
EL CURRÍCULO EN UN SISTEMA TUTORIAL INTELIGENTE

MARIA DEL ROSARIO ATUESTA VENEGAS

INTRODUCCION

Las investigaciones en Sistemas Tutoriales Inteligentes han sido pocas y los resultados obtenidos se han limitado a las posibilidades que estos sistemas pueden ofrecer en las diferentes áreas del conocimiento humano. Es de vital importancia el análisis y validación de los modelos que se proponen para que el desarrollo e implementación de Sistemas Tutoriales Inteligentes se logre de manera práctica.

En la Línea de Investigación en Informática Educativa de la Universidad EAFIT se vió la necesidad de incursionar en esta área en busca de un nuevo camino para hacer posible la aplicación de la computación en la tan importante área de la educación y como parte de su programa de mejoramiento de la calidad de la docencia, para ofrecer a sus estudiantes un sistema de tutoría individualizada en matemáticas.

El programa "profesor de profesores" es la base de la investigación en STI's, y tiene como objetivo medir la eficacia del Sistema Tutorial Inteligente versus el proceso personalizado que se realiza con los estudiantes de primer semestre que cursan la materia de Matemáticas en la universidad.

Como parte de la investigación que se está realizando en Sistemas Tutoriales Inteligentes, se han

analizado diferentes modelos para el desarrollo de STI's. El modelo que se pretende validar durante la investigación, con el desarrollo de un prototipo de STI, es el propuesto por el grupo HERON de la Universidad de Montreal en Canadá, para el cual el doctor Gilles Imbeau desarrolló un modelo matemático que lo respalda.

El modelo consta de cinco módulos (Interface Tutor Planificador Currículo y Modelo del Estudiante) encargados de realizar funciones específicas dentro del proceso de tutoría que se quiere simular.

Para asegurar la claridad de los términos empleados al definir el sistema tutorial inteligente, es necesario definir cada uno de ellos según se han establecido en la investigación.

Así, definimos Sistema como el conjunto de módulos que forman el modelo y las relaciones entre ellos para lograr un objetivo común. Al aplicar el modelo en el área de la educación, el objetivo común del sistema es de carácter pedagógico. Tutoría significa el proceso de guiar al aprendiz durante su trabajo con el sistema con seguimientos durante todo el

MARIA DEL ROSARIO ATUESTA VENEGAS. Universidad EAFIT, Departamento de Informática y Sistemas, Línea de Investigación y Desarrollo en Informática Educativa.

proceso de aprendizaje. Inteligente es la capacidad de adaptación de las estrategias de enseñanza según las características propias del aprendiz, estas características abarcan los conocimientos previos y los factores de tipo psicológico que de alguna manera afectan los procesos de aprendizaje.

Un Sistema Tutorial Inteligente, como sistema de componentes que se integran para el logro de una meta, incluye un componente que le proporciona objetivos a través de los cuales logra un objetivo macro final (meta del sistema); a este componente lo conocemos como Currículo.

Podemos afirmar que el STI, contiene tres tipos de conocimientos básicos: el conocimiento curricular, el conocimiento del aprendiz y los conocimientos pedagógicos, por lo que la complejidad y la problemática de la enseñanza están dirigidas al currículo como tal.

1. MARCO TEORICO

Novac y Gown comentan que "Una experiencia es un conocimiento complejo. Implica cuatro elementos que se distinguen normalmente y que, en la descripción de Schawb (1973), son: el profesor, el que aprende, el currículo y el medio" ⁽¹⁾.

Podríamos hablar del currículo como una lista de objetivos y experiencias que tratan de guiar al estudiante a través de múltiples factores que determinan lo que realmente ocurre en los salones de clase entre los profesores y los alumnos; por lo tanto, el currículo es un instrumento muy poderoso para desarrollar habilidades y como transformador del sistema de enseñanza-aprendizaje.

Por sus implicaciones podemos afirmar que el currículo requiere de extremos cuidados en su elaboración, en lo que se relaciona con la selección de contenidos organización de los contenidos, formulación de objetivos y determinación de habilidades por desarrollar o por alcanzar en el alumno.

Stenhouse dice: "Un currículo, si es valioso a través de materiales y criterios para llevar a cabo la enseñanza, expresa toda una visión de lo que es el conocimiento y la concepción del proceso de la educación. Proporciona un marco donde el profesor puede desarrollar nuevas habilidades

relacionándolas con las concepciones del conocimiento y del aprendizaje" ⁽²⁾.

