

ENTORNOS HIPERMEDIA PARA APRENDER: UNA ALTERNATIVA PARA LOS EJEMPLOS ELABORADOS.

Graciela Santos, Gabriela Cenich y Andrea Miranda

Facultad de Ciencias Exactas -UNICEN-de Tandil (Argentina)

Este trabajo describe las características del diseño didáctico y computacional de un entorno hipermmedia para aprender. Asimismo, se intenta conectar la concepción de aprendizaje a los tópicos de usabilidad y al modo de promover el aprendizaje utilizando la computadora. El entorno consiste de un conjunto de actividades basadas en andamiajes tendientes a inducir la construcción de significados mediante la activa participación del estudiante. En particular, en el entorno se aborda el tema de la construcción de esquemas de resolución de problemas en Matemática, basado en ejemplos elaborados por una persona competente.

This work describes the characteristics of the didactic and computational design of a hypermedia environment to learn. It also attempts to connect the learning conception to the usability issues and to the way to encourage learning using the computer. The environment consists of a set of activities based on scaffolding aimed at inducing the learner's construction of his own meaning by means of his active participation. In this particular environment, the construction of problem-solving schemas in Mathematics is based on worked examples by an experienced problem solver.

Palabras Claves: Entorno hipermmedia, Diseño didáctico y computacional, Andamiaje, Ejemplos elaborados.

1. Introducción

Los entornos de aprendizaje interactivos han sido señalados por Collins (1998) como uno de los cinco posibles usos de la tecnología Informática dentro del aula, con una función netamente orientadora al tiempo que el alumno participa en distintas actividades de aprendizaje. La interactividad, entendida como capacidad de comunicación para atender las relaciones sociales y capacidad de realizar in-

tercambios en forma de diálogo entre el usuario y la computadora, es el elemento distintivo de los entornos de aprendizaje respecto de otros materiales educativos (Pérez I Garcías, 2002), transformándolos en excelentes mediadores de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Desde una concepción amplia, un entorno de aprendizaje interactivo se puede definir como un software hipermmedia diseñado con

la manifiesta intencionalidad de enseñar algo, animando al usuario a manipular datos y experimentar dentro de ciertas reglas (Marqués Graells, 1995). El uso de software educativo en la clase debe ser previamente planificado, puesto que el contexto real de aplicación determina la efectividad educativa (Gros, on-line). Pero éste condiciona las situaciones de enseñanza-aprendizaje y, por lo tanto, el diseño debe ajustarse a unas determinadas pautas para que se produzca un aprendizaje significativo.

Por tanto, el diseño de un entorno hipermedia como producto o herramienta educativa involucra una amplia variedad de aspectos de diversa índole. Unos relacionados con el contenido y las problemáticas de la enseñanza-aprendizaje y otros con la estructura y la interfaz del software. Para englobar todos estos factores en un material de enseñanza, que promueva y acompañe el aprendizaje, es preciso realizar una cuidadosa planificación y diseño del software a desarrollar.

En este trabajo, se describe el diseño y la implementación de un entorno hipermedia de apoyo en la enseñanza-aprendizaje de estrategias de resolución de problemas en Matemática (Sánchez y otros, 2002), para alumnos del nivel Polimodal o de cursos pre-universitarios, basado en ejemplos elaborados por una persona competente (Sweller y Cooper, 1985). En primer lugar, se analizan las condiciones requeridas para el aprendizaje y las posibilidades que ofrecen las computadoras para concretar las estrategias de enseñanza planeadas. En segundo lugar, se presenta el problema seleccionado para realizar un prototipo de entorno hipermedia. A continuación, se discute el diseño didáctico y el diseño computacional, como fases ineludibles y necesarias para lograr una mediación didáctica de los medios informáticos con sentido

creativo (Prieto Castillo, 1999). Finalmente, se presentan algunos comentarios y las líneas de trabajo futuras.

2. Resolución de problemas y nuevas tecnologías.

2.1 Entornos hipermedia para aprender

La tarea de enseñar, tanto en un contexto presencial como virtual, implica siempre una previsión del abanico de posibles situaciones de enseñanza-aprendizaje con el objeto de diseñar el entorno de clase adecuado.

