

Diseño de Software Educativo.

César Alberto Collazos O^ψ. Luis A. Guerrero B.^ξ

Resumen:

El diseño de Materiales Educativos involucra el entendimiento de muchos aspectos con el fin de poder desarrollar herramientas que soporten efectivamente el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de un salón de clases. El uso de nuevas tecnologías en el salón de clase abren extraordinarias posibilidades de realización de nuevos modelos pedagógicos tendientes a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este trabajo presenta un conjunto de sugerencias para el desarrollo de Materiales Educativos computarizados teniendo en cuenta la filosofía de que los niños construyen su propio conocimiento a través de la interacción con experiencias en las cuales ellos "manipulan" cosas para encontrar el equilibrio entre su nivel actual de conocimiento y lo nuevo. Se puede argumentar que no es el computador quien debe proveer la estructura de conocimiento para el proceso de aprendizaje y guiar al estudiante a través de un programa, sino que es el estudiante quien lo hace. Los estudiantes deberían desarrollar su propio entendimiento de la estructura de información. Esto implica colocar a los estudiantes en un ambiente que apoye formas en que ellos puedan construir su propio entendimiento sobre una base de conocimiento particular o sobre un pedazo de información.

Palabras Clave: Materiales Educativos Computarizados, Teorías de Aprendizaje.

^ψ Facultad de Ing. Electrónica y Telecomunicaciones. Universidad del Cauca. E-mail: ccollazo@dcc.uchile.cl

^ξ Depto. de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile, Chile. E-mail: luguerre@dcc.uchile.cl

INTRODUCCION

Se ha vuelto ineludible analizar las relaciones existentes entre las tecnologías informáticas y el campo educativo, con el objetivo de aprovechar el potencial de las primeras dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Día a día se cuenta con mayores y mejores herramientas computacionales, que se colocan al servicio del hombre con el objetivo de facilitar sus actividades diarias tanto en el ámbito laboral como en el personal.

El rol de muchos profesores está cambiando, del modelo tradicional de ser un presentador de información de forma secuencial a un administrador, y facilitador del aprendizaje. La mayor parte del tiempo que anteriormente se dedicaba a la preparación y corrección, ahora está dedicándose al desarrollo de recursos educativos y de entrenamiento, que incluyen Materiales Educativos Computarizados.

El término Material Educativo Computarizado se refiere a los programas en computador con los cuales los aprendices interactúan cuando están siendo enseñados o evaluados a través de un computador.

Teorías de Aprendizaje

Detrás del diseño de cualquier técnica instruccional, existen unos principios de aprendizaje. Durante muchos años, los psicólogos han propuesto muchas teorías diferentes respecto a la forma en que la mente trabaja en relación al proceso de aprendizaje. Estas teorías pueden ser clasificadas en varias categorías, cada una de las cuales se enfoca en ciertos aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se menciona 2 conjuntos de teorías: uno llamado “Pedagogía” (concierno a las teorías del aprendizaje en los jóvenes) y el otro “Andragogía” (aprendizaje en los adultos) [Know90].

El modelo pedagógico es el que comúnmente se conoce, un modelo dirigido totalmente por el profesor que le da a éste la responsabilidad total para tomar las decisiones respecto a lo que se debe enseñar, cómo debe ser enseñado y cuándo debe ser enseñado.

El modelo Andragógico, por otra parte, es un modelo centrado en el estudiante, el cual considera la naturaleza directa del aprendiz, su experiencia previa y su disponibilidad para aprender cuando percibe una necesidad de saber o hacer algo.

Para definir las tecnologías de aprendizaje se necesita mirar las relaciones existentes entre el aprendizaje humano y aquellas técnicas y sistemas que direccionan este atributo fundamentalmente humano. Rieber ha examinado esta relación en su trabajo sobre Tecnología Instruccional y examina el aprendizaje desde una perspectiva constructivista basado en el trabajo del desarrollo cognitivo de la teoría de Piaget [Rieb92].

El aprendizaje puede ser visto no solamente como la adquisición de conocimiento sino como la constante reconstrucción de lo que ya es conocido. Los individuos no simplemente adicionan información a sus bancos de datos. Ellos revisan las estructuras mentales existentes para aceptar nueva información o formular nuevas estructuras basadas en viejas estructuras cuando una estructura existente no es lo suficientemente extensa. Aceptar nuevas ideas a un conocimiento adquirido previamente es un patrón sin fin que va de lo conocido a lo desconocido. El aprendizaje dentro de un micromundo se da en la tendencia natural de un aprendiz al buscar el equilibrio. Los micromundos exitosos estimulan al aprendiz a resolver estos conflictos para obtener ese equilibrio. Es solamente a través de estos conflictos que el aprendizaje puede llevarse a cabo.