Para Novac y Gown "El currículo comprende los conocimientos, habilidades y valores de la experiencia educativa que satisfagan criterios de excelencia, de tal modo que los convierta en algo digno de estudio" ⁽³⁾; por tanto, es necesario considerar el enfoque del aprendizaje como algo de importancia vital para el ser humano, lo que requiere de un aprendizaje conjunto de un contenido temático con el meta-aprendizaje. Es decir, incluir nuevos aprendizajes relativos a la naturaleza misma del aprender, con lo cual se logra un proceso de aprendizaje muy significativo.

El currículo es un instrumento muy poderoso para desarrollar habilidades y como transformador del sistema de enseñanza-aprendizaje.

El desarrollo del currículo tiene en cuenta el contenido y su enfoque hacia objetivos o procesos y, para ello, necesita considerar los aspectos de la naturaleza del conocimiento. Stenhouse, dice que "... en toda consideración del diseño del currículo, creo que es necesario partir del modelo clásico basado en objetivos" ⁽⁴⁾ lo cual nos da una pauta para iniciar el desarrollo curricular y formular los contenidos temáticos que se desean transmitir al alumno mediante objetivos medibles y alcanzables.

Taba en su libro Desarrollo Curricular: Teoría y Práctica dice: "...puesto que la educación no sólo consiste en dominar contenidos, los objetivos sirven también para poner en claro los tipos de potenciales mentales de otra índole que precisan ser desarrollados" ⁽⁵⁾. Con lo cual sustenta la necesidad de identificar algunos pasos que ayuden a la creación

(1) Novack Joseph D. and Gown D. Bob. Learning how to Learn.

(2) L. Stenhouse. Curriculum research and art of the teacher. Curriculum 1.

(3) Novack Joseph D. and Gown D. Bob. Learning how to Learn.

(4) L. Stenhouse. Curriculum research and art of the teacher.

(5) Taba, Hilda (1962) Curriculum Development: Theory and Practice. New York: Harcourt. Brace and World. (Elaboración del Currículo. Buenos Aires. Troquel).

de currículos dinámicos y a obtener procesos más planificados antes de desarrollarlos.

También es interesante aclarar la importancia de desarrollar objetivos que provean al alumno un punto de referencia común, a partir del cual logre la convergencia de todas sus áreas de estudio. La confluencia de la variedad en las temáticas es muy importante para mantener una consistencia en los objetivos del individuo con miras a lograr su desarrollo integral.

Los objetivos formulados para desarrollar el currículo tienen como finalidad medir el rendimiento del individuo acerca de un contenido específico lo que implica, en su formulación, una dedicación exclusiva para lograr crear tanto en el profesor como en la institución que enseña, ciertas ventajas educativas y pedagógicas.

La necesidad de crear taxonomías que en alguna medida representen la coherencia entre objetivos y la mejor manera de acercarse a los procesos internos del alumno, ha llevado a investigadores especialistas en educación y desarrollo de currículo a dedicarse con especial empeño en la búsqueda de sistemas de comunicación de conocimientos efectivos y en determinar los sistemas de medición del logro de objetivos.

En busca de un proceso para la medición de objetivos instruccionales, Gagné (1975), propone los resultados del aprendizaje como categorías medibles del logro de un objetivo.

Estos resultados de aprendizaje definidos por Gagné como una forma de analizar cualquier habilidad intelectual dan pie al inicio de una taxonomía que se amolda al medio educativo y al proceso de enseñanza, como respuesta a la necesidad de medir en algún grado el logro de un objetivo previsto para un estudiante en particular.

Gagné, en su libro Principios Básicos del Aprendizaje para la educación, describe claramente los resultados de aprendizaje y su relación con los objetivos de aprendizaje (objetivos de instrucción), los cuales los agrupa en cinco categorías así: Información verbal, Habilidad intelectual (Discriminación, Concepto concreto, Concepto definido, Regla y Regla de orden superior), Estrategia cognoscitiva, Actitud y Habilidad motriz.

Es de gran interés analizar la taxonomía que Bloom propone, sobre la que opina que "... nuestro

método de ordenar los resultados de la educación hará posible definir en toda su amplitud la variedad de fenómenos que tal teoría debe explicar" ⁽⁶⁾ y que representa una jerarquía de los diferentes objetivos formulados.

La taxonomía de Bloom contiene seis clases principales que son: 1. Conocimientos, 2. Comprensión, 3. Aplicación, 4. Análisis, 5. Síntesis y 6. Evaluación. Las clases aquí propuestas, representan de manera teórica las diferentes formulaciones de objetivos y, por consiguiente, facilitan la medición de dicho objetivo, evaluándolo respecto a cada clase.

