

Los estilos pedagógicos en el modelado del tutor para Sistemas Tutores Inteligentes.

Fernando Salgueiro^{1,3}, Zulma Cataldi¹, Ramón García-Martínez^{2,3}
liema@fi.uba.ar

1. LIEMA - Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales [¶]

2. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. ITBA. Argentina.

3. LSI - Laboratorio de Sistemas Inteligentes [¶]

[¶] Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. Paseo Colón 850. 1063 - Ciudad de Buenos Aires.

Resumen: *El porcentaje alarmante de estudiantes que fallan en materias de programación básica ha sido el desencadenante para buscar nuevas formas de enseñanza, donde el alumno tome el rol principal dentro del proceso “enseñanza-aprendizaje”.*

Los docentes en las clases no pueden satisfacer las necesidades particulares de cada uno de los estudiantes, ya que normalmente, un docente se encuentra al frente de un curso con varios alumnos. Por este motivo se ha intentado rediseñar los módulos de un Sistema Tutor Inteligente, el cual puede realizar tutorías “uno a uno”, pero se requiere un análisis previo para la integración de las distintas teorías de enseñanza para que sea realmente efectivo.

Los Sistemas Tutores Inteligentes son desarrollos multidisciplinarios, ya que demandan un marco teórico tanto de los sistemas expertos, que se encuentran dentro del área de la Inteligencia Artificial, así como también de las teorías de aprendizaje y de enseñanza y de la psicología educativa, dentro de las Ciencias de la Educación. Estos factores redundan en un sistema complejo, difícil de llevar a implantación y que, normalmente, por falta de análisis del problema (se da más importancia a la parte informática que a la educativa) los desarrollos de STI que llevan años de trabajo, fallan al ser utilizados en casos reales.

Keywords: Sistemas Tutores Inteligentes, Modulo Tutor, Teoría Uno.

1. Introducción

Este tema de investigación surge motivado por la necesidad de encontrar diferentes formas alternativas para la enseñanza de las asignaturas correspondientes a Programación Básica correspondientes a las carreras de Ingeniería con excepción de Electrónica.

Durante los últimos seis cuatrimestres se efectuó el seguimiento de los alumnos (a través de sus evaluaciones parciales y finales) a fin de saber por qué algunos no llegaban a aprobar la materia. Si bien la baja cantidad de alumnos que aprueban finalmente las materias está en el orden del 30%, este dato es alarmante: Existen esfuerzos en otras Universidades, y se toma como ejemplo, Tecnológica en las asignaturas equivalentes donde se evidencia que la problemática es muy parecida, por lo que actualmente se encuentran elaborando estrategias tendientes a la paliación del problema, donde Bruno (2003) ha realizado investigaciones a fin de delimitar los alcances del problema y de dar opciones viables.

A lo largo de últimos tres años, se han aplicado diversas estrategias didácticas usando medios audiovisuales, foros de discusión, grupos de aprendizaje y se ha observado que si bien se evidencian mejoras, las mismas apuntan a los grupos de estudiantes que normalmente tienen menores dificultades (Cataldi, 2004)

2. Descripción general del Problema

Por este motivo, se pensó, en el desarrollo de un sistema que pudiera hacer las veces de asesor inteligente (utilizando las tecnologías disponibles de los sistemas Inteligentes) que pudiera realizar la tarea del autorizado personalizado adaptando diferentes modalidades o estrategias de enseñanza. Esta podría ser una alternativa útil sobre todo para aquellos estudiantes que requieren un mayor grado y tiempo de tutorizado del tipo uno a uno (Perkins, 1995) para resolver sus ejercicios.

Wenger (1978) define la tarea de la enseñanza mediada en términos de una “comunicación del conocimiento” que involucra a un sistema tutor y a

un estudiante donde el objetivo básico es adquirir conocimiento de alguna materia. El propósito es que un sistema de tutorizado exhiba un comportamiento similar al de un tutor humano, es decir, que se adapte a las necesidades del estudiante en lugar de ser un modelo totalmente rígido. Éste, debería ser capaz de identificar la forma en que el estudiante está resolviendo el problema (Hume, 1995) y de brindarle ayuda cuando cometa errores (Hume *et al.*, 1996). A su vez, debería proveerle el conocimiento que requiera para poder solucionar el problema en cuestión con explicaciones en el momento preciso, y adicionalmente podría aprender a partir de la interacción con el estudiante.

Se ha observado también que los sistemas expertos y asesores inteligentes disponibles en la actualidad no han encontrado soluciones eficientes en referencia a la flexibilidad en modalidades de enseñanza aunque en los 90, con los avances de la psicología cognitiva y los nuevos paradigmas de programación, los sistemas facilitadores de la enseñanza evolucionaron desde una propuesta instructiva hacia entornos de descubrimiento y experimentación del nuevo conocimiento desde una visión constructivista de los procesos de aprendizaje (Cataldi, 2004). La evolución se marcó desde la postura conductista con base en la teoría de conductista hacia la psicología cognitiva. (Schunk, 1997; Woolfolk, 2001) con aportes tan importantes como aquellos referidos a la activación de los diferentes sistemas simbólicos que proveen potenciando la teoría de Gardner (1993) de las inteligencias múltiples y su reformulación (Gardner, 1998; Cataldi, 2004).