La elaboración de un entorno hipermedia para aprender instala una problemática abordada con poca frecuencia: ¿Qué relación debe existir entre la concepción de aprendizaje y el uso que se hace de los elementos hipermedia?. Por ejemplo, la utilización de viejos discursos pedagógicos, que desconocen las múltiples posibilidades de estos medios, derivará en un uso empobrecido de las nuevas tecnologías. Por el contrario, si el uso didáctico de estos medios favorece la participación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje, estableciendo relaciones pertinentes entre su conocimiento y la nueva información (Petraglia, 1998), se darán las condiciones para lograr adecuadas reestructuraciones cognitivas que le permitan atribuir significado a las situaciones que se le presentan (Ausubel y otros, 1983; Piaget, 1979; Vigotsky, 1992).

En correspondencia con el concepto de *zona de desarrollo próximo* definido por Vigotsky (1988), un entorno hipermedia para el aprendizaje se puede concebir como el espacio donde el alumno resuelve un problema bajo la guía del mismo entorno. Dicha guía es el resultado de la valoración de los conocimientos y capacidades cognitivas que posee el alumno; pero además, de los conocimientos específicos del dominio y de las capacida-

des que se requieren para realizar la actividad. Las actividades y las herramientas previstas y elaboradas por el diseñador orientan el proceso de aprendizaje, transformando el entorno hipermedia en el contexto en el cual se desarrollan los procesos que facilitan la construcción e integración de los nuevos conocimientos. La orientación que brinda el entorno se configura como apoyo o andamiaje para la construcción de significados y la atribución de sentido, con el objeto de orientar el proceso constructivo en la dirección de mayor proximidad y compatibilidad entre los significados efectivamente construidos y los significados culturales de dichos contenidos.

Se podría decir entonces, que el trabajo del diseñador instruccional, al igual que el del profesor en su práctica diaria, consiste en una anticipación del proceso de aprendizaje que realizará el alumno. El diseñador debe seleccionar y organizar el contenido del aprendizaje, estipular las estrategias de enseñanza que valore sustanciales para el logro de las metas (Gewerc Barujel, on-line) y elaborar, en consecuencia, el escenario hipermedia. Es decir, la tarea de diseño pertenece a la fase preactiva de la enseñanza.

El entorno conduce al alumno, básicamente, por los caminos previamente fijados por el diseñador; y aunque se trate de una propuesta abierta, cerrada, o con múltiples opciones, siempre han sido previamente definidas en función de guiar el proceso de construcción de significados. Sin embargo, los andamios que se pueden prever en el entorno hipermedia, por mayor sofisticación tecnológica que posean, no pueden desempeñar completamente la función del profesor, puesto que para generar aprendizaje se requieren de intervenciones complejas y oportunas, centradas en las necesidades individuales de los alumnos. Por esta razón, el uso de entornos

hipermedia como recurso didáctico se deben plantear de forma complementaria de la actuación del profesor (Marqués Graells, 1995).

2.2 La resolución de problemas como actividad de aprendizaje.

La resolución de problemas es una de las actividades más significativas para el logro de los aprendizajes, implicando componentes relacionados con el dominio de conocimiento y su estructuración, con capacidades cognitivas y metacognitivas, así como también, comprometiendo elementos motivacionales y actitudinales (Jonassen, 1997).

Los problemas pueden presentar diferentes características dependiendo del grado de contextualización y de la multiplicidad de soluciones, que van desde problemas descontextualizados con una única solución correcta, por ejemplo el puzzle, a problemas contextualizados con múltiples soluciones. En los ámbitos educativos de nivel medio y universitario, habitualmente, se presentan a los alumnos problemas dependientes del contenido, con un estado inicial bien definido y una meta conocida. Este tipo de problemas implican conocimientos bien estructurados dentro de un dominio determinado, involucrando conceptos, reglas y principios; tienen procesos de solución establecidos y deseables y poseen respuestas correctas y convergentes (Esteban, 2002).