En un sistema de aprendizaje por descubrimiento es necesario incluir estrategias de enseñanza que ayuden a cumplir con la responsabilidad que adquiere el sistema frente al alumno. Las estrategias posibles son de tipo ejemplificación, conceptualización y ejercitación.

En el modelo que se pretende validar, el módulo currículo se basa en las teorías mencionadas y ya que en algunos casos no se ha demostrado la implementación de las estrategias propuestas se ha trabajado principalmente con las estrategias propuestas por Gagné.

Como parte de la investigación, se ha definido una taxonomía que se considera satisface las necesidades del sistema en cuanto a la medición de objetivos establecidos y formulados para cada estudiante. Esta taxonomía parte de una adaptación de los modelos propuestos por Bloom y Gagné y que establece el nivel de potencial de logro para un objetivo.

La taxonomía obtenida como resultado de la investigación en este campo, contiene cinco niveles de complejidad relacionados con el logro de un objetivo instruccional. Los niveles son:

Nivel 1	Conceptualización
Nivel 2	Aplicación
Nivel 3	Análisis
Nivel 4	Síntesis
Nivel 5	Evaluación

Estos niveles podríamos definirlos como las habilidades intelectuales o condiciones que hacen competente al individuo. Se pueden definir de la siguiente manera:

(6) Bloom, Benjamín. Taxonomía de los objetivos de la educación. 1971.

Conceptualización: El estudiante se encuentra en este nivel cuando es capaz de hacer una demostración o enseñar la manera de utilizar la definición y, al hacerlo, está clasificando conceptos.

Aplicación: El estudiante se encuentra en este nivel cuando es capaz de seguir una regla en sus actuaciones y cuando es capaz de relacionar dos o más conceptos que son aprendidos por definición. Las reglas son conceptos definidos que permiten al alumno identificar su relación y distinguir un concepto de otro. La aplicación de reglas es una capacidad inferida que permite que el individuo responda a una clase de situación estimuladora con una clase de desempeño.

Análisis: El Análisis al igual que los siguientes niveles es un tipo de aprendizaje que implica sucesos internos generalmente llamado pensamiento. El estudiante se encuentra en este nivel cuando es capaz de relacionar varios conceptos en la elaboración de un plan para solucionar un problema, a este nivel, el estudiante plantea las posibles alternativas de solución de un problema.

Síntesis: En este nivel el estudiante está en capacidad de aplicar reglas para alcanzar un objetivo (y que conducen al aprendizaje, una vez que las capacidades del individuo se modifican). A este nivel el estudiante ejecuta un plan hasta encontrar una solución.

Evaluación: En este nivel el estudiante está en capacidad de evaluar si la solución encontrada para el problema lo satisface y se identifica totalmente con la solución.

Partiendo de los niveles establecidos, se ha definido un sistema de evaluación del logro de objetivos instruccionales que le da valor a la meta y al estado en que se encuentra el estudiante respecto al objetivo particular.

Para el desarrollo curricular, Taba propone un procedimiento planificado en detalle para concebir de esta manera un currículo más efectivo y dinámico. El procedimiento lo determinan siete etapas que se consideran de vital importancia:

- Etapas 1: Diagnóstico de las necesidades
- Etapas 2: Formulación de objetivos
- Etapas 3: Selección del contenido
- Etapas 4: Organización del contenido
- Etapas 5: Selección de experiencias de aprendizaje

Etapas 6: Organización de las experiencias de aprendizaje

Etapas 7: Determinación de lo que hay que evaluar y de los modos y medios para hacerlo" (7)

2. UN PROTOTIPO DE CURRÍCULO

La validación del modelo teórico propuesto por el grupo HERON, consiste en un análisis profundo de las características y aplicabilidad del modelo en el área educativa.

Para cubrir la necesidad de enfrentar el modelo propuesto ya aplicado al área de las matemáticas con los aprendices, ha sido necesario realizar procesos de adquisición del conocimiento con profesores expertos en la temática, entre ellos los doctores Hernando Bedoya Fernández y León López Ortiz.

Durante estos procesos de adquisición de conocimientos se detectaron las especificaciones necesarias para desarrollar un prototipo del Sistema Tutorial Inteligente, que en forma parcial satisface las necesidades del aprendiz que busca una guía con el sistema. Este prototipo, presenta limitaciones en cuanto a profundidad de cada uno de los módulos del sistema, sin interferir en los aspectos de mayor importancia como el modelamiento del aprendiz, el currículo y los procesos de tutoría y diagnóstico.