En un sistema como el descrito, *el modelo del tutor* es el encargado de definir y de aplicar una estrategia pedagógica de enseñanza (socrática, orientador, instructor, etc.), de contener los objetivos a ser alcanzados y los planes utilizados para alcanzarlos. Es el responsable de seleccionar los problemas, de monitorear y de criticar el desempeño, de proveer asistencia cuando se la requiera y de seleccionar el material de aprendizaje al estudiante. Integra el conocimiento acerca del método de enseñanza (deductivo, inductivo, analógico, analítico, sintético, de trabajo colectivo, etc.), las técnicas didácticas (expositiva, discusión, demostración, diálogos, instruccional, responder preguntas, etc.) y del dominio a ser enseñado (con integración de planificación y curriculum) (Cataldi, 2004).

Un sistema de este tipo debe tratar además, los aspectos esenciales de curriculum y de planificación, ya que los aspectos de curriculum involucran la representación, la selección y la secuenciación del material a ser utilizado y la planificación se refiere a cómo ese material va a ser presentado. En general, tienen una muy buena representación en forma

explícita del dominio pero no siempre el curriculum está en forma explícita, es decir desde la visión y la secuenciación, lo que termina dando un rendimiento bajo (Cataldi, 2004).

Esta selección y secuenciación del curriculum para los estudiantes requiere del uso de mecanismos de planificación bastante sofisticados que deben tener en cuenta la teoría de tutorizado empleada de acuerdo a las necesidades del aprendiz (Cataldi, 2004).

Aún hoy día, la mayoría de los desarrolladores de programas “didácticos” se basan en modelos instruccionales de neto corte conductista (Cataldi, 2004). En este sentido, la intención de la investigación es emular a un tutor humano, pero orientado hacia la psicología cognitiva, es decir, teniendo en cuenta como señala Perkins (1995), director del proyecto Zero de Harvard, los estilos más apropiados de enseñanza tales como la instrucción didáctica, el entrenamiento y la enseñanza socrática que son compatibles con su Teoría Uno. (Cataldi, 2004).

Debido a la problemática planteada se piensa en un sistema para aprendizaje por refuerzo; pero desde la construcción de los significados que permita su apropiación en integración a las estructuras cognitivas, ya que justamente el objetivo buscado es que el estudiante le encuentre significado a sus aprendizajes, que supere sus dificultades, incorporando lo nuevo de un modo significativo y permanente. (Ausubel *et al.* 1983)

La presente comunicación aportará fundamentos teóricos interdisciplinarios para permitir esclarecer algunos interrogantes respecto de cómo enseñan los tutores humanos desde esta perspectiva y podría dar una solución alternativa a los estudiantes de clases muy numerosas, que no pueden acceder al docente como lo desearían debido a las limitaciones de tiempo.

Se ha observado que en los cursos universitarios de los primeros cuatrimestres de la carreras de ingeniería la cantidad de tutores humanos no es suficiente, debido a que la relación de que la relación alumnos a tutores es demasiado alta y por otra parte que existe una gran diferencia en los conocimientos previos que traen los alumnos. (Ausubel *et al.*, 1983)

Se piensa que un sistema que pueda emular al tutor humano y además que provea al estudiante de cierta flexibilidad para la elección del tipo de tutorizado más adecuado, podría ser una solución factible para el problema planteado.

Un sistema para tutorizado, no solo debe emular al tutor humano sino que además debería estar diseñado desde una concepción epistemológica acerca de lo que significa enseñar Programación Básica para las carreras de Ingeniería (Cataldi et al., 2000) en relación al perfil y la identidad del futuro ingeniero.

Un sistema de este tipo debería proveer algunas características en función de los propósitos por los que el estudiante recurre a él, tales como:

- La perspectiva desde la debe impartir los conocimientos a los alumnos.
- La forma de adaptación a los conocimientos previos de los alumnos.
- La selección de la estrategia de enseñanza más adecuada para el alumno que lo consulta.

Y, cuando el mismo *guíe* al alumno deberá tener “reglas” almacenadas para saber que hacer en casos tales como cuando:

- El alumno no puede contestar una pregunta que le hace el tutor, o
- El alumno contesta en forma incompleta una pregunta que le hace el tutor.

Estas problemáticas de los alumnos deben ser resueltas con un modelado del tutor flexible, lo que es central para el desarrollo, y se las describirá sintéticamente en los siguientes apartados:

Gertner (1998) en su trabajo sostiene que el 37% de las preguntas que se presentan cuando los alumnos intentan resolver una problemática corresponden al tipo “*estoy trabado, ¿cómo debo proseguir?*”. En la mayoría de los sistemas de aprendizaje el camino a seguir esta pautado (es rígido, de tipo conductista), pero este no es el caso que mejor se adapta a la enseñanza de la programación, ya que un mismo problema puede admitir soluciones válidas a través de diferentes estructuras. En este caso el tutor debería poder determinar el modo de resolución que adoptó el alumno y proponer, un próximo paso o acción que sea consistente con la solución propuesta por el alumno. Esto podría representar una cuestión difícil de resolver, pero una alternativa viable se puede lograr a través de la aplicación de redes bayesianas para determinar los distintos pasos y estados hacia la solución del problema.