Quienes frecuentemente resuelven problemas construyen representaciones o esquemas, que posteriormente podrán aplicar en forma procedimental o más automatizada a otros problemas. Estas representaciones o esquemas emergen de la interacción de los procesos mentales con el medio, en ciclos de percepción y acción durante el desarrollo de la actividad (Hung, 2002), permitiéndole al estudiante establecer categorías de problemas

de acuerdo al modo de resolución (Cooper, 1990). Un novato se convertirá en experto mediante un proceso de automatización de los esquemas construidos a partir de sus experiencias previas. Los estudios realizados con expertos y novatos por Larkin y otros. (1980) muestran diferencias sustantivas entre los modos que utilizan unos y otros para resolver problemas. Mientras los expertos tienden a categorizar los problemas sobre la base de los principios fundamentales involucrados, los aprendices fijan la atención en las características más superficiales del problema. El comportamiento del experto parte de su extenso y profundo dominio del conocimiento sobre el que trabaja y, en alguna medida, este conocimiento ha sido adquirido a través del análisis de ejemplos.

Sweller y Cooper (1985) señalan que los estudiantes adquieren esquemas de resolución de problemas más fácilmente mediante ejemplos elaborados (worked examples) que resolviendo muchos problemas del mismo tipo.

Si bien se ha mostrado que los ejemplos elaborados son un método eficiente para facilitar el aprendizaje de los estudiantes novatos, hay cuestionamientos sobre la transferibilidad de las capacidades adquiridas de resolución de problemas, debido a la relativa pasividad que significa el estudio de la resolución propuesta por otra persona (Jonassen, 1997). La presentación de ejemplos elaborados en entornos hipermedia incluyendo algún grado de interacción que soporten la exploración, articulación y reflexión de los estudiantes, pueden ser una alternativa para lograr mayor grado de compromiso del alumno con la resolución y con el aprendizaje de los conocimientos implicados.

La idea central de este trabajo es comprometer al alumno en la resolución de un proble-

ma, fomentando su activa participación en la solución elaborada por una persona competente (Jonassen, 2000), facilitando la creación de esquemas propios de resolución para su utilización en posteriores instancias de resolución de problemas (Morgan y otros, 1995).

3. Entorno hipermedia como andamiaje, un ejemplo en Matemática.

Desde la perspectiva expuesta en la sección 2, se diseñó un entorno hipermedia para recrear el espacio de un problema, compuesto por una presentación animada de la situación y un espacio de manipulación de parámetros y variables. La animación enmarca la situación problemática y su contexto. El espacio de manipulación se compone de un conjunto de actividades orientadoras del aprendizaje por caminos prefijados y previamente definidos en función de los objetivos de enseñanza (Gewerc Barujel, on-line). En este caso, conceptualizar la noción de función polinómica y potenciar el aprendizaje de estrategias de resolución de problemas.

3.1 El problema.

El problema se extrajo del libro Matemática I Polimodal (Kaczor y otros, 1999) y se reformuló para aproximar a una concepción de aprendizaje activo, constructivo y real (Jonassen, 2000). Al reformular el enunciado, el problema es inscripto en una posible situación de la vida cotidiana, enriquecido con la descripción de todos los factores contextuales que lo rodean, pero definido en forma insuficiente. De esta manera, se faculta una participación activa del alumno, animando la búsqueda de datos reales y consistentes con la situación y, ofreciendo además la posibilidad de ensayar distintos conjuntos de datos.

Enunciado del problema:

La empresa de productos lácteos “Dulcebit” elabora dulce de leche, quesos artesanales, alfajores y helados. Es una PYME ubicada a 30 km de la ciudad de Tandil y dispone de un predio de 100 hectáreas donde sus vacas pastorean naturalmente. Allí mismo, al lado del tambo, se encuentra la fábrica de dulce de leche y quesos.

Para abastecer el consumo de su flota de camiones, que distribuye los productos en el mercado local, necesita construir un depósito subterráneo, por razones de seguridad e higiene, para alojar un tanque de combustible. El directorio de la empresa ha decidido que se destine el 50 por ciento de las ganancias de un mes a esta obra.