A continuación se enfoca la atención sobre las implicaciones para la implementación del currículo en el prototipo que respalda la investigación.

El prototipo del sistema tutorial inteligente pretende desarrollar en el estudiante habilidades en la solución de problemas, lo que nos lleva a efectuar en el aprendiz una serie de procesos que desarrollen en él estas habilidades.

3. EL CURRÍCULO COMO PARTE DEL MODELO

El STI, como todo sistema de enseñanza, requiere de un contenido organizado y estructurado

(7) Novack Joseph D. and Gown D. Bod. Learning how to Learn.

que incluya las necesidades del estudiante, las metodologías y, por consiguiente, incluye en su creación la problemática del tema y los aportes del profesor como guía en el proceso de aprendizaje.

El módulo currículo es el que contiene los conocimientos respecto a los objetivos de aprendizaje. Abarca los materiales y programas diseñados previamente para la enseñanza del tópico con sus objetivos particulares y niveles de logro, las características del aprendiz, tales como los aspectos motivacionales y de desempeño y, además, contiene las teorías y principios de enseñanza aplicables al tópico en cuestión. La relación de estos factores determina el punto de confluencia entre los diferentes objetivos de un estudiante.

El currículo implementado para el prototipo pretende desarrollar habilidades y destrezas en el estudiante, sobre tópicos ya conocidos. Sin embargo se tiene en cuenta lo que dice Stenhouse: "entiendo por enseñanza las estrategias que adopta la escuela para cumplir con su responsabilidad. Enseñar no equivale meramente a la instrucción, sino a la promoción sistemática del aprendizaje mediante diversos medios. Y la estrategia de la enseñanza constituye un importante aspecto del currículo".

El currículo entendido como una estructura que contiene conceptos y posibles habilidades por desarrollar en el estudiante, los cuales no tienen un orden bien definido pero sí bien determinado es lo que se espera transmitir al estudiante -objetivos muy claros y concisos- mediante estrategias y actividades guiadas por el sistema.

4. ESTRUCTURA DEL CURRÍCULO

El conocimiento del currículo está dado en el modelo por dos estructuras de información básicas, las cuales están diseñadas para almacenar de manera concisa todo lo pertinente al conocimiento curricular y modelo pedagógico de cada estudiante.

El currículo que se ha creado está basado en dos clases de objetos: los tópicos y los objetivos.

Entendemos el objetivo como la representación de un objetivo previo, una relación y un objetivo por lograr.

La estructura del objetivo tiene como finalidad detectar conocimientos previos del aprendiz (objetivo previo) y definir la relación óptima para lograr un objetivo posterior (objetivo por lograr). La relación

lleva implícita la estrategia de enseñanza, la modelación del aprendiz y la tarea específica con su proceso evaluativo asociado, con la cual llegará al objetivo siguiente.

El STI, como todo sistema de enseñanza, requiere de un contenido organizado y estructurado que incluya las necesidades del estudiante, las metodologías y, por consiguiente, incluye en su creación la problemática del tema y los aportes del profesor como guía en el proceso de aprendizaje.

Los tópicos se agrupan de tal manera que faciliten el encadenamiento explícito entre ellos. Las instancias de los tópicos pretenden desglosar el dominio que se desea transmitir al alumno, en pequeñas partes de conocimiento declarativo.

Puede verse una instancia de los Tópicos, como la representación de un grupo de capacidades y habilidades de un aprendiz particular, relativas a un mismo tópico.

Las unidades de conocimiento (objetivos), están ligadas entre ellas por medio de instancias que forman una jerarquía que representa las posibilidades de enseñar un dominio específico y de desarrollar ciertas habilidades frente al dominio seleccionado.

Cada objetivo relacionado con un tópico tiene un efecto local sobre la adquisición y desarrollo de habilidades en el aprendiz, lo que genera diferentes puntos de vista de un mismo contenido curricular.

5. EL CURRÍCULO Y SUS FUNCIONES

La función primordial del currículo es dar respuesta al sistema cuando se presenta una solicitud de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) para un aprendiz particular.

La ZDP, que define Vigostky, es la distancia que debe recorrer el aprendiz para lograr un objetivo perseguido. Este camino contiene las indicaciones necesarias para que el proceso de tutoría y diagnóstico del STI puedan ser realizadas durante la ejecución.

