T.
123

XEROX MICROFILM SERVICES ... INFORMATION

N.S.
20879

Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISION DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES,
MAESTRIA EN DESARROLLO Y PLANEACION
DE LA EDUCACION

EFECTOS DIFERENCIALES DEL NIVEL DE INTERACTIVIDAD DE DIVERSOS SISTEMAS TUTORIALES SOBRE EL APRENDIZAJE DE TEMAS DE MATEMATICAS Y COMPUTACION EN UAM-X.

T E S I S

QUE PARA OPTAR EL GRADO DE:

M A E S T R A S

P R E S E N T A N :

EDITH ARIZA GOMEZ

MARIA DE LOURDES FOURNIER Y GARCIA

MEXICO, D. F. 1995

Todos los acontecimientos, incluso aquellos que por su insignificancia parecen no atenerse a las grandes leyes de la naturaleza, no son sino una consecuencia tan necesaria como las revoluciones del sol.

Pierre Simon de Laplace

A mi esposo,

A mis hijos y

A mi familia,

por su cariño y apoyo.

E. A. G.

A mi padre, que siempre me ha apoyado e impulsado a seguir aun mis sueños más aventurados.

A mi esposo, por haberle dado el impulso final a este trabajo.

M. L. F.

AGRADECIMIENTOS

Un trabajo de este tipo siempre debe mucho al apoyo y asesoría de gran cantidad de personas, de entre las que deseamos destacar algunas, sin por eso olvidar a todos los demás.

En primer lugar, deseamos mencionar a nuestra directora de tesis, la Dra. Sandra Castañeda de la Facultad de Psicología de la UNAM, quien le dio sentido y coherencia a lo que nosotras habíamos acumulado a lo largo de más de cinco años de desarrollar y utilizar materiales educativos por computadora. Al Dr. Alberto Padilla, Coordinador de la Maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación de UAM-X, quien siempre estuvo dispuesto a escucharnos, a resolver dudas y a orientarnos en lo administrativo y en lo académico. Al Maestro Ricardo Yocelevsky R., quien revisó los aspectos metodológicos del trabajo. A la Historiadora Carmen Nava, quien nos orientó acerca de la bibliografía y de las citas, que empezaban a volverse un problema. Al M. en C. Julio Fournier G., quien revisó la versión final del trabajo, en busca de errores e inconsistencias. Al Dr. Enrique Ruiz Velasco, por su amistad y orientación continuas.

MAESTRIA EN DESARROLLO Y PLANEACION DE LA EDUCACION

TESIS

EFECTOS DIFERENCIALES DEL NIVEL DE INTERACTIVIDAD DE DIVERSOS SISTEMAS TUTORIALES SOBRE EL APRENDIZAJE DE TEMAS DE MATEMATICAS Y COMPUTACION EN UAM-X.

Edith Ariza Gómez Ma. de Lourdes Fournier García

INDICE

1. Antecedentes y justificación.

2. El proceso de enseñanza-aprendizaje.

   2.1 Principales teorías.
   - 2.1.1 Aprendizaje.
   - 2.1.2 Conductismo.
   - 2.1.3 Teorías cognitivas y tipos de conocimiento.
   - 2.1.4 Proceso de enseñanza-aprendizaje.

   2.2 Aspectos generales de los problemas de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas.

   2.3 Necesidades de capacitación en cómputo para estudiantes de Ciencias Sociales.

3. Tecnología y educación.

   3.1 Panorama histórico del empleo de tecnología en la educación.
   - 3.1.1 Características generales de los medios masivos de comunicación.
   - 3.1.2 Medios y educación en México.

   3.2 Aplicaciones de las computadoras en educación.
   - 3.2.1 Instrucción manejada por computadora (CMI).
   - 3.2.2 Instrucción ayudada por computadora (CAI).
   - 3.2.3 Instrucción Inteligente ayudada por computadora (ICAI).
   - 3.2.4 Multimedia.
   - 3.2.5 Robótica.
   - 3.2.6 Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos.
   - 3.2.7 Realidad Virtual.
   - 3.2.8 Algunas posibilidades para el futuro.