De los varios presupuestos solicitados para la construcción del depósito subterráneo, se seleccionó, por ser más adecuado a los requerimientos de la obra y con costos más bajos, uno que ofrece la construcción de depósitos cúbicos con aristas que pueden ser de 1, 2 o 3 metros. Las etapas para la construcción de un depósito subterráneo son: excavación, revestimiento del piso y de las cuatro paredes con planchas de fibrocemento y sellado de todas las juntas entre las planchas con varillas especiales de hierro.

Los materiales necesarios para la construcción del depósito, independientemente del tamaño, se pueden transportar en un viaje.

Nota: los costos de mano de obra están incluidos en los materiales, excepto la excavación.

Te proponemos que ayudes al gerente administrativo a seleccionar el tamaño

de depósito a construir de acuerdo a los fondos asignados por el directorio de “Dulcebit”.

3.2 El diseño didáctico

El diseño del software ha sido ideado para utilizarlo en una clase, en forma individual o grupal, con la guía del profesor del curso. El profesor podrá fijar pautas especiales de trabajo, como por ejemplo establecer el conjunto de datos sobre los que se trabajará, brindar retroalimentación correctiva en forma individual o grupal y realizar las institucionalizaciones que considere necesarias de acuerdo a sus objetivos de enseñanza.

El guión del software presenta la heurística seguida por alguien competente en la resolución de problemas (Kaczor y otros, 1999). La solución propuesta por el experto fue reprocesada para su mediación didáctica, considerando que los alumnos manejan la dependencia funcional entre dos variables, que se expresan por ecuaciones sencillas.

La estrategia de enseñanza consiste en guiar al alumno desde un nivel bien definido de conocimiento práctico, basado en los conceptos de longitud, área y volumen, hasta otro nivel superior, para dar respuesta a la situación planteada. En primer instancia, se orienta la resolución del problema hacia el cálculo del costo de cada etapa de construcción del depósito, dependientes de distintas potencias de la variable longitud de la arista. En una segunda instancia, se retoma el problema del costo total de la obra. Finalmente, se orienta al alumno mediante un análisis gráfico en la selección de la solución más conveniente para la empresa. En síntesis, la heurística mostrada en el software es secuenciada en base a la identificación de situaciones más simplificadas, asumiendo el enfoque holístico propuesto

por Reigeluth (2000).

El software en su conjunto se compone de módulos, catalogados en Módulos para Informar y Módulos para la Acción. Dado que los Módulos para Informar inducen a un trabajo cognitivo que demanda interpretar la información presentada o reafirmar la idea alcanzada, se les asignó un nivel bajo de interacción, restringido al manejo de las opciones de navegación. Por el contrario, a los Módulos para la Acción se les asignó un nivel de interacción superior, puesto que el alumno debe ingresar resultados producto de su elaboración. El avance hacia la siguiente instancia de resolución es habilitada si la respuesta es correcta.

Cada módulo contiene actividades específicas y/o actividades de apoyo. Las actividades específicas se derivan del dominio disciplinar y tienen como objetivo mostrar el camino hacia una posible solución; mientras que, las segundas proveen las herramientas ideadas para que el alumno despliegue las capacidades necesarias para la construcción de los esquemas que aún no posee. Las actividades de apoyo se diseñaron después de una cuidadosa elaboración didáctica y tienden a focalizar la atención en los aspectos conceptualmente medulares de la situación, para facilitar su comprensión, estimular la toma de decisiones, promover la reflexión y orientar la atribución de significados. Además, se ofrece para cada actividad una apoyo específico mediante ejemplos simples, comentarios o esquemas.

Para la corrección de los errores se ha previsto una estrategia mixta entre el software y el profesor. El software evaluará los datos ingresados por el alumno a la cuestión planteada. En caso de ingresar respuestas

erróneas en dos oportunidades consecutivas, se recomienda al alumno consultar con el profesor del curso. La experiencia del profesor le permitirá detectar la dificultad y reorientar el proceso de aprendizaje para que el obstáculo cognitivo sea superado.