El sistema debe poder brindar información acerca del problema como lo hace el tutor humano para que

el alumno pueda continuar desarrollando solo, en forma constructiva, pero sin revelar cómo serán los siguientes pasos. Estos sistemas, deben dar también una respuesta efectiva que ayude a los alumnos a detectar sus propios errores para poder corregirlos. (Gertner et. al., 1998).

En el caso planteado, el tutor no debe aceptar como válida solo una respuesta completa, se puede dar el caso de una respuesta incompleta por lo que debe guiar al alumno para que la complete. Hume (1996) a partir de los estudios efectuados a través del comportamiento de los tutores humanos observó que éstos utilizan las “*pistas*” como un método pedagógico válido, a tener en cuenta aunque esta táctica es bastante sutil y difícil de implementar en los STI (Sistemas Tutores Inteligentes).

Analizados los casos anteriores se tendrán en cuenta los tipos de respuestas de los alumnos (Yujian Zhou et al., 1999): a) respuesta correcta, b) respuesta parcial (cunado la respuesta es parte de la respuesta correcta), c) respuesta aproximada, la cual es pedagógicamente correcta pero no la respuesta deseada (Hume et al., 1995) sino conceptualmente cerca, d) respuesta incorrecta, aunque el alumno demuestra cierto entendimiento del tema y e) respuesta con error conceptual, dada a través de una confusión de términos o un falso conocimiento del tema que se esta explicando. (Cataldi et al., 2002).

A partir de cada una de estas respuestas el tutor debe tomar decisiones acerca de las pistas a facilitar y dar la determinada “*pista expositiva*” si el alumno no llegase a la solución. (Hume 1995)

En la literatura analizada se han encontrado dos posturas para la implementación de los conocimientos: una se basa en la estructura sintáctica de lo producido por los tutores humanos (Seu Jai et al., 1991) y la otra en las metas pedagógicas que deben cumplir a fin de que el alumno pueda comprender el tema (Hume et al., 1996; Evens et al., 1993). Pero, reanalizando el problema y utilizando ambas teorías en forma conjunta se logran una serie de pasos que pueden resumir la forma de impartir los conocimientos:

- El tutor debe mantener una jerarquía de *metas* que debe cumplir mientras traspasa los conocimientos al alumno quien cual producirá un resultado que el tutor no puede predecir de antemano.
- El tutor debe poder explicar un mismo concepto de diferentes maneras, así si el alumno no entiende el concepto el tutor puede continuar efectuando otro acercamiento al mismo tema,

explicando el concepto para luego continuar, utilizando un método iterativo para profundizar en el concepto cada vez más (paso a paso) o descartar este acercamiento al tema e intentándolo de otra manera.

En este contexto, surgen las posibilidades de aplicabilidad de los sistemas inteligentes para la resolución de problemas de modelado de este tipo. En el campo de los sistemas inteligentes se encuentran las redes neuronales (RN), que son interconexiones masivas en paralelo de elementos simples, los cuales responden a una cierta jerarquía intentando interactuar con los objetos reales tal como lo haría un sistema neuronal psicológico (Kohonen, 1988). Las redes neuronales, en sus diversas aproximaciones, poseen una característica que las hace muy interesantes, dado que pueden asimilar conocimiento en base a las experiencias mediante la generalización de casos. (García-Martínez *et al.*, 2003).

3. Carácter del problema

Encontrar un asistente inteligente, o STI que permita ayudar a mejorar la interacción en el triángulo didáctico: alumno, docente y contenido (ahora se suma el medio) a ser aprendido, es un problema netamente práctico que consiste en agregar un medio tecnológico, por lo que la relación didáctica se convierte en un tetraedro donde ahora se incluye al “mediador pedagógico”.

Por otra parte, todas las interacciones entre el alumno y el docente, están enmarcadas dentro de las teorías sean de aprendizaje o de enseñanza aplicables a dicha interacción, lo que le brinda un marco teórico al problema anteriormente citado, donde no solo es importante el conocimiento que debe ser facilitado por el docente hacia el alumno, sino que cobra importancia la forma en la que este conocimiento es presentado, ya que se pretende lograr la mayor eficiencia posible en este proceso de adquisición y construcción y apropiación de los conocimientos.

Se busca entonces, que el resultado permita la incorporación de los métodos y técnicas de enseñanza más eficaces. A través de la adaptación de los modos de enseñanza a las necesidades del alumno a fin de maximizar los resultados a través de cada clase o “sesión pedagógica” para cualquier dominio.

Cada alumno, entonces podrá obtener mejores resultados a partir de una u otra técnica, según su modo particular de aprendizaje o estilo.

Si bien no esta dentro de los objetivos de esta comunicaron el desarrollo de nuevos marcos metodológicos para mejorar la interacción entre el docente y el alumno en el ámbito de la enseñanza, si se pretende que como resultado se utilicen modelos y técnicas educativas probadas que se adapten a las necesidades de los alumnos de una forma practica y eficiente, maximizando así los resultados que se esperan obtener de una sesión pedagógica, sobre cualquier dominio.

Esta investigación se inscribe dentro de los llamados Asesores Inteligentes, que son un caso particular de los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) por que toman muchas de sus características fundamentales y se pretende que todas las consideraciones tomadas para la el diseño de un asesor inteligente aplicado al dominio del aprendizaje de Programación Básica pueda ser utilizado en otros dominios sin realizar modificaciones importantes al modelo planteado. Para ello, es necesario realizar una redefinición tanto de los módulos que componen un Sistema Tutor Inteligente (STI) como también las interfaces entre estos módulos, identificando cuáles son los generadores de los datos y cuáles son los que los utilizan.