El computador visto como un micromundo estimulando al aprendiz, actúa como un medio interactivo que permite el desarrollo de la adquisición del conocimiento por parte del aprendiz.

Las tecnologías de aprendizaje representan cualquier ambiente o conjunto definible de actividades que estimulan a los aprendices en la construcción del conocimiento y la toma de decisiones [Jona97]. Los programas computarizados pueden ser usados como un medio para apoyar el aprendizaje y las estructuras de conocimiento en el aprendiz.

Siguiendo con la filosofía de que los niños construyen su propio conocimiento a través de la interacción con experiencias en las cuales ellos “manipulan” objetos para encontrar el equilibrio entre su nivel actual de conocimiento y lo nuevo, se puede argumentar que no es el computador quien debe proveer la estructura de conocimiento para el proceso de aprendizaje y guiar al estudiante a través de un programa, es el estudiante quien en últimas lo hace. Los estudiantes deberían desarrollar su propio entendimiento de la estructura de información. Lo que esto significa es colocar a los estudiantes en un ambiente que apoye la forma en que ellos puedan construir su propio entendimiento sobre una base de conocimiento particular o sobre un pedazo de información.

Lo que un ambiente de software provee es la herramienta para “darle el poder” a los estudiantes que se comprometan en un marco cognitivo con nuevas situaciones de aprendizaje, permitiéndoles tomar el control de su propio aprendizaje, reflejándose en su pensamiento y en las consecuencias de las escogencias que ellos hagan [Sewe90].

Los ambientes computarizados deberían ser usados como facilitadores del pensamiento y de la construcción del conocimiento de tal forma que los estudiantes puedan trazar sus propias formas de manejar la información que a ellos les llega de múltiples formas.

Mayor investigación es necesaria en esta área para ayudar a los diseñadores a proveer ambientes de aprendizaje apoyen los procesos metacognitivos en los aprendices. Más que desarrollar hardware más poderoso para la enseñanza, los investigadores deberían concentrarse en cómo ayudar a los aprendices a pensar más efectivamente. Se debería enfocar menos en desarrollar tecnologías multimediales sofisticadas y más en tecnologías sobre el pensamiento, aquellas que estimulan el proceso del pensamiento en la mente [Jona92] Recientes investigaciones indican que los “aprendices desarrollan habilidades de pensamiento crítico como autores, diseñadores y constructores del conocimiento y

aprenden más en el proceso que lo que ellos hacen como receptores del conocimiento empaquetado en comunicaciones educativas” [Jona96]. Los aprendices, profesores y diseñadores instruccionales, deben trabajar hacia el mismo objetivo de crear un ambiente apropiado centrado en el estudiante que desarrolle en los aprendices habilidades metacognitivas y habilidades para resolver problemas.

En instituciones de educación tradicional los estudiantes son estimulados a realizar las siguientes actividades: reproducción, recepción, repetición, competencia, con lo cual difícilmente se puede dar una construcción del conocimiento. El uso de la tecnología, sin embargo, apoya la construcción del conocimiento en los aprendices, en lugar de reproducción, conversación; en lugar de recepción, articulación; en lugar de repetición, colaboración; en lugar de competencia, reflexión [Jona95]. Son muy pocas las herramientas educativas existentes que den soporte a que los aprendices construyan su propio conocimiento. Algunos autores están de acuerdo con el uso de la tecnología para apoyar el proceso de aprendizaje y recomienda que “la investigación futura debe estar centrada en esta área. El proceso de aprendizaje y el producto final deberían tener igual importancia para el desarrollo de un aprendizaje profundo y auto-regulado” [Brow96].

Los Materiales Educativos Computarizados pueden apoyar a los estudiantes durante la construcción del proceso y a la vez pueden proveer de un maravilloso grupo de herramientas cognitivas para el aprendizaje profundo y auto-regulado.

Perspectivas de los Profesores.

De acuerdo a las teorías constructivistas, los profesores no pueden trazar sus propias interpretaciones del mundo en los aprendices debido a que ellos no comparten el mismo conjunto de experiencias e interpretaciones.