3.3 Estructuración de las actividades

Las distintas actividades incluidas en cada módulo se han organizado, como se mencionó anteriormente, siguiendo la heurística de resolución del experto de manera que presente un desafío real para el alumno, como problema, y un camino para apoyar el aprendizaje de los conceptos involucrados, como estrategia de enseñanza.

Al comienzo del programa se presenta el texto del enunciado del problema acompañado por una animación para favorecer la visualización de la situación. De esta manera, se facilita la interpretación y se allana el camino para la construcción de adecuados esquemas de resolución de problemas. En la Figura 1 se muestra una instantánea de la animación que se utilizó para recrear cada detalle del enunciado mediante imágenes estáticas y dinámicas, sincronizadas con un relato oral.



Figura 1: Imagen instantánea de la animación utilizada para recrear la situación

A continuación, se propone el reconocimiento de los datos relevantes para la resolución del problema. Para esto, se presenta una actividad que consiste en reconocer y seleccionar en el texto del enunciado todos los factores que inciden en el costo y, seguidamente, distinguir aquellos de incidencia variable. En ambos casos el software rechazará la respuesta si es incorrecta. También, el alumno debe elegir una posible explicación para dicha variabilidad entre un conjunto de alternativas; respuesta que será evaluada con posterioridad a la instancia de manipulación de los parámetros y variables.

El paso siguiente requiere el ingreso de los datos no especificados en el enunciado, como son los costos de los distintos materiales, la mano de obra de excavación, el transporte y el monto de los fondos destinados a la obra.

Luego, se propone una actividad para orientar el cálculo del costo de las varillas para cada uno de los tres tamaños de depósito. Resuelta la actividad, se deben analizar las expresiones ingresadas identificando los parámetros y la variable. Se acuerda una denominación para la variable longitud de la arista del cubo y se solicita ingresar la expresión del costo de las varillas en función de la variable definida.

El cálculo de los restantes costos se realiza a través de actividades que proponen seleccionar los resultados correctos para cada tamaño de depósito entre un conjunto de valores posibles. Esta actividad se ha diseñado en base a una estrategia de reducción del apoyo brindado, alentando la búsqueda de una solución sobre papel. Una vez seleccionados correctamente los valores, se solicita la identificación de la expresión que representa cada costo en función de la variable.

Por último, se retoma la cuestión a resolver solicitando el ingreso de la expresión mate-

mática que represente el costo total en función de la variable longitud de la arista del cubo. Si la expresión es correcta, se la presenta como función polinómica y se ofrecen los valores numéricos de la función para que el alumno identifique la solución a la situación planteada. En forma alternativa, se ofrece encontrar o chequear el resultado en forma gráfica.

3.4 Diseño computacional.

Proyectado el diseño didáctico, se derivaron los requisitos funcionales básicos para lograr coherencia y consistencia entre las estrategias de enseñanza planeadas y los elementos hipermedia a incluir.

El diseño de la interfaz y la estructura de navegación deben ser simples para que el estudiante aprenda a manejarse dentro del entorno rápidamente, dedicando la mayor cantidad de tiempo y esfuerzo al logro de los objetivos de aprendizaje educativos que motivan el hipermedia. Para esto la interfaz debe responder de inmediato a las acciones del usuario, informarles qué espera el sistema de ellos y ofrecer una estructura organizativa lógica en la comunicación usuario-sistema (Marra, 1996).

Por ello, se prestó especial atención al estudio del diseño de la interfaz para construir un entorno familiar que evitara una excesiva carga cognitiva (Wilson y Cole, 1996), de forma que el alumno logre comprender la lógica de diálogo que ofrece el software desde los primeros contactos con éste. Se analizaron todos los elementos que serían incluidos en el hipermedia, desde los más simples, aunque no menos importantes, como por ejemplo, conservar la misma ubicación y funcionalidad en los botones.

Debido a la complejidad conceptual del tema a enseñar y la estrategia de enseñanza propuesta, se consideró apropiado dar una estructura de navegación lineal a través de

los módulos para garantizar que toda la carga conceptual estuviese expuesta y delineada de antemano sin dejar aspectos inacabados (Redondo y otros, 1999). En el entorno, las posibilidades de navegación son habilitadas en función de las respuestas del alumno a las distintas cuestiones que se plantean durante el desarrollo de las actividades. No obstante, el alumno puede tomar distintas opciones dentro del módulo dependiendo de la tarea que está realizando.

