

## **UN AMBIENTE INTEGRADO PARA LA ENSEÑANZA DE SISTEMAS EXPERTOS EN FORMA PARTICIPATIVA**

**Mateo LEZCANO BRITO**  
**Víctor Giraldo VALDÉS PARDO**

---

### **RESUMEN**

Este documento presenta un Sistema para la Enseñanza de Sistemas Expertos (SESE), desarrollado en la Universidad Central de Las Villas (Santa Clara, Cuba) como respuesta a la necesidad de brindar a los aprendices un ambiente interactivo que permita vivir experiencias directas y relevantes al aprendizaje de conceptos y habilidades de programación de sistemas expertos. Este trabajo presenta la fundamentación de la solución propuesta, sus características y recomendaciones para uso, a partir de una investigación evaluativa conducida por sus autores. La efectividad didáctica del sistema se comprobó empíricamente. A partir de esto, se ofrecen conclusiones y recomendaciones acerca de la herramienta y de su uso educativo.

### **INTRODUCCIÓN**

El empleo de la computadora en apoyo al proceso docente ha concitado el interés de los educadores, prácticamente desde el inicio de la "era de la computación". En la práctica, esta idea ha venido a hacerse realidad con la aparición de las computadoras personales, que han permitido una amplia difusión de los sistemas de Enseñanza Asistida por Computadora (EAC). El proceso de informatización de la sociedad está forzando a los centros de educación a todos los niveles a reflexionar acerca de sus programas de estudio. Desafortunadamente, algunos enfoques aún limitan el uso de las computadoras sólo a transitar desde un estado en el cual el conocimiento se escribe sobre el papel, hacia un nuevo estado en el que se escribe sobre el *software* [1].

Hoy en día, a través de diversos proyectos de informática educativa, se analizan e instrumentan vías para incorporar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación al proceso de enseñanza y aprendizaje, como respuesta a la contradicción entre el volumen creciente de información y la duración limitada de los períodos de aprendizaje, así como a la necesidad de preparar profesionales para cumplir funciones en un mundo que se distingue por la renovación incesante de las tecnologías. Se trata no

sólo de que nuestros alumnos aprendan computación, sino de que empleen la computación como un medio más, que los ayude a alcanzar un dominio adecuado de las diferentes disciplinas.

El estudio de la Inteligencia Artificial (IA) forma parte del curriculum de las carreras relacionadas con la Informática. En esta disciplina se estudia una gran cantidad de temas y frecuentemente la amplitud y diversidad de campos que la componen dificultan impartirla adecuadamente en el limitado período que, por lo regular, se le asigna en los planes de estudio, lo que obliga a buscar nuevos métodos y medios de enseñanza que permitan enfrentar la escasez de tiempo y la complejidad de los temas tratados [2]. Por ese motivo, nuestro Grupo de Informática Educativa de la UCLV ha desarrollado varias herramientas concebidas como medios auxiliares del proceso docente educativo; unas como medio de apoyo a la asimilación de los contenidos expuestos en las clases y otras como programas entrenadores para ser usados de forma independiente por los alumnos.

En el presente trabajo se describe el sistema SESE, un medio auxiliar para la enseñanza del tema Sistemas Expertos que se imparte como parte de la disciplina Inteligencia Artificial que forma parte del plan de estudio de nuestra carrera en Ciencia de la Computación.

## **CONSIDERACIONES GENERALES**

Varios estudios reflejan que la EAC no debe involucrar tanto el conocimiento y la inteligencia sobre la dirección y estructura de los procesos de aprendizaje, sino más bien debe plantear situaciones y ofrecer recursos que estimulen a los alumnos a resolverlas.

En el aula el conocimiento se presenta muchas veces, como una meta final [3]. Sin embargo, resulta más importante, considerar el conocimiento como un medio para resolver problemas o comprender circunstancias. Consideramos que un enfoque didáctico a emplear en la enseñanza de la Ciencia de la Computación es el enfoque constructivista [4, 5], debido a que pone un énfasis especial en la persona que aprende y pretende convertirlo en un agente activo de su aprendizaje. En este enfoque al profesor se le asigna el papel de facilitador [6].

Según [7] el conocimiento engendra conocimiento; en otras palabras, la habilidad de construir nuevos conocimientos es una función del aumento de la calidad del conocimiento existente, del razonamiento y otras habilidades intelectuales. En ese sentido, la educación a todos los niveles se ha enfrentado a la disyuntiva de si la instrucción debe centrarse en transmitir contenidos o en desarrollar habilidades intelectuales.