Como parte de la respuesta a la solicitud del sistema, el currículo realiza procedimientos propios que establecen las alternativas de ZDP para el aprendiz.

La ZDP se construye con base en la información del modelo del estudiante (conocimientos previos y características de tipo psicológico) y en el conocimiento curricular respectivo. Los procesos para determinar los caminos alternos que puede tomar un aprendiz en un momento dado, se cumplen cuando el sistema realiza una solicitud específica al módulo currículo, a la cual responde con la ZDP. Sin embargo, la ZDP puede ser modificada durante la sesión de trabajo de un aprendiz; esto, por diversos motivos directamente relacionados con el nivel de retención de los saberes y saberes-hacer adquiridos por el aprendiz.

El contenido curricular, como lo hemos mencionado, es de vital importancia en todo sistema de enseñanza aprendizaje y, para el caso, su importancia reviste no sólo sobre el contenido temático sino sobre las experiencias del profesor asesor y de las metodologías propias para la solución de problemas matemáticos, específicamente en el área del Cálculo 1: Análisis y Trazado de Curvas.

6. COMO EL CURRÍCULO DETERMINA LA ZDP

El prototipo del sistema tutorial inteligente pretende desarrollar en el estudiante habilidades en la solución de problemas, lo que nos lleva a efectuar en el aprendiz una serie de procesos que desarrollen en él estas habilidades. Gagné explica en su libro Principios básicos del aprendizaje para la instrucción, que el proceso de "aprendizaje de una nueva habilidad intelectual constituye... una combinación de habilidades más simples que se han aprendido previamente", y en el prototipo, al tratar de desarrollar habilidades en la solución de problemas, el currículo se basa en el análisis de habilidades más simples ya adquiridas por el estudiante.

El proceso de selección de la ZDP se efectúa mediante el recorrido inverso (del extremo final hacia adelante) de los objetivos de aprendizaje a partir del objetivo terminal deseado, de tal manera que este recorrido indique las habilidades y capacidades previas del aprendiz respecto a un objetivo de aprendizaje.

Nos hemos basado en la teoría de Gagné que comenta que "cualquier habilidad intelectual puede analizarse en las actividades más simples que se deben combinar para producir su aprendizaje. Por medio de dichos análisis, por lo general se hace evidente que las habilidades más simples que representan los "requisitos previos inmediatos" se pueden analizar a su vez para revelar las habilidades todavía más simples de las cuales están compuestos" (Gagné, 1970).

El currículo, una vez recibe la solicitud de generar una ZDP, analiza las necesidades del estudiante, establecidas en las restricciones del tópico por trabajar, y con base en ellas, comienza el proceso de recorrido del contenido curricular hasta determinar el objetivo más simple que debe cumplir, con el fin de lograr el desarrollo de una habilidad más compleja.

El análisis de los prerrequisitos del estudiante se realiza mediante la comparación de los atributos de modelo cognoscitivo y meta de cada instancia de Tópico que se desea desarrollar en el estudiante. El atributo de modelo cognoscitivo indica el punto de entrada a las categorías (nivel de la capacidad y habilidad para la instancia respecto al tópico), a partir del cual el estudiante debe comenzar la secuencia de actividades que lo conduzcan al logro de la habilidad de mayor jerarquía en el tópico seleccionado.

CONCLUSIONES

Los aportes realizados en el campo de los Tutoriales Inteligentes han sido muy valiosos; sin embargo, la mayor necesidad en el ámbito educativo es el poder obtener resultados acerca de si los Sistemas Tutoriales Inteligentes pueden aportar realmente una solución a los procesos de enseñanza aprendizaje. Es hacia este punto donde se ha centrado la implementación de un prototipo de STI con un modelo claro y conciso, que encierra los componentes necesarios para llevar a cabo un óptimo proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es aquí donde se resalta la importancia de un buen diseño curricular como parte esencial en el desarrollo de Sistemas Tutoriales Inteligentes, para lo cual ha sido necesario ubicar el módulo currículo dentro de un contexto pedagógico.