El logro de una interfaz de fácil comprensión y manejo, se materializó dividiendo la pantalla (Grabinger, 1996) en tres áreas, presentes en todo momento, con funciones específicas, ver Figura 2.

Un *área de trabajo*, donde el usuario puede interactuar con el contenido, manipulando objetos, ingresando datos, y obteniendo respuestas del sistema.

Un *área de control*, compuesta por nueve botones que le permiten al usuario manejarse en el entorno. Los botones son:

- *tarea*, despliega la consigna correspondiente a la actividad que debe realizar el alumno en la instancia presente;
- *andamio*, ofrece apoyo específico sobre la tarea;
- *enunciado*, muestra el texto del enunciado del problema;
- *película*, reproduce la animación de la situación planteada;
- *gráfico*, visualiza la solución gráfica en forma animada;
- *datos*, retorna a la instancia de ingreso de datos;
- *ayuda*, brinda información sobre el manejo del entorno;
- *atrás*, *siguiente* y *salir*, permiten la nave-



Figura 2: Áreas de la pantalla con funciones específicas.

gación a través del sistema. El botón *siguiente* solo está disponible cuando la situación propuesta en cada etapa ya ha sido resuelta.

La funcionalidad asignada a los botones que permiten acceder a información de referencia, adicional o ya presentada en una instancia anterior radica en activar una ventana auxiliar, de tamaño reducido y posicionada en el centro de la pantalla, que puede ser desplazada para no obstaculizar el desarrollo de la actividad. Cabe mencionar que la presencia, o no, de los botones es determinada por el contexto de trabajo, y además, al posicionar el ratón sobre cada botón se indica la función del mismo.

Y, un *área de contexto* que identifica el módulo activo en pantalla y la consigna de la actividad ha realizar.

4. Comentarios finales y trabajo futuro

En este trabajo se ha tratado de exponer, a través de un ejemplo concreto, el amplio espectro de problemáticas involucradas en la construcción de entornos hipermedia para aprender. La enseñanza mediatizada por una computadora requiere una aproximación dife-

rente a una situación convencional y no se debería reducir sólo a la problemática de la usabilidad (Squires, 1999).

La creación de un entorno hipermedia de aprendizaje requiere la elaboración de un minucioso diseño didáctico que mantenga la coherencia entre las estrategias de enseñanza planeadas, la concepción de aprendizaje y el modo de promoverlo usando computadora. En síntesis, y adhiriendo a las ideas expresadas por Squires (1999), se deberían integrar los principios educativos con los aspectos de la usabilidad.

El diseño del entorno hipermedia aquí descrito se encuentra en etapa de implementación. Como primer paso, se realizó un prototipo de trabajo en Macromedia Director. Actualmente, se encuentra en la etapa de evaluación funcional y se prevé realizar una evaluación de usabilidad. Además, se proyecta realizar la evaluación del entorno en un contexto de situación real de clase para tratar de determinar su impacto sobre el aprendizaje.

