of Virtual Environments", 1993. <http://www.hitl.washington.edu/scivw/EVE/> visitado el 22/02/00
15. Taichi S.: "Teaching with Technology", Reporte Técnico, University of Brown, Diciembre de 1997. <http://www.cs.brown.edu/people/ST/homepage/edsites.htm> visitado el 03/05/98.
16. Winn W.: "A conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality", Human Interface Technology Center, University of Washington, 1993. <http://www.hitl.washington.edu/> visitado el 11/02/00
17. Youngblut C.: "Educational Uses of Virtual Reality Technology", IDE Document D-2128, Institute for Defense Analyses, 1998. <http://www.hitl.washington.edu/scivw/youngblut-edvr/D2128.pdf> visitado el 17/02/00
18. Zohrab P.: "Virtual Language and Culture Reality (VLCR)", VR in the Schools, Vol. 1, nº 4, Marzo, 1996. <http://www.soe.ecu.edu/vr/vrits/1-4Zohra.htm> visitado el 17/02/00