---

## Un Ambiente Integrado para la Enseñanza de Sistemas Expertos en Forma Participativa

Un factor importante para fomentar el aprendizaje de un tema dado es dejar que los estudiantes resuelvan problemas en un medio que refleje los múltiples usos de lo aprendido, lo que sirve a los siguientes propósitos [op.cit p.2]:

- Se puede comprender el propósito o uso del conocimiento adquirido.
- El aprendizaje es activo.
- Se conocen diferentes condiciones bajo las que puede usarse el conocimiento.
- El aprendizaje en múltiples contextos facilita la abstracción del conocimiento.

Tomando en cuenta los aspectos anteriores, el enfoque seguido en el presente trabajo ha sido el desarrollo de varios sistemas de enseñanza asistida por computadora EAC para la disciplina Inteligencia Artificial que comparten como idea fundamental la simulación de su comportamiento real, de manera que los estudiantes:

- Lleguen a conclusiones propias y construyan sus nuevos conocimientos a partir del ambiente de aprendizaje por descubrimiento que instrumenta el sistema didáctico desarrollado.
- Modifiquen los programas que se ofrecen con el sistema, a partir del hecho de haber identificado limitaciones para resolver nuevas tareas.
- Propongan y apliquen estructuras de datos que consideren más apropiadas que las ofrecidas por el sistema.
- Sugieran e introduzcan modificaciones a los algoritmos existentes, o recomienden nuevos algoritmos para resolver los problemas presentados.

Según [8] la enseñanza de la IA plantea un notable desafío a los profesores, debido a las siguientes razones:

1. Fragmentación de la IA como materia de estudio: A excepción de un núcleo conceptual y unos pocos objetivos generales, existe poco consenso entre los investigadores de IA con relación a muchos tópicos. Si se pretende cubrir varias escuelas de enseñanza, se corre el riesgo de que la discusión se vuelva vaga y que los temas no aparezcan de forma coherente. Si se pretende abordar la IA desde un punto de vista específico, la discusión corre el peligro de dejar fuera sus partes principales, brindando sólo una panorámica general basada en un punto de vista demasiado estrecho.
2. Imprecisión en los objetivos de enseñanza: A veces no queda claro qué es lo que se necesita que aprendan los estudiantes, por ejemplo: ¿se requiere que aprendan un conjunto básico de conceptos o se desea desarrollar determinadas habilidades?
3. Nivel de abstracción de los conceptos: Muchos conceptos son demasiado abstractos y por tanto difíciles de comprender.

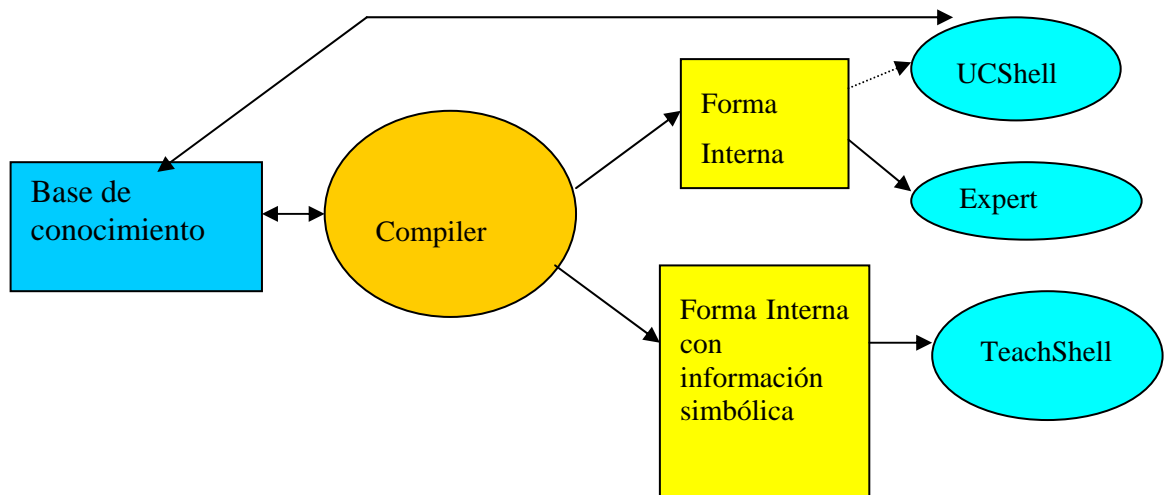
4. Imprecisión de las herramientas de medición del aprendizaje: No logramos saber a ciencia cierta qué saben nuestros estudiantes, debido a que las herramientas tradicionales (exámenes, proyectos, etc.) no resultan suficientes para indicarlo.

