

SISTEMA INSTRUCTIVO INTELIGENTE PARA APOYAR LA ENSEÑANZA DEL ÁLGEBRA MATRICIAL (SIIPAL)

Andrés Acuña Cano*
Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez**

1. Generalidades

Los estudiantes que ingresan a la universidad en la actualidad tienen una formación heterogénea y deficiente; esto hace que el trabajo del profesor sea arduo y en ocasiones no produzca los frutos esperados, al requerir de su parte una alta presencialidad con los estudiantes, en especial con aquellos que presentan deficiencias en los conocimientos básicos, y esto no siempre es posible.

El problema de la presencia física del profesor se puede solucionar con ayudas computarizadas que refuercen las labores de estudio por parte del estudiante. Estas herramientas tal vez no puedan suplirlo totalmente, pero sí emplearse como recurso informático, permitir la documentación en conceptos e ideas generales, apoyar la explicación de un tema específico y agilizar el proceso de enseñanza - aprendizaje, entre otras. Así puede liberarse al profesor para que se ocupe de actividades más complejas, como ayudar al estudiante para que mejore su creatividad e incluso incrementar la consideración de la parte afectiva y de relación interpersonal, elemento importante del proceso.

Las herramientas informáticas apoyan los procesos de enseñanza-aprendizaje cuando reúnen características de disponibilidad, ubicuidad, bajo costo, dinamismo, adaptabilidad o flexibilidad y difusión.

* Licenciado en Matemáticas y Física Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
Profesor Fundación Universitaria de Boyacá

** Ingeniero de Sistemas Fundación Universitaria de Bogotá. Profesor adscrito a la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital F.J.C.

2. Entorno y Descripción de la Herramienta

Las deficiencias en las técnicas metodológicas y didácticas han originado problemas educativos. Hoy se requiere que los estudiantes aprendan por descubrimiento y a un ritmo más rápido debido al gran avance de la ciencia. Una aplicación muy útil de los nacientes Sistemas Instructivos Inteligentes (SII) es la creación de sistemas que apoyen los procesos de enseñanza - aprendizaje en algún campo específico, como por ejemplo el álgebra matricial.

Los SII son herramientas computarizadas en cuyo desarrollo se involucran métodos y procedimientos de ingeniería de software educativo¹ y de inteligencia artificial². En la Figura 1 pueden apreciarse los principales elementos que se incluyeron en el Sistema Instructivo Inteligente para apoyar la enseñanza del Álgebra Matricial (SIIPAL), el cual se basa en el dominio que un experto (profesor) tiene de esta área del conocimiento.

Para la construcción de SIIPAL se fusionaron dos metodologías de desarrollo de software. La primera es el *desarrollo de sistemas expertos*³ y la se-

gunda la *creación de materiales educativos computarizados*. En su codificación se utilizaron dos herramientas de programación: el Visual Prolog, utilizado para implementar el motor de inferencia y la base de conocimiento, y el Delphi, empleado para almacenar la información del alumno y la creación de la interfaz.

SIIPAL cuenta con algunas innovaciones, por ejemplo la habilidad de poder conmutar a diferentes bases de conocimiento. Ella permite al sistema colaborar al alumno en varios frentes: primero, monitoreando y sugiriéndole el tema que debe estudiar con base en sus conocimientos, la secuencialidad de los diferentes temas y las estrategias de enseñanza del profesor; segundo, ofreciendo ayuda interactiva sobre un tema específico cuando así lo requiera. SIIPAL otorga al profesor, catalogado como el experto en el área, la responsabilidad de mantener y actualizar las diferentes bases sobre las cuales el módulo experto infiere; la capacidad de infe-