Claramente, en este punto, se debe realizar un aporte dentro del marco teórico de los STI para poder resolver el problema planteado.

Por lo tanto se tiene un problema que presenta características teóricas y prácticas las que de pueden describir como:

- **Características Teóricas:** Se deberá redefinir el modelo clásico de los Sistemas Tutores Inteligentes propuesto por Carbonell (1970) para detectar en qué partes del modelo actual el dominio particular de cada una de las aplicaciones existe superposición entre los módulos básicos, modificando los subcomponentes de esta estructura para lograr un STI que sea lo mas independiente del dominio posible. Se deben incorporar los instrumentos para medición de rendimiento académico de los estudiantes que conviertan al STI en una herramienta con un valor educativo a la vez medible y útil para mejorar la interacción entre el estudiante y el tutor, otorgándole al estudiante un papel protagónico principal en la construcción de sus aprendizajes. También se deben seleccionar y adecuar las herramientas pertenecientes al campo de la Inteligencia Artificial que mejor solucionen la problemática planteada, realizando un análisis de los beneficios y costos que la introducción de

estas técnicas pueden presentar a las estructuras clásicas y rediseñadas de los STI.

- **Características Prácticas:** Son las que incluyen el desarrollo de los distintos submódulos del módulo del tutor del STI que se adapten a la definiciones previas como ampliamente probadas como la de Carbonell (1970): Además se deben incorporar los métodos de enseñanza más relevantes inherentes a la Programación Básica, así como también los instrumentos de toma de datos y medición para poder verificar que la aplicación las mismas ha sido conveniente con respecto a la sesión pedagógica impartida.

Se deben poder seleccionar los protocolos pedagógicos más eficientes para cada una de las sesiones pedagógicas a fin de impartirla de tal manera de lograr los mejores resultados con los elementos disponibles, que se pueden obtener a través del módulo del estudiante (características intrínsecas del estudiante que tomará la lección) y del módulo del dominio (que posee la información concerniente a los conceptos que se impartirán en la lección con el conjunto de los recursos didácticos disponibles: imágenes, ejercicios, videos, etc.).

De esta manera se intenta resolver un problema de carácter interdisciplinario, basado en un marco teórico desde la ciencias de la educación y la psicología de los aprendizajes, y en las herramientas informáticas que brinda la Inteligencia Artificial (IA) que pueden soportar estas teorías, y a la vez se presenta una problemática con características teórico/prácticas, donde se busca, de forma teórica, una independencia total y una redefinición de los submódulos del módulo tutor del STI y de sus interfaces. A la vez se presentan características prácticas donde se requiere una correcta identificación de los mejores protocolos pedagógicos para cada uno de los distintos perfiles de estudiantes usuarios del sistema.

4. Importancia de encontrar la solución al problema

Más allá de usar los STI como una opción alternativa y en paralelo a las clases presenciales, se puede implementar la educación a distancia o personalizada a través de los STI, por lo que se piensa que el aporte principal de estaría dado encaminado a la mejora de la calidad de la enseñanza a través del acceso a la educación a los niveles sociales más bajos que de este modo podrían mejorar su calidad de vida.

En el caso particular de un (STI) con un dominio de Programación Básica puede mejorar el porcentaje de aprobación de los alumnos en los cursos iniciales de las carreras de Ingeniería, mejorando a su vez su rendimiento posterior en materias más avanzadas que utilicen la base de conocimientos que debe adquirirse en las asignaturas de Programación Básica.

Como se mencionó anteriormente, solo alrededor del 30% de los ingresantes a materias de Programación Básica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires terminan satisfactoriamente estos cursos. Esta problemática no es local, sino que es una tendencia global.

Se requiere, por lo tanto, elaborar nuevas estrategias tendientes a la paliación del problema, pero teniendo en cuenta el presupuesto limitado disponible para incorporar más docentes, la introducción de un STI, adaptable a las necesidades particulares de cada uno de los estudiantes, es una opción viable, sobre todo en las Facultades de Ingeniería, que poseen los recursos informáticos básicos necesarios (como redes internas de computadoras, host con capacidades computacionales suficientes, etc).

Con la implantación de este tipo de sistemas, se presume, que disminuirá la carga de los docentes en los cursos numerosos con relaciones de docente y alumnos que superan los límites razonables. A la vez, se personaliza el ambiente de aprendizaje, sin requerir más recursos humanos y a la vez se flexibilizan los horarios de estudio para cada uno de los estudiantes, posibilitando para algunos de ellos en situaciones marginales (como los que trabajan en los horarios en que se dictan las clases, los que viven a grandes distancias de la sede de la universidad, etc.) el establecimiento de sus propios horarios de estudios de forma independiente de los que se dicta clase en la Universidad.

No se piensa al STI como un reemplazante por completo del tutor humano, sino que su implementación puede ser útil en situaciones donde se requieren refuerzos en la enseñanza.