5. Referencias Bibliográficas

- AUSUBEL, D., NOVAK J. y HANESIAN H. (1983). **Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo**. México, Trillas.
- COLLINS, A. (1998). El potencial de las tecnologías de la información para la educación, en VIZCARRO, C. y LEÓN, J. A. (eds). **Nuevas tecnologías para el aprendizaje**. Madrid, Ediciones Pirámide. 29-51.
- COOPER, G. (1990). Cognitive load theory as an aid for instructional design. **Australian Journal of Educational Technology**, 6(2). 108-113.
- ESTEBAN, M. (on-line, 2002). El diseño de entornos de aprendizajes constructivistas. **Revista de Educación a distancia** (6). <http://www.um.es/ead/red>.
- GEWERC BARUJEL, A. (on-line). Diseño de entornos de aprendizaje. **Quaderns Digitals Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad, Número 24: Software Educativo**. <http://www.quadernsdigitals.net/>
- GRABINGER, S. (1996). Screen Design, en KOMMERS P., GRABINGER S. y DUNLAP J. (Eds.). **Hypermedia learning Environments. Instructional Design and Integration**. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates. 137-156.
- GROS, B. (on-line). Del software educativo a educar con software. **Quaderns Digitals Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad, Número 24: Software Educativo**. <http://www.quadernsdigitals.net/>
- HUNG, D. (2002). Situated Cognition and Problem-Based Learning: Implicaciones for learning and Instruction with Technology. **Jl.: of interactive Learning Research** 13(4). 393-414.
- JONASSEN, D. (2000). El Diseño de Entornos Constructivistas de Aprendizaje, en C. REIGELUTH (eds). **Diseño de la Instrucción. Teorías y modelos**. Madrid, Aula XXI Santillana. 225-249.
- JONASSEN, D. H. (1997). Instructional Design Models for Well-Structure and Ill- Structure Problem-Solving Learning Outcomes. **Educational Technology: Research and Development**, 45 (1). 65-95.
- KACZOR P. y otros (1999). **Matemática I Polimodal**. Buenos Aires, Ediciones Santillana.
- LARKIN, J. H., MCDERMONTT, J., SIMON, D.P. y SIMON, H.A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problem. **Science**, 208. 1335-1342.
- MARQUÉS GRAELLS, P. (1995). **Software Educativo. Guía de uso y metodología de diseño**. Barcelona, E. Estel.
- MARRA R. (1996). Human-Computer Interface Design, en KOMMERS P., GRABINGER S. Y DUNLAP J. (eds), **Hypermedia learning Environments. Instructional Design and Integration**. New

- Jersey, Lawrence Erlbaum Associates. 115-135.
- MORGAN, G., FURSE, E. y NICOLSON, R.I., (1995), Learning Problems Solving Heuristics From Worked examples. **First European Cognitive Science Conference**. INRIA Press.
- PÉREZ I GARCÍAS, A. (2002). Elementos para el Análisis de la Interacción Educativa en los Nuevos Entornos de Aprendizaje. **Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación** N° 19. 49-61.
- PETRAGLIA, J. (1998). The real world on a shortleash: The (mis) application of constructivism to the desing educational technology. **Educational Technology: Research and Development**, 46 (3). 53-65.
- PIAGET, J. (1979). **Tratado de lógica y conocimiento Científico**. Buenos Aires, Ediciones Paidós.
- PRIETO CASTILLO, D. (1999). **La Comunicación en la Educación**. Buenos Aires, Ediciones CICCUS La Crujía.
- REDONDO, M. A. y otros (1999, on-line). Colaboración en entornos telemáticos de aprendizaje a distancia: Un caso de estudio en matemáticas. **Eduotec'99**. <http://tecnologiaedu.us.es/edutec/>
- REIGELUTH C. M. (2000). La Teoría Elaborativa: Orientación para la toma de decisiones sobre el alcance y la secuenciación, en C. REIGELUTH (eds). **Diseño de la Instrucción. Teorías y modelos**. Madrid, Aula XXI Santillana. 449-479.
- SÁNCHEZ, J. CH., HERNÁNDEZ E. L., LÓPEZ F. R. y RODRÍGUEZ S. M. (2002). Designing hypermedia tools for solving problems in mathematics. **Computers & Education** (38). 303-317.
- SQUIRES, D. (1999). Usability and Educational Software Design: Special Issue of Interacting with Computers. **Interacting with Computers** 11. 463-466.
- SWELLER, J. y COOPER, G.A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. **Cognition and Instruction**, 2(1). 59-89.
- VIGOTSKY, L. (1988). **El desarrollo de los procesos psicológicos superiores**. Buenos Aires, La Pléyade.
- VIGOTSKY, L. (1992). **Pensamiento y Lenguaje**. Buenos Aires, Ediciones Fausto.
- WILSON B. y P. COLE (1996), Cognitive teaching models, en JONASSEN, D. H. (ed), **Handbook of research for educational communications and technology**. New York, MacMillan. 601-621.