Teniendo a la vista las cuestiones anteriores, queda claro que la enseñanza de la IA, sobre todo cuando se trata de un curso introductorio, no constituye un problema trivial ni totalmente resuelto.

## EL SISTEMA PARA LA ENSEÑANZA DE SISTEMAS EXPERTOS (SESE)

Partiendo de reconocer la complejidad de la enseñanza de la Inteligencia Artificial y tomando en cuenta la experiencia de los autores, así como la de otros profesores de esta disciplina, se ha desarrollado el Sistema para la Enseñanza de Sistemas Expertos (SESE). Este tema aparece incluido en todos los currículos analizados y sus mecanismos típicos se prestan para el empleo de técnicas de simulación [9, 10] las cuales resultan apropiadas para el aprendizaje activo y por descubrimiento.

La ilustración 1 muestra la relación que existe entre los cuatro (4) sistemas relativamente independientes que integran SESE.



*Ilustración 1. Relación entre los módulos de SESE.*

SESE ha sido desarrollado tomando en cuenta tres *objetivos fundamentales*:

---

## Un Ambiente Integrado para la Enseñanza de Sistemas Expertos en Forma Participativa

- Utilizar la computadora como un medio para enseñar procesos que ocurren sobre ella misma.
- Lograr una enseñanza activa, facilitando a los estudiantes un recurso que les permita arribar a sus propias conclusiones.
- Apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante recursos de EAC que permitan a la vez producir aplicaciones reales.

Los cuatro *sistemas fundamentales* de SESE son los siguientes:

- *UCShell* (Shell de la Universidad Central). Es un ambiente integrado para el desarrollo de sistemas expertos. Este módulo no necesita de ningún otro componente del sistema, aunque, puede interpretar las bases compiladas por el módulo Compiler.
- *TeachShell*. Es una modificación de UCShell que incorpora un mecanismo con propósitos docentes.
- *Compiler*. Un compilador de línea para las bases de conocimientos de UCShell y TeachShell.
- *Expert*. Un módulo que contiene el mecanismo de inferencia de UCShell, lo que permite emplearlo en aplicaciones más generales.

SESE se ha desarrollado utilizando el paradigma de la POO y las particularidades del lenguaje Pascal (Borland Pascal y Delphi, para los sistemas operativos MS-DOS y Windows, respectivamente), tomando en cuenta que la Programación Orientada a Objetos (POO) al centrarse en el modelo conceptual, ayuda a que los programadores de la aplicación y los usuarios no técnicos la puedan comprender mejor [11].

De los componentes del sistema SESE, TeachShell es la herramienta más claramente definida con un propósito docente. Las demás partes ayudan a completar la preparación del especialista de forma menos evidente.

TeachShell permite ilustrar paso a paso, a través de un mecanismo simulado, el algoritmo que sigue su máquina de inferencia interna. El sistema recibe como entrada una base de conocimiento que ha sido previamente compilada con información simbólica por Compiler o el compilador interno de UCShell.

La ilustración 2 muestra una vista general de TeachShell mientras ejecuta una inferencia. La distribución de las ventanas así como su tamaño, se deja a elección del usuario. En el caso mostrado la distribución es la siguiente:

- La ventana a la izquierda muestra la base de conocimiento en curso de tratamiento.
- La ventana superior de la derecha contiene el método Find.Exec, encargado de iniciar la inferencia.

- La ventana inferior derecha presenta el método `Atrib.Infer`, que será el encargado de probar un atributo deducible, por lo que será invocado por el método `Find.Exec`.