De esta manera se pueden manejar de forma mucho más eficiente los escasos recursos humanos disponibles, pudiendo el tutor humano hacerse cargo en forma personalizada solo de un cierto número de tareas que el sistema no puede realizar, tal el caso de la necesidades de socialización de los grupos de estudiantes, que es muy complejo de implementar, aunque no imposible simular un ecosistema.

Esto representa cambios al modelo clásico de enseñanza, que deberán resaltar la importancia del estudiante dentro de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, moviendo del foco de atención desde el tutor o profesor y reemplazándolo por el alumno que ya no cumple con una tarea puramente pasiva de aprendizaje sino que se convierte en un estudiante centro del modelo, donde son sus necesidades las que deben prevalecer.

Estas modificaciones se deberán implementar utilizando la menor cantidad de recursos y, de ser posible, se deben basar en los recursos existentes en cada una de las instituciones educativas. Por lo tanto, el planteo de un STI distribuido es una solución viable en las organizaciones actuales y en las redes internas de las universidades. De este modo se minimizará el consumo de recursos y ancho de banda y se promoverá el comportamiento colaborativo de los estudiantes dentro del ambiente de enseñanza, asistido por el STI o por un tutor humano.

Tomando en cuenta todas estas consideraciones, el objetivo es un sistema que, aprovechando los pocos recursos disponibles en la actualidad, los utilice de tal manera de disminuir las tareas de los pocos tutores humanos y a su vez mejore la experiencia de aprendizaje desde la perspectiva del estudiante, que flexibilizando las sesiones y personalizándolas de acuerdo a sus propias necesidades, obtenga los mejores resultados.

5. Las bases de la Teoría Uno

A raíz de las necesidades expuestas, surge una conexión directa con la *Teoría Uno* de Perkins (1995) que no es un modelo, ni un método de enseñanza, sino un conjunto de recomendaciones compatibles con cualquier teoría. Ella estipula que “*la gente aprende más cuando tiene una oportunidad razonable y una motivación para hacerlo*”. Para aplicarla se deben reunir las siguientes condiciones (Perkins, 1995):

- **Información clara** a través de descripción y de ejemplos de los objetivos y conocimientos requeridos y de los resultados esperados.
- **Práctica reflexiva**, es decir, a través de oportunidades para el alumno de ocuparse activa y reflexivamente de aquello que deba aprender.
- **Realimentación informativa** a través de consejos claros y precisos para que el alumno mejore el rendimiento y pueda proceder de la manera más eficaz.

- **Fuerte motivación intrínseca y extrínseca** mediante actividades ampliamente recompensadas, sea porque son muy interesantes y atractivas en sí mismas o porque permiten obtener otros logros que importan al alumno.

Por lo tanto la *Teoría Uno* planteada por Perkins (1995) se constituye en una opción válida para dar la base teórica educativa del STI, de lo que se desprenden los distintos modelos de enseñanza disponibles compatibles con esta teoría.

Perkins (1995) plantea que si se combinan las condiciones que estipula la *Teoría Uno* con cada uno de los programas de estudio, se obtienen los métodos respectivos. En otras palabras, la *Teoría Uno* se “*encarna*” de distintas maneras según el programa del momento en la institución. Las cuatro opciones fundamentales se enumeran a continuación y se explicarán más detalladamente en las secciones siguientes:

- *La instrucción didáctica (o magistral).*
- *El entrenamiento.*
- *La enseñanza socrática.*
- *Otras opciones.*

5.1. La instrucción didáctica.

Según Perkins (1995) es la presentación clara y correcta de la información por parte de los docentes y de los textos. Su objetivo se centra especialmente en la explicación, donde se exponen “*los qué*” y “*los por qué*” de un determinado tema.

Es fundamental que se aclaren los componentes básicos de una buena explicación, ya que en la instrucción didáctica el alumno tiene un papel de sujeto pasivo y el tutor o maestro queda en primer plano como proveedor único de los saberes y de los conocimientos. Algunas de las características que debe reunir una buena explicación en la práctica educativa son:

- **Identificación de objetivos para los alumnos:** Este paso quizás es uno de los más importantes ya que establece cuál es el objetivo de la sesión pedagógica que se está llevando a cabo y qué es lo que se pretende obtener como resultado para los estudiantes una vez finalizada dicha sesión.
- **Supervisión y señalamiento del avance hacia los objetivos:** Se debe verificar a través de preguntas clave para cada sesión que los conocimientos que se han explicado han sido correctamente interpretados por el estudiante y que éste puede seguir adelante hacia los objetivos

de la sesión sin correr el riesgo de que las concepciones erróneas puedan llegar a modificar la interpretación científica por parte del alumno de conocimientos posteriores.

- **Exposición de numerosos ejemplos sobre los conceptos analizados:** Los ejemplos son el instrumento pedagógico-didáctico más útil a la hora de verificar si los estudiantes realmente entendieron el concepto explicado, así como también para incorporar a la estructura cognitiva dicho concepto, yendo desde una abstracción mayor, como lo es el concepto, hasta instancias particulares de dicho concepto.
- **Legitimación de un nuevo concepto o procedimiento mediante principios ya conocidos por los alumnos:** Un elemento pedagógico-didáctico realmente útil es la relación entre conceptos conocidos por el estudiante con el concepto que se está intentando explicar. Perkins (1995) da un ejemplo típico para ilustrar esta característica de la instrucción didáctica:

Maestro: "¿El concepto de nicho es realmente útil para hablar de los sistemas ecológicos? Bien, examinemos esta cuestión. Pensemos en otras situaciones en las que hablamos de funciones dentro de un sistema; por ejemplo, las funciones de las personas en una empresa o en la escuela."