4. Los Sistemas Tutoriales.UAM-X

4.1 Conceptos relacionados con los Sistemas Tutoriales.
4.1.1 Interactividad.
4.1.2 Conocimiento declarativo y conocimiento procedimental.
4.2 Modalidades de uso de los Sistemas Tutoriales.
4.2.1 Como complemento a la enseñanza proporcionada en el aula.
4.2.2 Como elemento de enseñanza masiva.
4.2.3 Como elemento de autoaprendizaje.
4.2.4 Como elemento de integración del conocimiento que por necesidades curriculares se imparte fragmentado en materias.
4.3 Sistemas Tutoriales UAM-X.
4.4 Sistemas Tutoriales Interactivos.
4.4.1 El *shell* o esqueleto del Tutor.
4.4.2 Estructura de la base de conocimiento.
4.4.3 El proceso de evaluación.
4.5 Base de conocimiento.
4.5.1 Tutores No Interactivos.
4.5.2 Tutores Interactivos.
4.6 Indice de los Sistemas Tutoriales ya desarrollados y probados.
4.6.1 Tutoriales No Interactivos sobre computación.
4.6.2 Tutoriales No Interactivos sobre Estadística.
4.6.3 Tutoriales Interactivos sobre Estadística.
4.6.4 Tutoriales No Interactivos de apoyo a la investigación.
4.6.5 Tutoriales No Interactivos sobre apoyos para el aprendizaje y hábitos de estudio.
4.6.6 Tutoriales de Matemáticas para la Maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación.
4.6.7 Tutoriales No Interactivos sobre áreas y lenguajes de Inteligencia Artificial.
4.6.8 Tutoriales Interactivos sobre áreas y lenguajes de Inteligencia Artificial.
4.6.9 Tutoriales sobre el uso y creación de Sistemas Tutoriales.

5. Metodología.

6. Resultados del trabajo experimental.

6.1 Perfil y características vocacionales de los participantes.
6.2 Resultados relacionados con las evaluaciones y el desempeño.
6.3 Resultados de las evaluaciones por tipo de conocimiento.
6.4 Desempeño por modalidad de los Sistemas Tutoriales.

7. Conclusiones y recomendaciones.

7.1 Conclusiones.
7.2 Recomendaciones.

Bibliografía.

APENDICES

A1. Examen previo de Inteligencia Artificial.
A2. Examen posterior de Inteligencia Artificial, Sistema Tutorial no Interactivo.
A3. Examen posterior de Inteligencia Artificial, Sistema Tutorial Interactivo.
A4. Examen previo de Sistema Operativo.
A5. Examen posterior de Sistema Operativo, Sistema Tutorial no Interactivo.
A6. Examen posterior de Sistema Operativo, Sistema Tutorial Interactivo.
A7. Examen previo de Análisis Combinatorio.
A8. Examen posterior de Análisis Combinatorio, Sistema Tutorial no Interactivo.
A9. Examen posterior de Análisis Combinatorio, Sistema Tutorial Interactivo.
A10. Programa y base de datos SPSS.
A11. Documento del colectivo de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales, UAM-X.

I) OBJETIVO GENERAL

Probar el efecto de diferentes niveles de interactividad de Sistemas Tutoriales computarizados sobre el aprendizaje de temas de Matemáticas y Computación en estudiantes de Tronco Divisional de Ciencias Sociales y Humanidades de UAM-X.

II) OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los efectos de los diferentes niveles de interactividad dependiendo del tipo de conocimiento que se presenta al estudiante.

- Identificar los efectos de los diferentes niveles de interactividad en relación con el perfil del estudiante-usuario.

SECCION 1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

Una de las razones que motivó el inicio de esta investigación fue y sigue siendo el deseo de contribuir a resolver la problemática que trimestre tras trimestre enfrentan los docentes de Matemáticas de la División de Ciencias Sociales y Humanidades de UAM-X, cuando se les presenta el reto de la enseñanza de ciertos temas a grupos de alumnos que carecen de las bases necesarias para poder avanzar en la adquisición de conocimientos.

Por otra parte, dada la situación de modernización del país y dada la necesidad de saber hacer uso de nuevos medios tecnológicos como la computadora, el empleo de Sistemas Tutoriales se presenta como una alternativa de solución a los problemas de capacitación masiva.

Las microcomputadoras, como parte de la tecnología, y pese a su aparición relativamente reciente, están demostrando sus excelente posibilidades de aplicación en el terreno educativo.

La aplicación de computadoras de todo tipo y capacidad en programas educativos es una realidad y, no cabe duda, su uso habrá de generalizarse todavía más. Las aparición de las microcomputadoras, con la posibilidad de emplearlas en casi cualquier lugar y situación, hizo más atractivas las posibilidades de aplicación educativa, debido a su bajo costo y gran flexibilidad. Los avances tecnológicos en circuitos electrónicos de muy alta integración han venido reduciendo cada vez más el tamaño de los equipos digitales de cómputo, permitiendo almacenar enormes volúmenes de información en una sola pastilla de memoria y procesarla a velocidades antes inconcebibles.

Las posibilidades teóricas de aplicación de las computadoras en el sistema educativo son amplísimas. El uso de las computadoras en la educación parece desafiar a los educadores y poner el límite de su utilidad en la imaginación de los docentes y alumnos que se beneficien con ellas.

Los avances en los dispositivos periféricos de entrada-salida permitirán que la llamada comunicación hombre-máquina pueda darse oralmente, lo cual hará sin duda más agradable y flexible el uso de las computadoras y liberará las manos del usuario.