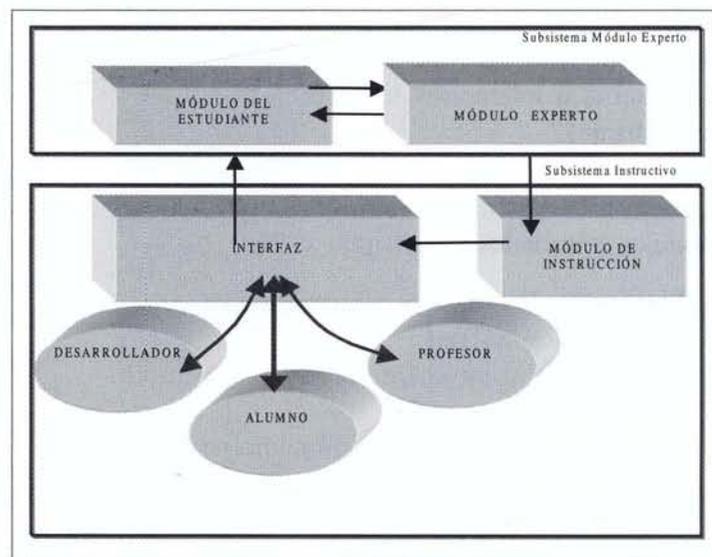


Figura 1. Elementos de la Arquitectura del SIIPAL

- 1 Es el estudio de un conjunto de métodos, procedimientos y herramientas por medio de los cuales se desarrolla software de buena calidad para mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje
- 2 Busca que las máquinas hagan cosas o tareas donde se requiere la inteligencia humana
- 3 Sistema informático que busca simular los procesos de memorización, acción, comunicación y aprendizaje de un experto humano en determinada área de la ciencia.

rencia del módulo experto permite al sistema deducir nuevo conocimiento para ofrecerlo al usuario.

Otro de los elementos esenciales del software es el módulo instructivo o de aprendizaje, el cual se encarga del aprendizaje propiamente dicho del alumno. La Figura 2 muestra cómo las decisiones que toma el módulo instructivo no se hacen a través de simples reglas if-then, sino que se interactúa en cada decisión con el módulo experto para hacer la inferencia correspondiente de acuerdo con la información que se requiera en ese momento. Efectivamente, aquí es donde se encuentra la potencia del módulo experto ya que éste puede conmutar a diferentes bases de conocimiento, dependiendo de la clase de información que requiera el alumno (ayudas interactivas sobre algún tema o inferencias sobre un aspecto del aprendizaje).

A continuación se realiza una descripción de los módulos enunciados en la Figura 1.

a) Funciones de apoyo al alumno: en su primera versión SIIPAL:

- Permite que el estudiante controle el ritmo de aprendizaje
- Ofrece ejemplos o información adicional en cada tema, como base para reforzar o recordar su conocimiento
- Da oportunidad de aplazar la instrucción y luego retomarla cuando el estudiante así lo desee
- Permite el manejo de la secuencia de instrucción
- Ofrece información de retorno explícita
- Permite seleccionar opciones a través del ratón (mouse)

- Ofrece ayudas operativas
- Permite registrar el nombre del alumno que lo utiliza
- Deja que el alumno interactúe para obtener información relevante acerca de conocimientos un tanto complejos, como por ejemplo la clasificación de matrices y el desarrollo de determinantes

b) Funciones de apoyo al profesor; SIIPAL permite al profesor de álgebra matricial contar con una herramienta de ayuda para:

- Determinar y controlar el progreso del aprendizaje de sus educandos
- Contar con una base de temas, ejemplos y ejercicios
- Inscribir a sus alumnos en el programa de álgebra matricial

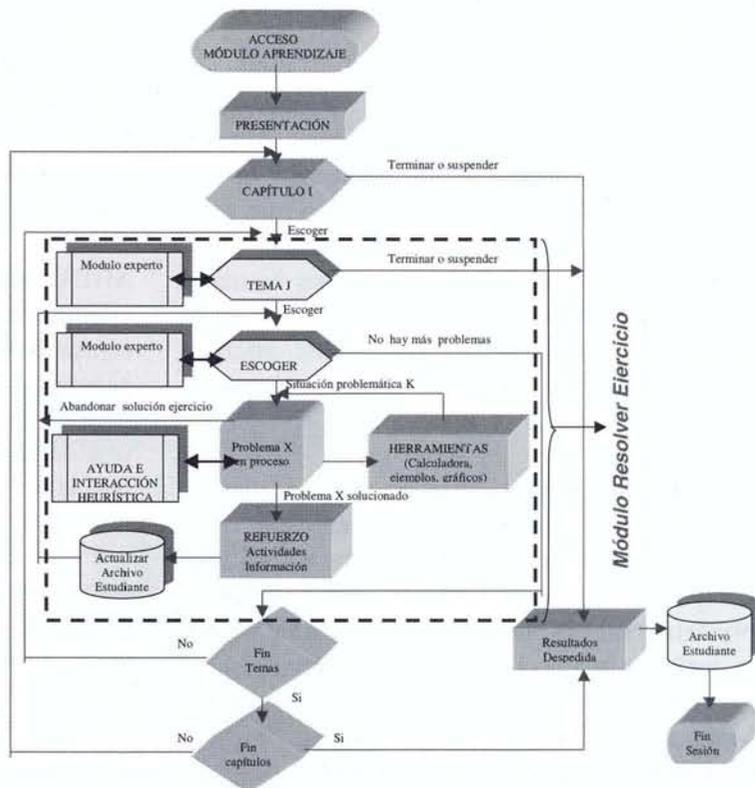


Figura 1. Estructura Lógica de SIIPAL

- Actualizar la base de conocimiento.
- Actualizar la base de datos referentes a alumnos.