La realidad (o al menos como la entendemos) reside en la mente de cada persona que interpreta el mundo real de acuerdo a sus propias experiencias, creencias y conocimiento. Cuando se usan Materiales Educativos Computarizados como un medio para el proceso de enseñanza-aprendizaje, algunas investigaciones demuestran que lo distintivo de éstos modelos para enfatizar habilidades del pensamiento, es lo que los pueden hacer exitosos [Jone91]. Estas herramientas pueden incluir modelamiento, entrenamiento, articulación, reflexión y exploración de muchas temáticas en la formulación de la interpretación a una solución a un problema dado.

Un profesor ahora, tiene que adaptarse al rol de ser un transmisor de conocimientos con el fin de generar un aprendizaje donde los estudiantes se conviertan en unos solucionadores de problemas activos, flexibles y motivados.

Modelo de Desarrollo de Materiales Educativos Computarizados.

A continuación se dan una serie de elementos que se recomienda considerar en el momento en que se decida diseñar Materiales Educativos Computarizados.

Estos lineamientos se basan en la experiencia que se ha tenido en el desarrollo de Materiales Educativos Computarizados y que consideramos los más importantes para un buen diseño de este tipo de productos.

1. Buena Práctica de Enseñanza

Basados en el modelo de Ramsden [Rams92] se considera que uno de los elementos más importantes en el diseño de Materiales Educativos Computarizados, es el de crear entornos de aprendizaje participativos, donde los estudiantes sean parte activa de la construcción del conocimiento. Basados en este esquema se proponen los siguientes atributos:

Atributos de los Profesores.

1.1 Mostrar respeto e interés por los estudiantes.

La relevancia al tópico de este documento es que el uso apropiado de Materiales Educativos Computarizados puede ser percibido por los estudiantes de tal forma que vean que el grupo de profesores realmente se preocupa por su aprendizaje. Los estudiantes aprecian el esfuerzo hecho por el grupo académico en la preparación de estos materiales. Ellos perciben que los Materiales Educativos Computarizados están siendo diseñados para estimular sus oportunidades de aprendizaje. Tales percepciones pueden incrementar los niveles de motivación por parte de los estudiantes.

1.2 Compartir la pasión de la temática con los estudiantes.

A primera vista, éstos factores sociales pueden ser considerados problemáticos cuando se usa un computador (software) como una herramienta cognitiva. Sin embargo, las investigaciones indican que los estudiantes perciben que, los profesores que hacen un esfuerzo por hacer su tema más interesante, más accesible y más agradable usando Materiales Educativos Computarizados, son respetados y apreciados por sus esfuerzos [McTi95]. Un proceso de diseño formativo que involucre profesores, estudiantes y diseñadores instruccionales en discusiones significativas acerca de la naturaleza del aprendizaje puede fortalecer el diseño de Materiales Educativos Computarizados.

Atributos del Software

1.3 Hacer un material interesante y estimulante.

Inicialmente, los primeros Materiales Educativos Computarizados consistían en un conjunto de texto solamente. Cuando las herramientas tanto de hardware como de software fueron más potentes, se comenzaron a involucrar aspectos como sonido, animaciones, gráficas y vídeo. Las primeras versiones de éstos Materiales eran muy limitados en cuanto a las oportunidades ofrecidas a los aprendices a interactuar con el contenido del mismo. El contenido y secuencia de éstos, estaba organizada o estructurada acorde al diseño hecho por el programador o diseñador de la herramienta. Dando mayor control al aprendiz probablemente aumente la motivación e interés por utilizar la herramienta y por ende el contenido de la misma. También el uso de experiencias reales de los aprendices (en la

medida que sea posible) en el diseño de los Materiales Educativos Computarizados estimula al aprendiz a desarrollar un conocimiento desde una perspectiva más personal.

1.4 Comprometer a los estudiantes a su nivel de comprensión.

Ramsden argumenta que una sola forma de navegar en el programa, impuesta por el “experto en contenido” o por el “diseñador instruccional” seriamente impediría a los estudiantes el acceso al contenido y el potencial para mayores niveles de cognición. Por lo tanto, los Materiales Educativos Computarizados, deberían proveer oportunidades para que los estudiantes accedan al contenido de una forma altamente individualizada [Reev92]. Para fomentar el interés de los estudiantes y comprometerlos a su nivel de comprensión, el conocimiento previo de éstos, debería ser incluido como parte del contenido de cualquier Material Educativo Computarizado[Ausu78]. El conocimiento previo de los estudiantes incluye su experiencia en su vida respecto al contenido, estudios previos en el área de contenido y ambientes alternativos ya desarrollados.