*Barra de Atributos*

Archivos                      Consultar                      Configurar	
<<Phylum>><<Clase>><<Parasita>><<VidaLibre>><<SubPhylum>>	
<p><b><u>BASE DE CONOCIMIENTO</u></b></p> <p>Actions            ▶ Find Phylum</p> <p><b>RULES</b></p> <p>Rule 1</p> <p>    If Clase = 'Rhizopodea' And                Parasita = 'Si'</p> <p>    Then</p> <p>        Orden := 'Amoebida'</p> <p>    Rule 2</p> <p>    If Orden= 'Amoebida' And</p> <p>        VidaLibre = 'Si'</p>	<p style="text-align: center;"><b><u>Find.Exec</u></b></p> <p>    If Not IsFact Then</p> <p>        If IsQuestion</p> <p>            ▶ Then</p> <p>                AskToYou</p> <p>        Else</p> <p>            Infer</p> <p>    End</p> <p>End; {TFind.Exec}</p> <p>    ▶ <b><u>Atrib.Infer</u></b></p> <p>    IRule := nil;</p> <p>    MaxDepth := GetMaxDepth;</p>
<<1>><<2>><<3>><<4>>	
F1- Ayuda F4- Cerrar Ctrl-F9 Consultar Alt-X Salir	

*Barra de Reglas*

Ilustración 2. Instantánea de TeachShell durante un proceso de inferencia

La observación de la *traza de ejecución* tiene una gran importancia para el aprendizaje, ya que a través de ella el estudiante puede apreciar con claridad los pasos más importantes que realiza una máquina de inferencia con mecanismo “backward chaining”, el sistema permite analizar:

---

## Un Ambiente Integrado para la Enseñanza de Sistemas Expertos en Forma Participativa

- Como se ejecutan sus métodos fundamentales.
- El recorrido que realiza la máquina de inferencia por el conjunto de sus datos (base de conocimiento) mientras trata de probar un objetivo dado.
- Cuáles son las reglas exploradas.
- Cuál es el objetivo actual y cuáles han quedado pendientes temporalmente.
- Qué valores han alcanzado los diferentes atributos.

La posición, el tamaño, los colores y el hecho de estar presentes o no las ventanas queda a elección del usuario, de acuerdo con el problema que se esté analizando. No obstante, existen algunas *recomendaciones para el docente* con relación a este aspecto:

- Cuando se desea enseñar el método y la dirección de búsqueda de la máquina de inferencia, se debe configurar TeachShell con la ventana “Base de conocimiento” solamente, lo que permite deducir y comprender los mecanismos bajo estudio a través de la observación de la traza de ejecución sobre la base actual.
- Para enseñar la forma en que se programa el método y la dirección de búsqueda dentro de la máquina de inferencia bajo estudio, se configura TeachShell como aparece en la figura 2. Esta configuración permite analizar paso a paso la ejecución de los algoritmos internos del sistema, así como la influencia que tiene la ejecución de sus pasos sobre la base de conocimiento que se tome como ejemplo.

La *Barra de Atributos* muestra todos los atributos propios de la base de conocimiento actual. Una vez comenzado el proceso de inferencia, el atributo que se está probando en cada momento (el atributo actual) toma un color rojo, mientras que aquellos que han quedado pendientes de manera temporal se muestran en color azul. De esta forma el estudiante puede apreciar una pila de atributos a probar, con el tope de la pila en rojo. La pila irá creciendo y decreciendo a lo largo del proceso de inferencia y la prueba (satisfactoria o no) de un atributo dado, terminará cuando la pila esté vacía. La Barra de Reglas tiene una finalidad similar, pero en relación con las reglas.

El camino de ejecución se muestra utilizando un cursor para cada ventana, lo que permite observar cómo se relacionan las acciones de cada parte del sistema experto que se ejecute.

Otras posibilidades que están al alcance del usuario de TeachShell le permiten ver en cualquier instante el tipo de valor y el valor en sí que tiene asociado cualquier atributo (puede ser desconocido cuando no se ha probado), así como las reglas por las que puede ser inferido un atributo dado.

## **FORMA DE UTILIZAR EL SISTEMA SESE**

Para emplear SESE en clases, el docente debe preparar bases de conocimiento que permitan aprovechar las facilidades del sistema, a la vez que aborden temas al alcance de los conocimientos de los estudiantes. No se puede tratar de enseñar mecanismos nuevos mediante situaciones complicadas, propias de la Ingeniería del Conocimiento [12].

El sistema puede emplearse en diferentes formas, dependiendo de los objetivos del curso y de la formación previa de los estudiantes que lo recibirán. Está especialmente concebido para la formación de Licenciados en Ciencia de la Computación. Para que pueda aprovecharse cabalmente, se requiere que el alumno haya aprobado las asignaturas de Compiladores, Estructuras de Datos y Programación Orientada a Objetos, aspectos que se cumplen totalmente en el plan de estudio vigente de la carrera de Ciencia de la Computación para las universidades cubanas. Otros alumnos que estudien la Inteligencia Artificial y no estén interesados en la construcción de máquinas de inferencia pueden emplearlo sin necesidad de conocer el tema de Compiladores y sin entrar en los detalles de la estructura interna del sistema.