3. Estructura Lógica

El funcionamiento del sistema puede resumirse de la siguiente manera: cada alumno debe ser creado con un nombre y una clave de acceso por parte del profesor. Cuando él quiera iniciar el proceso de aprendizaje y/o la sesión de asesoría debe identificarse; luego el sistema procederá a hacer una consulta al módulo experto para ubicar al usuario dentro de un tema específico, el cual será recomendado por SIIPAL. El tema sugerido puede ser abordado por el alumno, o si lo prefiere, preguntar o indagar por otro. Una vez que el alumno esté ubicado en un tema, SIIPAL lo introduce en varios entornos o micromundos educativos que le proveen de teorías, definiciones, ejemplos, ejercicios e información interactiva. Si los ejercicios son correctamente resueltos el sistema consulta nuevamente al módulo experto para inferir el tema siguiente; la inferencia es realizada de acuerdo con la estructura de la base de conocimiento, y con el conocimiento guardado en ella por parte del profesor.

Los micromundos presentan diferentes características que van desde la simple presentación visual de gráficas y texto hasta animaciones que ilustran diferentes procesos. Son ejemplos de animaciones, entre otras: la visualización del efecto que tiene sobre la gráfica de una recta el cambio de un componente de su ecuación, la ilustración de la suma y multiplicación de matrices y la reducción por filas de una matriz ampliada.

El motor de inferencia, que es parte del módulo experto, utiliza un proceso de búsqueda, primero por profundidad y luego por anchura.

El módulo experto funciona como una aplicación servidor que recibe determinado tema y luego lo interpreta con dos fines: primero, para seleccionar la base de conocimiento apropiada, y luego para inferir el conocimiento que requiere el módulo instructivo que guía al alumno. Cada tema abordado por el alumno está soportado en el cumplimiento de una regla compuesta por diferentes condiciones que el profesor debe crear; si esta se cumple se da el paso al siguiente tema, sobre el cual debe realizarse la nueva inferencia y de esta manera verificar que el alumno posea los conocimientos necesarios para abordarlo. El motor de inferencia profundiza hasta que encuentra una regla que no se cumpla y así, partiendo de la acción que ella determina, se obtiene por conclusión el tema y se transfiere como respuesta al módulo del alumno, para que éste lo proponga como objeto de estudio.

En la Figura 3 se aprecia cómo el estudiante puede interactuar directamente con el módulo experto sobre el tema actual, ver ejemplos, resolver los ejercicios, obtener ayudas y animaciones que complementan su proceso de estudio, y llevar el seguimiento acerca de su desempeño.

La Figura 4 ilustra la ventana a la cual el estudiante ingresa si desea una ampliación del proceso de suma de matrices. La animación permite que las entradas de las matrices sumadas se muevan para ir formando las entradas de la matriz suma. También se muestran las posiciones de las entradas que se suman para que el estudiante aprecie el proceso. La Figura 5 presenta la ventana sobre la cual el estudiante tiene oportunidad de ejercitarse y probar sus conocimientos. Tiene, entre otras, las siguientes opciones: seleccionar el ejercicio, obtener ayuda e interactuar con el módulo experto.

La Figura 6 es una de las ventanas que usa el profesor para actualizar la base conocimiento.