1.5 Explicar el contenido utilizando un lenguaje claro y apropiado.

El conocimiento previo que los estudiantes tienen sobre un tema determinado a menudo contiene muchos ambientes diferentes y usa un lenguaje de una forma no precisa. Existen muchos estudios que indican que los estudiantes usan expresiones del lenguaje con el que se comunican a diario para describir conceptos científicos. Estas expresiones a menudo son imprecisas.

La tarea de los diseñadores de Materiales Educativos Computarizados es determinar el lenguaje apropiado a ser usado, dando un glosario, archivos de ayuda con los procedimientos para solucionar problemas y múltiples perspectivas de conceptos.

1.6 Improvisar y adaptarse a nuevas demandas.

Esta es una de las tareas más difíciles para los desarrolladores de Materiales Educativos Computarizados hoy en día. Un profesor experimentado debería estar dispuesto a monitorear el entendimiento de un aprendiz de una forma muy cercana (técnicas de cuestionamiento adecuadas, observación directa de la práctica del estudiante y respuesta de los estudiantes a las preguntas) y adaptar su estrategia instruccional como crea más apropiada. Con cuidadosos y grandes diseños de Base de Datos, un Material Educativo Computarizado, podría ser adaptado a las necesidades e intereses particulares de los alumnos. InterBook (un sistema de autoría para diseño de hipermedios adaptativos basados en Web), que usa el concepto de navegación basado en conceptos, al adaptar el apoyo navegacional dado por el estudiante dependiendo de las diferencias individuales, conocimiento previo o construcciones de navegación que el estudiante haya desarrollado al usar el software [Brus97].

Con una presentación adaptativa, al estudiante inicialmente se le da un cuestionario inicial y la información entregada es usada para alterar el material presentado en pantalla.

1.7 Aprendizaje de los estudiantes y de otras fuentes (colegas, revistas, etc.) sobre el efecto de la enseñanza y como puede ser mejorada.

Un gran número de investigadores han experimentado muchas sorpresas [Dick94] cuando se han confrontado con las interpretaciones y entendimientos expresados por los estudiantes respecto a la retroalimentación recibida de los Materiales Educativos Computarizados. Las investigaciones han mostrado que un diseño de un proceso formativo, iterativo con los estudiantes produce materiales más usables y efectivos. Lo que se desea es que los Materiales Educativos Computarizados provean de un mecanismo que le permita al estudiante dar una retroalimentación sobre el material.

2. Énfasis en la Independencia.

El segundo elemento importante a considerar en el diseño de este tipo de materiales, concierne a crear en el aprendiz las herramientas necesarias para que el rol que tenga el estudiante sea más activo, participando de una forma más directa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. A continuación se mencionan algunos de los atributos más importantes.

2.1 Proveer oportunidades para que los estudiantes lleguen a ser más independientes.

Como se mencionó anteriormente, el aprendizaje puede ser elaborado de una forma mejor si se tiene control sobre el material. Algunos estudiantes comienzan mirando lo que ya saben mientras que otros comienzan con conceptos y principios desconocidos. Algunos trabajan los materiales en forma lineal, mientras que otros dejan la mitad de los ejercicios para explorar el siguiente tema antes de completar los ejercicios iniciales. Claramente, todo esto demuestra que los aprendices requieren un amplio rango de oportunidades de navegación con el fin de facilitar su propio estilo de aprendizaje.

Existe alguna evidencia que los estudiantes desean tener la libertad de navegación pero también tener rutas de acceso indicadas; en otras palabras, ellos desean tener algún grado de apoyo en su aprendizaje para hacer escogencias independientes [McNa77].

2.2 Implementar técnicas de enseñanza que requieran que el estudiante aprenda activamente, actúe responsablemente y opere cooperativamente.

El objetivo de un buen Material Educativo computarizado debería involucrar activamente al estudiante en la construcción del conocimiento. Las investigaciones más recientes han sugerido que existen 7 niveles de interactividad, consistentes en un cambio de página automático, usando jerarquías, actualizaciones, construcciones, usando simulaciones, usando libre interactividad y estar ubicado activamente. Estos niveles tienen implicaciones para:

- La forma en que los aprendices interactúan con la aplicación.
- Diseño y desarrollo de los Materiales Educativos Computarizados.
- El encadenamiento entre el control del aprendiz, interacción y navegación.