Las clases del tipo prácticas no quedan fuera de este modelo, sino que en ellas se alienta a incluir exposiciones complementarias, para señalar los vínculos entre los conceptos familiares y los nuevos conceptos, aclarando las condiciones de aplicabilidad y de no aplicabilidad de los mismos. La interacción siempre está liderada por el maestro o el tutor donde el rol del estudiante es el de asimilar la información que se le está presentando, por lo tanto los elementos básicos de la instrucción didáctica tienen que ver sobre todo con la claridad informativa.

5.2. El Entrenamiento.

Existe un vínculo entre el entrenamiento y la instrucción didáctica y por eso se lo presenta en segundo lugar. Sin una instrucción didáctica que presente cierta base de información clara sobre los conceptos nuevos, los estudiantes carecerían de los conocimientos básicos para realizar las ejercitaciones prácticas. Surge entonces una aparente contradicción, ya que dada la claridad informativa de la instrucción didáctica, no se sabe cuál es la función del maestro, si en una forma ideal, la instrucción didáctica ya aclaró todas las dudas posibles sobre el concepto explicado.

El entrenamiento ofrece una respuesta, ya que hace hincapié en dos de las condiciones planteadas por la *Teoría Uno*: la *práctica reflexiva* y la *realimentación informativa*. Las principales actividades del docente entrenador consisten en asignar prácticas, alentar a los alumnos a reflexionar sobre lo que están haciendo y ofrecer la realimentación.

Al mismo tiempo, se espera que el docente o entrenador suministre la información en forma clara mientras que la relación entre el entrenador y sus alumnos debe fomentar los dispositivos de motivación de estos últimos y garantizar de este modo una de las cuestiones fundamentales planteadas por la *Teoría Uno*, como ya se señaló, que afirma que "la gente aprende más cuando tiene una oportunidad razonable y una motivación para hacerlo".

Perkins (1995) plantea una analogía muy clara con respecto al fútbol: "El entrenador observa desde afuera el desempeño de los deportistas y les da consejos. Elogia los puntos fuertes, detecta los débiles, hace observar ciertos principios, ofrece guía e inspiración y decide qué tipo de prácticas se deben enfatizar". Esta es la función importante que se puede aplicar en cualquier dominio.

5.3. La enseñanza Socrática.

Ambos métodos vistos con anterioridad (la instrucción didáctica y el entrenamiento) poseen un aspecto regulativo, pues su función consiste en moldear y guiar las actividades de los alumnos y como se explicó anteriormente se relega al estudiante a un papel secundario, teniendo como única función la de asimilar los conocimientos que se le presentan por el maestro tutor o el maestro entrenador.

En este marco surge el método socrático, a través del cual se logra que los estudiantes trabajen de una manera más flexible, pero no en forma libre, sino que continuamente estén recibiendo el apoyo en sus tareas por parte de un maestro o tutor, pero sin el esquema tan rígido en el que el tutor les dice todo el tiempo lo que tienen que hacer. Perkins (1995) plantea que de esta forma el estudiante debe aprender no solo las respuestas sino que también el "arte de las preguntas".

La enseñanza se realiza cuando el maestro socrático plantea un enigma conceptual e incita a investigar el tema de manera libre por parte de los estudiantes, haciendo preguntas del tipo:

- ¿Qué piensan al respecto?

- ¿Qué posición se podría tomar?
- ¿Qué definiciones necesitamos?

Luego de la investigación inicial se proponen ideas, criterios y definiciones, donde el maestro actúa como incitador y moderador en la conversación: presta ayuda cuando las paradojas paralizan el proceso de aprendizaje y genera contraejemplos y potenciales contradicciones cuando percibe en los estudiantes una satisfacción prematura. De esta manera el aprendizaje es "guiado" por los tutores hasta alcanzar el objetivo, ya que sin una guía eficaz los estudiantes pueden perderse por las ramas. El método socrático espera que sea el mismo estudiante el que realice los descubrimientos por iniciativa propia. El científico cognitivo Allan Collins (Perkins, 1995) analizó los pasos fundamentales del método socrático que se describen a continuación:

- Se seleccionan ejemplos positivos y negativos para ilustrar las cualidades pertinentes al tema en consideración.
- Se varían los casos sistemáticamente a fin de centrar la atención en datos específicos.
- Se emplean contraejemplos para poner en tela de juicio las conclusiones del alumno.
- Se proponen casos hipotéticos para que el alumno reflexione sobre situaciones afines que podrían no ocurrir naturalmente.
- Se utilizan estrategias de identificación de hipótesis a fin de forzar la articulación de una hipótesis específica de trabajo.
- Se emplean estrategias de evaluación de hipótesis para fomentar la evaluación crítica de predicciones e hipótesis.
- Se promueve la identificación de otras predicciones que podrían explicar el fenómeno en cuestión.
- Se utilizan estrategias capciosas para inducir al alumno a hacer predicciones incorrectas y formulaciones prematuras.
- Se procura que el alumno deduzca las consecuencias hasta llegar a una contradicción para que aprenda a construir teorías válidas y consistentes.