Seguidamente se expone la forma en que se ha aplicado SESE en las clases de IA en la UCLV. Una aclaración necesaria es que la creatividad de los profesores debe jugar un papel importante en la organización de las actividades docentes.

### **CLASE 1: MÉTODO DE INFERENCIA PRIMERO EN PROFUNDIDAD, DIRIGIDO POR OBJETIVOS.**

Requisito previo: conocer la forma de representación del conocimiento “Reglas de Producción”.

Forma de enseñanza: laboratorio.

Herramientas usadas: TeachShell y UCShell.

Organización:

Esta es la primera clase con el sistema y quizás la primera experiencia de los estudiantes con un medio que propicia el aprendizaje por descubrimiento, de manera que se inicia con la explicación de los objetivos del sistema que se utilizará, mencionando cada una de las partes de SESE sin entrar en mayores detalles.

El directorio de trabajo debe contener una base de conocimiento en código fuente y compilada; la base debe ser sencilla y de fácil comprensión, pero a la vez debe potenciar las facilidades medulares del sistema: prueba de atributos que están en la conclusión de múltiples reglas, atributos con preguntas asociadas y cambio de bases de conocimiento, entre otras.



---

## Un Ambiente Integrado para la Enseñanza de Sistemas Expertos en Forma Participativa

Posteriormente, se orienta ejecutar TeachShell, y se explican todas sus opciones. Se carga la base de conocimiento compilada y se configura TeachShell para que muestre solamente el listado de la base de conocimiento, abarcando toda la pantalla y comienza la consulta al sistema experto ejecutándolo paso a paso, de manera que se pueda observar el camino de inferencia seguido por el sistema.

A continuación se describe el uso de UCShell y se utiliza su editor interno para cambiar el orden de las reglas de la base de conocimiento, se compila la base de conocimiento con información simbólica y se vuelve a aplicar TeachShell de manera similar a la primera vez.

El objetivo es deducir el algoritmo que sigue la máquina, por lo que al concluir esta parte de la clase, se orientan los siguientes ejercicios:

- Escribir en forma lingüística el algoritmo de ejecución de la máquina de inferencia.
- Describir el método de búsqueda.
- Describir la dirección de búsqueda.

A partir de las conclusiones de los ejercicios anteriores, se debe procurar que los estudiantes infieran cuáles pudieran ser otros métodos y direcciones de búsqueda y se propone como tarea independiente la escritura de diferentes algoritmos con dichas características. Estos ejercicios deben discutirse con el profesor en clases posteriores. La clase concluye con el desarrollo de un pequeño sistema experto, para lo cual el docente presenta una tabla en forma de filas y columnas que expresan aserciones sobre el dominio que se requiere programar y que deberá ensayarse con UCShell, el cual reúne todas las facilidades de un sistema profesional para el desarrollo de sistemas expertos, con la ventaja adicional de que acepta cualquier base de conocimiento de TeachShell, ya que utiliza el mismo mecanismo de inferencia. De esta manera el recurso de enseñanza se transforma en una herramienta de producción que permite la realización de proyectos de curso sin requerir el empleo de una herramienta diferente a la que le sirvió como medio de aprendizaje.

## **CLASE 2: MÉTODO DE BÚSQUEDA DIRIGIDO POR OBJETIVOS. ALGORITMOS INTERNOS.**

Forma de enseñanza: laboratorio.

Organización:

Se recomienda disponer de una computadora para cada estudiante. El profesor debe disponer de varias bases de conocimiento previamente compiladas. Se procede de forma similar a la de la primera clase, pero ahora se configura TeachShell para que

muestre a la vez el recorrido por la base de conocimiento y por sus algoritmos internos. Se plantean las siguientes tareas:

- Deducir la misión del método Find.Exec (figura 2, ventana superior derecha).
- Deducir la misión del método Atrib.Infer (figura 2, ventana inferior derecha).
- Proponer una forma interna para las bases de conocimiento compiladas, a partir de la lógica de los dos algoritmos anteriores.
- Proponer las clases de objetos que deben integrar la máquina de inferencia y describir sus métodos principales.