La construcción del conocimiento por parte de los estudiantes requiere que el Software les permita activamente construir su conocimiento. La interactividad puede ser mejorada usando problemas para resolver ejercicios, escenarios de casos de estudio, o experimentos interactivos. La idea es poder hacer que los estudiantes se sientan “inmersos” en el Software y de esta forma lograr que el conocimiento se dé de una mejor forma.

3 Objetivos Claros

El otro elemento importante se refiere a definir con claridad el(los) objetivo(s) del material que se pretende diseñar. Es necesario que haya una total claridad respecto a los objetivos que se persiguen con la utilización del mismo.

A continuación se mencionan algunos de los atributos más importantes.

3.1 Estar encargado de explicar lo que debe ser entendido, el nivel de entendimiento y el porque este nivel es apropiado.

Proveer objetivos claros desde el punto de vista educativo dentro del ambiente del Material Educativo Computarizado es un proceso que requiere la inclusión de buenos materiales basados en texto. Sorprendentemente, muchos Materiales no incluyen esta información, algunos hacen un encadenamiento a la explicación de los objetivos propuestos con el Material.

Un buen Material Educativo Computarizado debería contener una descripción de los objetivos (desde el punto de vista académico) del mismo, el cual puede estar dentro del material o tener una referencia a un documento donde se encuentre dicha explicación clara y concisa.

4. Evaluación apropiada

Como cuarto elemento se considera definir mecanismos apropiados de evaluación. Dado que se pretende crear un entorno de aprendizaje un tanto diferente, se requiere de igual forma re-pensar los mecanismos de evaluación, tratando de que no sean competitivos sino colaborativos.

Los atributos que se consideran más importantes son:

4.1 Aplicar métodos de evaluación apropiados, cuyo propósito debe ser claramente entendimiento.

El Material Educativo Computarizado debería explicar el modelo de evaluación presentado en el Software, el propósito por el cual fue diseñado y el número y tipo de preguntas que el estudiante experimentará usando el Software.

El modelo de evaluación muchas veces determina el tipo de aprendizaje requerido por el estudiante. Por ejemplo, respuestas cortas, o ítemes de evaluaciones de una sola respuesta

corta son más probables que requieran de un aprendizaje superficial, dado que los estudiantes tienden a direccionar a preguntas basadas en conocimiento más que a desarrollar problemas de análisis y síntesis.

4.2 Dar retroalimentación de calidad al trabajo del estudiante.

Los Materiales Educativos Computarizados pueden proveer retroalimentación iterativa y cada cierto tiempo (dependiendo del gusto del usuario). También, el Material puede proveer modelos de respuestas a los estudiantes. Por ejemplo, a un estudiante que escoge una pregunta, el sistema le puede mostrar un número de modelos de posibles respuestas. Esta aproximación provee una retroalimentación inmediata y una forma de autoevaluación que es muy difícil de proveer por un profesor en los grupos de clase.

El uso de Internet está también dando un mecanismo para entregar retroalimentación “a Tiempo” a los estudiantes a través de los materiales desarrollados en este ambiente y usados en el WWW. Evaluaciones estadísticas han mostrado que aquellos estudiantes que han utilizado el FAQ (preguntas frecuentes) como su mejor recurso, han obtenido mejores rendimientos en los trabajos o actividades asignados para ellos. Los estudiantes también han indicado que la velocidad con la cual fueron respondidas sus preguntas usando este sistema fue muy importante para el entendimiento total del contenido de la materia.

5. Carga de trabajo apropiada.

Finalmente, se recomienda considerar el tiempo necesario que se requiere para el normal desempeño de las actividades por parte de los aprendices.

5.1 Enfocarse en los aspectos principales y las alternativas de ambientes de los estudiantes, más que en solo cubrir el contenido establecido.

Muchos modelos de Materiales Educativos Computarizados, se enfocan en cubrir el contenido establecido solamente. Otros modelos, se empeñan en incluir alternativas de trabajo comúnmente usadas por los estudiantes a través del software, pero fallan en señalar el tiempo tomado por los estudiantes para trabajar el software. Otros modelos, modelos transformativos, involucran discusiones entre el profesor y el estudiante, o interacciones entre el software y el estudiante, para determinar la carga de trabajo apropiada para satisfacer los requerimientos académicos del curso. Esto implica cambios radicales en los currículos con los impactos consecuentes en las tablas de tiempo, los espacios de enseñanza y las relaciones entre los temas. Tanto los profesores como los estudiantes necesitan ajustarse culturalmente a éstos nuevos patrones de enseñanza y éstos ajustes necesitan ser reconocidos en la evaluación de un Material Educativo Computarizado.