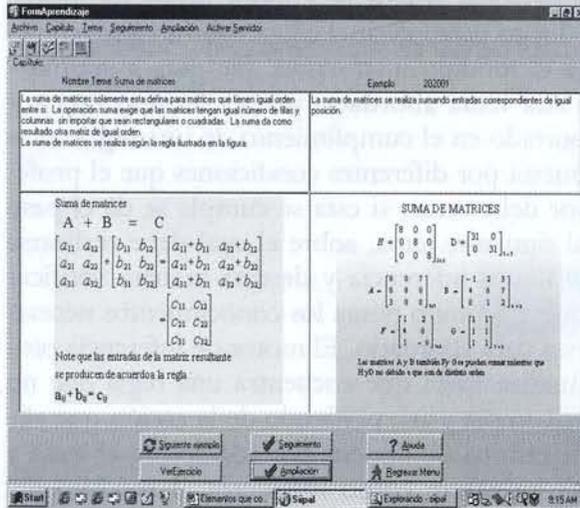


Figura 3. Módulo Instructivo

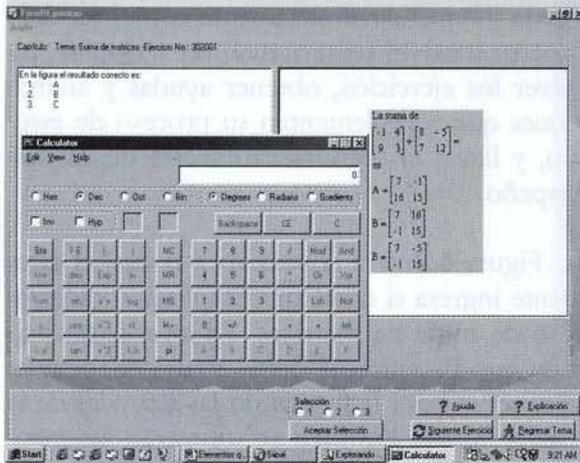


Figura 5. Módulo de Ejercitación

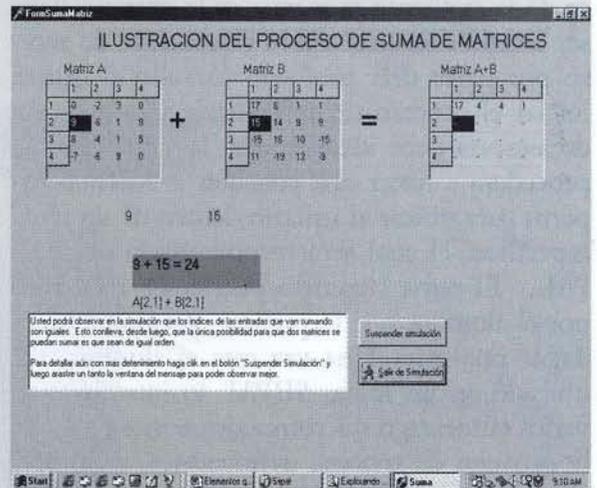


Figura 4. Simulación de la Suma de Matrices

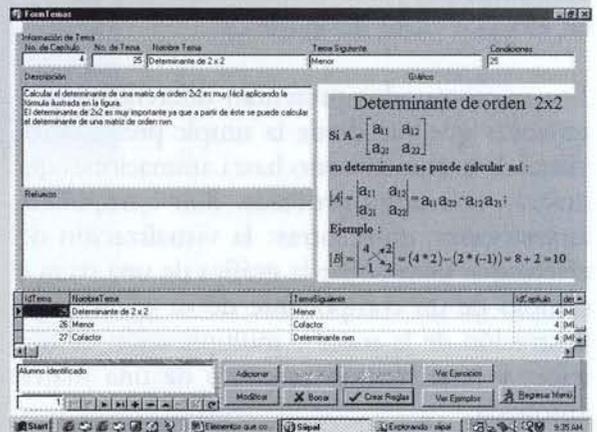


Figura 6. Pantalla de Actualización de la Base del Conocimiento

En ella el profesor tiene opciones como: ingresar temas, ir a actualizar ejercicios y ejemplos, adicionar condiciones y construir las reglas. Esta parte actualiza automáticamente las bases de conocimiento que alimenta al módulo experto.

Este SII fue probado e implementado en la Fundación Universitaria de Boyacá tomando inicialmente tres grupos de 25 estudiantes cada uno que cursaban la cátedra de álgebra matricial en los programas de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Sanitaria y Ambiental e Ingeniería Industrial. La primera prueba entregó resultados satisfactorios de funcionamiento, pero se detectaron algunas fallas en la interfaz con el usuario, dado que el sistema no contaba

con una ayuda en línea que le permitiera al usuario saber acerca de la información que debía suministrar. Esta deficiencia fue corregida y superada, y en la actualidad se está tratando de implementar el SII a todos los programas que tienen dentro de su pensum académico la asignatura o módulo de álgebra matricial.

Con el desarrollo e implementación de SIIPAL se está dando un paso importante en la utilización de la informática como herramienta dedicada a mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje en algunas áreas específicas del conocimiento. De igual forma, se está masificando e incentivando a la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías educativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 
- GALVIS P, Alvaro. Ingeniería de Software Educativo, Uniandes, 1994
 - RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ J.E. y RODRÍGUEZ NIÑO, C.A. Sistema Basado en el Conocimiento para el Control de Calidad Microbiológico de Alimentos, Uniboyacá, 1995
 - ROLSTON, David. Principios de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos. Ed. Mc. Graw Hill, México, 1993
 - ROMERO GARCÍA, Mariluz. Sistema Experto para la Formulación de Dietas Alimenticias por Vía Enteral en el Ser Humano, Uniboyacá, 1998
-