- Se cuestionan las respuestas provenientes de autoridades tales como el maestro y el manual a fin de promover el pensamiento independiente.

Estos pasos fundamentales pueden parecer contradictorios con respecto a la claridad de información, que es uno de los conceptos claves de la *Teoría Uno*, pero, sin embargo, el maestro socrático normalmente no provee abundancia de datos, pero controla la claridad y la calidad en la información suministrada por los alumnos haciéndoles preguntas certeras y alentándolos a examinar la información de manera crítica.

En la versión clásica de la interacción socrática, se tratan problemas respecto de los cuales los estudiantes ya poseen una fuente de experiencias de la que pueden valerse para extraer información, o pueden tomarla como base para partir hacia el descubrimiento de los nuevos conceptos y relaciones. Cuando los alumnos discuten entre sí sobre una determinada cuestión, el maestro socrático les exige una práctica continua de reflexión. Además, provee realimentación inmediata por medio de estímulos y críticas, e incita a que todos los participantes de la conversación hagan lo mismo.

Si la *Teoría Uno* ocupa un lugar central en estos tipos de enseñanza, se pueden enumerar las diferencias entre ellos en el programa de estudios:

- *La instrucción didáctica* satisface una necesidad que surge en el marco de la instrucción a fin de expandir el repertorio de conocimientos del alumnado.
- *El entrenamiento* satisface la necesidad de asegurar una práctica efectiva.
- *La enseñanza socrática* se aplica para ayudar al alumno a comprender ciertos conceptos por sí mismo y darle la oportunidad de investigar y de aprender cómo hacerlo.

Pero estos no son los únicos acercamientos que aporta la *Teoría Uno*: sino a través de la provisión de: "*información clara, práctica reflexiva, realimentación informativa y fuerte motivación intrínseca y extrínseca*" se pueden obtener buenos resultados.

Existen otras aproximaciones como son el aprendizaje cooperativo y la colaboración entre pares, que vale la pena resaltar en el marco de los asesores inteligentes, donde el sistema debe reaccionar como un "*estudiante virtual*" que interactúa con los estudiantes usuarios del sistema para resolver los distintos problemas que se le presentan y para moldear las definiciones básicas de

los conceptos que se pretenden enseñar en una sesión pedagógica a través del “andamiaje” (Ausubel, 1983; Robles, 1993) como lo haría un docente ayudante alumno.

Perkins (1995) sostiene que los niños aprenden mucho mejor en grupos cooperativos bien configurados que en soledad. Por lo general, las agrupaciones cooperativas pueden ayudar a lograr determinados fines, sin la planificación cuidadosa que requieren los métodos como la instrucción didáctica y el entrenamiento. Los resultados obtenidos son satisfactorios por que el aprendizaje cooperativo exige que todos los participantes se hagan responsables del desempeño del grupo.

El aprendizaje cooperativo y la colaboración entre pares pueden utilizar la dinámica de grupos para promover el aprendizaje reflexivo, donde los estudiantes piensan y discuten los conceptos que a enseñar y los problemas que se deben resolver. En el aprendizaje cooperativo y colaborativo la predisposición hacia la resolución de la tarea brinda la motivación del contacto social para mantener a los estudiantes interesados en sus actividades académicas.

Entonces parecería que en el caso del aprendizaje cooperativo y colaborativo el docente no posee un rol demasiado importante y que por lo tanto este método de enseñanza no sería aplicable en los STI, pero un análisis más profundo revela que los docentes tienen las siguientes tareas (Perkins, 1995):

- El docente “*entrena*” a los alumnos para que juzguen con criterios propios adecuados a la circunstancia planteada.
- El docente debe “*aumentar*” el interés intrínseco de los problemas que el mismo presenta.
- El docente puede “*pedir a los alumnos que se califiquen mutuamente*”, pero ofreciendo una fuerte realimentación con respecto a qué tipo de respuestas tienen más o menos sentido y por qué.

La *motivación intrínseca* supera a la *Teoría Uno* por una razón muy sencilla: la *Teoría Uno* no dice nada sobre las interacciones entre la motivación intrínseca y la motivación extrínseca; sin embargo, hay muchas interacciones importantes por las que hay que preocuparse cuando se quiere brindar una fuerte motivación intrínseca.

5.4. Las inteligencias múltiples.

También podrían tenerse en cuenta la valoración de las inteligencias múltiples, desarrolladas por el psicólogo Gardner (1985), alegando que las concepciones convencionales de la inteligencia humana basadas en el coeficiente intelectual son demasiado monolíticas. Según Gardner, la inteligencia humana posee siete dimensiones diferentes (siete inteligencias: lingüística, lógico-matemática, espacial, interpersonal, intrapersonal y musical) y a cada una de ellas le corresponde un determinado sistema simbólico. Por lo tanto, se podría desarrollar un protocolo pedagógico específico que tuviera en consideración la composición de inteligencias de los estudiantes. Así, por ejemplo para un estudiante con un mayor proporción de inteligencia del tipo lógico-matemática, los problemas se le podrían presentar en forma de notación formal matemática, mientras que para el resto de las inteligencias se les puede presentar en lenguaje natural, para maximizar la comprensión del problema en cada uno de los casos.