Conclusiones

En este documento se ha esbozado un conjunto de elementos que necesitan ser considerados al momento de diseñar Materiales Educativos Computarizados, los cuales consideramos importantes para lograr desarrollar Materiales que verdaderamente contribuyan con el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Uno de los logros más importantes de este trabajo, es el de considerar al estudiante como parte fundamental del proceso y hacerlo participe en la toma de decisiones. El diseño de Materiales Educativos Computarizados requiere de un trabajo en equipo, donde se involucren aspectos metodológicos, pedagógicos, psicológicos, técnicos y de diseño gráfico.

La informática puede ser ocasión de repensar la acción educativa, cuando se asume un enfoque estratégico como fundamento para su articulación con otros esfuerzos encaminados a propiciar el éxito en la misión de cada institución educativa. El rol de muchos profesores está cambiando del tradicional modelo de guía que daba información secuencial al de ser un presentador, administrador y facilitador del aprendizaje.

Una de las mayores perspectivas en esta área se refiere a la creación de Ambientes Integrados de trabajo, donde tanto estudiantes como profesores cambien sus roles y se trabaje de una forma más colaborativa.

Bibliografía

- [Ausu78] Ausubel D. Educational Psychology: A cognitive view. New York: Holt , Rinehart and Winston, 1978.
- [Brow96] Brown C.A, Metacognition as a Basis for Learning Support Software. Performance Improvement Quarterly.Ramsden P. Learning to teach in higher education. London: Routledge, 1996.
- [Brus97] Brusilovsky P. Schwartz E. Concept-based navigation in educational hypermedia and its implementation on the WWW. Proceedings of the world Conference on Educational Multimedia/Hypermedia and Educational Telecommunications. University of Calgary, Canadá:Association for the Advancement of Computing in Education, 1997.
- [Dick94] Dickison R. Diverse functions:The creative design of a hypermedia authoring system.Proceedings of the second international Interactive Multimedia Symposium.Perth, Western Australia:Promaco Conventions Pty Ltd, 1994.
- [Jone91] Jones, B.F., & Mayer, R.E. Classroom instruction: The teaching of thinking. In Idol, L., & Jones, B.F. (Eds.), Educational values and cognitive instruction: Implications for reform, 65-119. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1991.
- [Jona92] Jonassen, D.H., Ambruso, D.R., & Olesen, J. Designing a hypertext on transfusion medicine using cognitive flexibility theory. Journal of Educational Hypermedia and Multimedia, 1(3), 309-322, 1992.
- [Jona95] Jonassen, D.H. An instructional design model for designing constructivist learning environments. In H. Maurer (Ed.), Proceedings of the World Conference on Educational Media. Charlottesville, VA: AACE, 1995.

- [Jona96] Jonassen, D. H. & Henning, P.H. Mental models: Knowledge in the head and knowledge in the world. In Proceedings of the 2nd International Conference on the Learning Sciences. Evanston, IL, Northwestern University, 1996.
- [Jona97] Jonassen, D.H. Instructional design model for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. Educational Technology: Research and Development 45 (1), 1997.
- [Know90] Knowles, M. The adult learner: A Neglected Species. 4th ed. Houston, Texas: Gulf Publishing Company, 1990.
- [McNa77] McNaught C, Browning G, McArthur A. Redeveloping a successful multimedia project into a flexible Web-based format. What works and why. Proceedings of the Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education Conference. Perth: Curtin University of Technology, 1977.
- [Mcti95] McTigue, Tregloan P. Interactive teaching and testing tutorials for first year tertiary chemistry. In H. Maurer (Ed) ED-MEDIA 1995. Proceedings of the World Conference of Educational Multimedia and Hypermedia, 1995.
- [Rams92] Ramsden, P. Learning to Teach in Higher Education. London: Routledge, 1992.
- [Reev92] Reeves T. C. Research foundation for interactive multimedia. Proceedings of the International Interactive Multimedia Symposium. Perth, Western Australia: Pomaco Conventions Pty Ltd. 1992.
- [Rieb92] Rieber, L. P. Computer-based microworlds: A bridge between constructivism and direct instruction. Educational Technology Research & Development, 40(1), 93-106, 1992.
- [Sewe90] Sewell, David F. New Tools For New Minds, A Cognitive Perspective on the Use of Computers with Young Children, New York, St. Martins Press. p.6, 1990.