BIBLIOGRAFIA

- Araujo, Joao B. *Tecnología Educational: Teorías de instrucción*. Barcelona: Paidós educador, 1988. p. 211.
- Agudelo R., Sergio y Díaz M., Alvaro. *Ideas fundamentales sobre inteligencia artificial*. Medellín, 1986. 386 p. Proyecto de grado de Ingeniería de Sistemas. Universidad Eafit.
- Barr, Avon and Feigenbaum, Edward. *The Handbook of Artificial Intelligence*. Reading, Mass: Addison Wesley Publishing Company, 1981. v.1.
- Bloom, Benjamin. *Taxonomía de los objetivos de la educación*. New York: David Mckay Company, 1971. 364 p.
- Bonnet. Alain. *Artificial Intelligence: Promise and Performance*. London: Prentice Hall International, 1985. 221 p.
- Bruner, Jerome. *Toward a Theory of Instruction*. Boston: Harvard University, 1966.
- _____. *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona, Gedisa, 1986, p. 182.
- Carnoy, Martin. and Daley, Hugh and LOOP, Liza. *Education and Computers: Vision and Reality*. París. UNESCO, 1987.
- Gagne, Robert. *The conditions of Learning*, New York: Holt, Rinehart & Winston, 1974.
- _____. *Planificación y producción de lecciones de instrucción mediante el computador*. Revista Tecnología Eucativa. Vol. 9. No.1, 1985. p 3-26.
- Gilhooly, K. J. *Human and Machine Problem Solving*. New York: Plenum Press, 1989, 382p.
- Graham, Neill. *Artificial Intelligence, Marking Machines "Think"*. Tab. Books. 1979. 250 p.
- Imbeau, Gilles. *Modelación y realización de sistemas tutoriales inteligentes*. Quebec, 1990. Proyecto de Doctorado.
- Imbeau, Gilles. *Wordtutor: An Intelligent Tutoring System for Teaching Word Processing*. Universidad de Quebec. 1990.
- Intelligent Tutoring Systems* (1o. 1988. Montreal). *Memorias de la Primera Conferencia Internacional de Sistemas Tutoriales Inteligentes*. Montreal 1988. 507 p.
- Hankins, George. *The Paradox of Expertise en: Engineering Education*. V. 17 1987, pp. 302-305.
- Jonassen, David. *Instructional Design for Microcomputer Courseware*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. 446 p.
- Mishkoff, Henry C. *A fondo: Inteligencia Artificial*. Madrid: Ediciones Anaya Multimedia. 1988.
- Nickerson, Raymond and Zohdiate, Phillip. *Technology in Education: looking toward 2020*. New Jersey. Lawrence Erlbaum Associates. 1988. 320 p.
- Peña, Luis B. "La promesa educativa del computador". *Educadores e Informática: Promesas, Dilemas y Realidades*. Bogotá: Colciencias, 1989.
- Polson, Martha and Richardson, Jeffrey. *Foundations of Intelligence Tutoring System*. Hillsdale. Lawrence EARLBAUM Associates, 1988, 280 p.
- Polya, G. *How To Solve it. A new aspect of Mathematical Method*. New Jersey Princeton, 1973. p.253.
- Psoika, Joseph and other. *Intelligent Tutoring System-Lesson Learned*. New Jersey:Lawrence Earlbau Associates, 1988.
- Randolph, Gary L. *Expert Systems as Cognitive Models for Intelligent Tutors*. *Journal of Computers in Mathnematicsand Science Teaching*. Vol. 7. 1988. v. 7 pp. 16-20.
- Rivero, Juan. *Sistemas Expertos y la Educación Latino-americana*. Los Angeles: IBM Corporation. Scientific Center. 1986.
- Self. John. *Artificial Intelligence and Human Learning*. London: 1988.
- Smith; Karl A. *Educational Engineering: Heuristics for Improving Learning Effectiveness and efficiency*. Vol 77. 1987. pp 274 - 279.
- Verdejo, María Felisa. *Enseñanza Asistida Inteligente-mente*. *Inteligencia artificial*. pp 245-252.
- Wenger, Etienne. *Artificial Intelligence and Tutoring System*. Morgan Kaufman Publishers, 1986. 305 p.
- Winne, H. Philip, *Theories of Instruction and of Intelligence for Designing Artificially Intelligent Tutoring Systems*. En: *Journal of Education Psychology*. p. 229-259. 1989.
- Winograd, Terry and Flores, Fernando. *Undertanding Computers and Cognition*. Reading Mass. Addison Wesley Publishing Company, 1987. 207 p.
- Winston, Patrick Henry. *Artificial Intelligence*. Reading mass: Adisson Wesley Publishing Company, 1984. 524 p.
- Zea, Claudia María y Solorzano Bertha Alicia. *Apolonio 1+*: Sistema tutorial inteligente para la solución de problemas en matemáticas. En *Revista EAFIT* Número 83 pág. 13.
-