Gardner (1985) señala que la práctica educativa convencional se centra fundamentalmente en la inteligencia lingüística y matemática, pero dado el carácter múltiple de la inteligencia humana se debería dar cabida a las diversas habilidades de las personas. En 1998 reformula su teoría incluyendo la octava inteligencia (naturalista) y se tiene en consideración una más (espiritual).

Este esquema puede incluirse en el Sistema Tutor Inteligente (STI) a través de los distintos protocolos pedagógicos que se adecuen de la mejor manera a cada uno de los estudiantes.

6. Conclusiones

Con el objetivo de diseñar un STI que brinde tutorizado uno a uno de acuerdo a las necesidades del estudiante, según los estilos de enseñanza básicos, se ha pensado en modelar diferentes los estilos de enseñanza como protocolos pedagógicos. Es decir se trata de caracterizar las formas básicas de enseñanzas y encuadrarlas dentro de la Teoría Uno. De este modo se le brindará al estudiante que consulte el sistema la opción de elegir la forma de enseñanza que sea más acorde a sus preferencias o necesidades. Lugo, se diseñará el módulo del tutor del STI, con las características mencionadas, que se pueda adaptar, según estilos docentes magistral o socrático..

7. Referencias

- Ausubel, D.; Novak, J.; Hanessian, H. (1983) *Psicología educativa: un punto de vista cognitivo*. México: Trillas
- Bruner, J. (1990). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Alianza. Madrid. 2002.
- Bruno, O. (2003). *Resultados de investigación acerca de los problemas de aprendizaje de algoritmos*. UTN.
- Carbonell, J. R. (1970). *AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer assisted instruction*. IEEE transaction on Man Machine System. V11 n.4, p 190-202.
- Cataldi, Z., Lage, F. y Denazis, J. M. 2000. *The Scripts of University Students and Experts in the Preparation of the Examinations: A Study in Process*. FIE 2000: 30th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Kansas City Missouri, 18-21 de octubre. Paper 1154. Proceedings en CD-ROM
- Cataldi, Z.; Lage, F. (2002). *Los preconceptos de docentes y alumnos en el proceso de enseñanza y aprendizaje en carreras de grado y postgrado*. CBComp 2002. 26-30 Agosto. Itajaí Sta. Catarina. Univali.
- Cataldi, Z. (2004) Metodología para el diseño de sistemas tutores Inteligentes. Plan de tesis Tesis doctoral (en elaboración). Facultad de Informática. UNLP.
- Coll, C. (1994). *Psicología y Currículum*. Paidós. Barcelona.
- Cruz-Feliú, J. (1986). *Teorías del aprendizaje y tecnología de la enseñanza*. Trillas México.
- Evens, M. W.; Spitkovsky, J.; Boyle, P.; Michael, J.; Rovick, A. A. (1993). *Synthesizing tutorial Dialogues*. Preceedings of the 15th Annual Conference of the Cognitive Science Society.
- García-Martínez, R.; Servente; M. y Pasquini (2003) *Sistemas Inteligentes*. Nueva Librería. ISBN 987-1104-05-7.
- Gardner, H. (1985). *Las Inteligencias Múltiples*. Paidós, Barcelona.
- Gardner, H. (1987) *La nueva ciencia de la mente: Historia de la psicología cognitiva*. Paidós. Barcelona.
- Gardner, H. (1993) *Las inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Paidós. Barcelona.
- Hume, G. D. (1995). *Using Student Modelling to Determine When and How to Hint in an Intelligent Tutoring System* Ph.D., Illinois Institute of Technology.
- Hume G., Michael, J; Rovick, A.; Evens, M. (1996), *Hinting as a tactic in one-on-one tutoring*. Journal of Learning Sciences.
- Lesgold, A. (1988) Towards a theory of curriculum for use in intelligent instructional systems. en Mall, H. Y Lesgold, a. (Eds.) *Learning issues for intelligent tutoring*. Systems. P. 114-137. New York. Springer Verlag.
- Norman, D. (1987) *Perspectiva de la ciencia cognitiva*. Paidós
- Perkins, D. (1995) *La escuela inteligente*. Gedisa.
- Pfleeger, S. (2002) *Ingeniería de software. Teoría y práctica*. Prentice Hall.
- Pozo Municio, I. (1999). *Aprendices y Maestros*. Alianza.
- Pozo, J. I. (1998). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Morata.
- Pressman, R. (2002). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. 5 Ed., México: McGraw Hill.
- Guardia Robles, B. (1993). *Asesores Inteligentes para apoyar el proceso de enseñanza de lenguajes de programación*. Tesis de grado. Asesor: Dr. Marc Boumedine Montane. ITESM: Instituto Tecnológico de Monterrey.
- Schunk, D. (1997). *Teorías de la Educación*, Prentice Hall.
- Seu, Jai, Ru-Charn Chang, Jun Li, Evens, M.; Michael, J. and Rovick, a. (1991). *Language Differences in Face-to-Face and Keyboard-to-Keyboard tutoring Session*. Proceedings of the Cognitive Science Society.
- Sommerville, I. (2002). *Ingeniería de software*. Addison Wesley.
- Wenger, E. (1987). *Artificial intelligence and tutoring systems. Computational and Cognitive Approaches to the Communication of Knowledge*. Los Altos C. A. Morgan and Kaufman.
- Woolfolk, A. (2001). *Psicología educativa*. Prentice Hall. México.