La clase concluye presentando el compilador de línea Compiler, y se explica su utilidad práctica. Se muestra principalmente la gramática de la versión sobre MS-DOS que resulta más fácil de comprender, para que los estudiantes puedan apreciar de manera independiente cómo se construye la forma interna. Análogamente se presenta la Unit Expert, que contiene la máquina de inferencia despojada de todas sus partes auxiliares. El objetivo en este caso es proporcionar a los estudiantes el sistema separado en sus dos elementos más importantes: el compilador (Compiler) y la máquina de inferencia (Expert) para que puedan ser modificados de acuerdo a diferentes ejercicios propuestos o a partir de supuestas necesidades.

### **CLASE 3: UNA MÁQUINA DE INFERENCIA.**

Forma de enseñanza: seminario.

Organización:

En este seminario los estudiantes presentan la forma interna que debe generar un compilador de bases de conocimiento para que sea ejecutada para una máquina de inferencia hipotética que desean construir, así como la organización que le darán a su jerarquía de clases, destacando los principales métodos en función de la inferencia.

### **CLASE 4: FORMA INTERNA DE LAS BASES DE CONOCIMIENTO DEL SISTEMA SESE.**

Forma de enseñanza: conferencia participativa.

Organización:

Auxiliado de algún medio gráfico, el docente explica la sintaxis real de las bases de conocimiento de SESE, mostrando la jerarquía de clases de objetos que forman el sistema. Se presentan y explican las clases más importantes para el compilador durante la generación de la forma interna y para la máquina de inferencia en la prueba de cada objetivo. Se argumenta el por qué de cada una de las clases presentadas. Los estudiantes emiten sugerencias que son analizadas. El docente se apoya en todas las ideas aportadas por los estudiantes en clases anteriores y se discuten las similitudes y diferencias

---

## Un Ambiente Integrado para la Enseñanza de Sistemas Expertos en Forma Participativa

principales entre este diseño y el presentado por los estudiantes en la clase anterior. Esta clase requiere que el docente se muestre flexible con todas las ideas presentadas por los estudiantes y no se restrinja a esquemas fijos.

Como un proyecto de curso o tarea independiente, se pide que se programen nuevas facilidades, por ejemplo:

1. Incluir nuevas cláusulas al lenguaje del sistema estudiado, lo que implicará hacer modificaciones al compilador y a la máquina de inferencia.
2. Combinar el mecanismo de inferencia dirigidos por objetivos con el dirigido por datos, etc.

## VALIDACIÓN DEL SISTEMA

Para validar la efectividad didáctica de SESE, se aplicaron dos encuestas entre los estudiantes de quinto año de la carrera Ciencia de la Computación en la UCLV, al finalizar los cursos 1994-1995 y 1995-1996.

Los datos obtenidos en ambos cursos fueron sometidos a diferentes pruebas con el paquete SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). La encuesta aplicada estuvo integrada por las siguientes preguntas:

1. Entre los métodos de enseñanza empleados en el curso de IA, considero que el más apropiado ha sido: \_\_conferencias, \_\_estudio de programas desarrollados por los estudiantes, \_\_reportes orales en seminarios, \_\_programas demostrativos simuladores de conceptos, \_\_todos combinados.
2. El sistema SESE me ha: \_\_resultado totalmente intrascendente para, \_\_dado alguna ayuda para, \_\_ayudado a, \_\_ayudado bastante a, \_\_ayudado mucho a comprender y profundizar conceptos claves de los sistemas expertos.
3. Seguir la traza de ejecución de TeachShell me ha: \_\_resultado totalmente intrascendente para comprender, \_\_dado alguna ayuda para comprender, \_\_ayudado a comprender un poco, \_\_permitido comprender bastante, \_\_permitido comprender totalmente los algoritmos de inferencia de los sistemas expertos.
4. Considero que poder apreciar los fuentes de UCShell una vez descrita su jerarquía de clases e ideas generales me ha: \_\_resultado totalmente intrascendente, \_\_servido bien poco, \_\_preparado un poco, \_\_preparado bastante, \_\_preparado lo suficiente para programar o modificar otras máquinas de inferencia.
5. Para tener una visión más integradora de la carrera, el hecho de que el sistema SESE se vincule con conceptos estudiados en otras asignaturas: \_\_no ha tenido repercusión alguna en, \_\_prácticamente no ha influido en, \_\_ha influido en algo en, \_\_ha resultado significativamente positivo para, \_\_ha resultado altamente positivo para mi formación profesional.
6. ¿Considera que la experiencia desarrollada se debe extender a otros conceptos de IA y a otros temas de otras asignaturas? \_\_no creo que tenga sentido; \_\_habría que estudiarlo; \_\_si, pero no a todos; \_\_sin lugar a dudas.

Se detectaron subgrupos de estudiantes que pudieran tener un comportamiento internamente homogéneo y entre subgrupos diferentes, respecto a las preguntas planteadas. Para hacer la agrupación, se utilizó una técnica de clustering jerárquico adaptada a variables cualitativas. Un estudio descriptivo de las frecuencias de las respuestas de cada grupo permitió observar que los estudiantes del cluster mayoritario tenían las mejores opiniones en cada una y en todas las preguntas. El grupo minoritario tenía las peores opiniones en cada una y en todas las preguntas y el grupo intermedio tenía precisamente opiniones intermedias y también concordantes. De todas formas, las opiniones del grupo intermedio tienden marcadamente a ser favorables y los calificativos mejor, intermedio y peor tienen un valor relativo, dentro de una apreciación generalmente buena.

## CONCLUSIONES

La enseñanza moderna requiere, cada vez más, la utilización de medios auxiliares que apoyen el proceso docente; en particular, el uso de la computadora en el aula es una posibilidad que no puede soslayarse.

Se han construido diversos sistemas con el objetivo de emplear la computadora como medio de enseñanza; no obstante, la mayoría de ellos han sido desarrollados para ser utilizados en los niveles de enseñanza primaria y media y no abundan en la educación superior.

SESE junto con otras herramientas que están siendo desarrolladas por el grupo de Informática Educativa de la Universidad Central de Las Villas pretende dar respuesta a algunas de estas carencias.

La opinión estudiantil brinda una buena valoración de la herramienta empleada; sin embargo, otros métodos de EAC usados en la carrera con anterioridad no la han logrado. En nuestra opinión el problema está dado por el hecho de que los estudiantes de esta especialidad pasan muchas horas delante de la computadora y no se sienten motivados por sistemas que solo les presenten información o les planteen ejercicios un tanto tradicionales.

SESE permite observar la ejecución real de sus mecanismos, modificar algunas de sus partes y observar su comportamiento. Sirve además como prototipo para elaborar nuevos sistemas y una variante del sistema didáctico puede emplearse en aplicaciones reales.

## REFERENCIAS

1. 20th Anniversary reports (1995). 20 contributions to society. *Byte* 20 (9) special issue.

---

## Un Ambiente Integrado para la Enseñanza de Sistemas Expertos en Forma Participativa

2. LEZCANO, J. et al. LISA, (1997). un ambiente para la enseñanza de la programación. *Memorias de la Primera Conferencia Internacional de Informática COINFO97* (Santiago de Cuba, Cuba; julio 1997).
3. REEVES, T. et al. (1991). Designing CAL to support learning: The case of multimedia in Higher Education. *Proceeding of Nordic Conference on Computer Aided Higher Education*. (Helsinki University of Technology, Finland; August 1991).
4. DUFFY T. (1991). Constructivism: New implications for instructional technology? *Educational Technology*.
5. PAPERT, S. (1990). Constructivism versus instructionism. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, (Boston, EUA; April 1990).
6. JONASSEN, D. (1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm?. *Educational Technology Research & Development* 39.
7. GLASER, R. (1994). Scientific reasoning across different domains. *Computer Based learning environments and problem solving*. Berlin. Springer-Verlag.
8. GOEL, A. (1995). *Teaching Introductory AI: A Design Stance*. AI Group, College of Computing, Georgia Institute of Technology. Atlanta, Georgia.
9. Vajosevic, R. (1994). Visual Interactive Simulation and Artificial Intelligence in design of flexible manufacturing systems. *Int. J. Prod. Res.* 32 (8).
10. IZADA, D. et al. (1994). ¿Qué es y cómo enseñar Ciencia de la Computación? En *Memorias V Congreso de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación, CompuMat'94* (Santa Clara, Cuba; julio 1994).
11. BOSE, R. (1994). Strategy for integrating object-oriented and logic programming. *Knowledge Based Systems*, 7 (2).
12. LEZCANO, M. (1998). Enseñando Inteligencia Artificial en forma participativa, retos y soluciones. *Sexto Congreso Internacional de Informática en la Educación Informática'98*. (La Habana, Cuba; febrero 1998).