Los primeros esfuerzos sistemáticos para desarrollar programas de instrucción auxiliada por computadora datan de fines de la década de los cincuenta y actualmente se encuentran en diferentes áreas grandes desarrollos. Originalmente los tutoriales tuvieron como finalidad reducir el tiempo de aprendizaje y el número de docentes. [30, p. 19]

El uso de los Sistemas Tutoriales objeto de esta tesis surge con la finalidad de auxiliar a docentes y alumnos, en la revisión de aquellos conocimientos previos requeridos para un curso y en la reafirmación de los materiales recién enseñados pero aún no aprendidos. Como bien sabemos quienes nos dedicamos a la enseñanza, durante las sesiones normales en el aula muchas veces no es posible dedicar tiempo a cubrir las fallas individuales, en especial en el caso de aquellos estudiantes con menor capacidad para plantear dudas (que son probablemente quienes tengan lagunas más graves, resultado del aprendizaje anterior), y es aquí donde el uso de los Sistemas Tutoriales permite al alumno trabajar a su propia velocidad y cubrir los conocimientos faltantes o que no se han revisado con la profundidad necesaria para su plena comprensión y aplicación.

Hasta el momento se ha desarrollado una colección de Sistemas Tutoriales, según se detalla en la Sección 4, que se utilizan como apoyo en la docencia de Matemáticas y Computación en UAM-X. Estos materiales se presentan en dos modalidades, No Interactivos e Interactivos, cuya selección creemos debe estar relacionada con el tipo de conocimiento que contienen, a fin de propiciar un mejor aprendizaje. A fin de analizar estos aspectos, realizamos un trabajo experimental (Sección 5), en el contexto de la psicología cognitiva (Sección 2), cuyas variables de control fueron tipo de conocimiento y nivel de interactividad, sin olvidar las variables contextuales del perfil de cada participante, según se puede ver en la Sección 6.

Para enmarcar la propuesta de empleo de este tipo de material educativo (Sección 7), se hizo una revisión sobre los antecedentes de uso de diversas tecnologías y medios de comunicación en la educación, que concluye con lo relativo a su empleo en nuestro país durante los últimos años (Sección 3).

SECCION 2. EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Esta sección se inicia con una somera revisión sobre las principales teorías relacionadas con el aprendizaje, para continuar con el análisis de los principales problemas de la enseñanza aprendizaje de las Matemáticas, en especial en el caso de los estudiantes de Ciencias Sociales y Humanidades de UAM-X, para concluir con una descripción de las necesidades de capacitación en cómputo de este mismo tipo de alumno.

Esta revisión sobre las diferentes teorías del aprendizaje viene al caso debido a que históricamente los primeros sistemas tutoriales se basaron en la teoría conductista y han ido evolucionando hasta el momento actual en que, gracias a los nuevos desarrollos en psicología (en especial el enfoque cognoscitivista), ingeniería del conocimiento e inteligencia artificial, se ha llegado a la posibilidad de producción de materiales educativos por computadora cada vez más adecuados a las características y necesidades del estudiante.

2.1 PRINCIPALES TEORIAS

Es importante anotar que el empleo de la computadora como instrumento educativo, además de abrir un amplio campo de investigación aplicada, ha llevado a la revisión de conceptos relacionados con las diferentes teorías del aprendizaje, como presentaremos más adelante. También ha llevado a la exploración de campos como la robótica, las presentaciones multimedia y a lo que más nos interesa que es el desarrollo en el campo de la Inteligencia Artificial y en especial lo referente a Sistemas Tutoriales [31, pp. 23-33].

2.1.1 APRENDIZAJE

Existen muchas definiciones de *aprendizaje*, sin embargo, casi todas coinciden en considerarlo como el proceso a través del cual se efectúan cambios en el sistema nervioso del individuo, que se reflejan en un cambio permanente en la conducta [3, p. 89]. Para algunos teóricos el aprendizaje es una relación entre un estímulo y una respuesta; para otros es un cambio perceptual de una situación expectativa y para los cognoscitivistas lo importante es que son los aprendices quienes construyen el conocimiento.

Para empezar, nos centraremos en el enfoque de la *teoría del condicionamiento estímulo respuesta* (E-R) cuyos exponentes contemporáneos son Skinner y Spencer [24, pp. 25-72].

Para Skinner "la enseñanza es la disposición de contingencias de reforzamiento que permitan acelerar el aprendizaje" [24, p. 17]. Considera que el control más eficiente del aprendizaje humano requiere de una ayuda instrumental.

Aquí, la *instrucción programada* es un sistema de enseñanza y aprendizaje dentro del cual los temas de estudio preestablecidos se subdividen en etapas pequeñas y discretas, organizadas cuidadosamente en una secuencia lógica, la cual permite que los estudiantes aprendan con facilidad. El *reforzamiento* consiste en que se dé al alumno la respuesta correcta inmediatamente después de que haya registrado la suya propia, o que se le permita pasar a la siguiente etapa sólo después de que haya emitido la respuesta correcta.

Skinner observa ciertas deficiencias en el sistema educativo:

a) La conducta se ve dominada por la *estimulación aversiva* (escape),

b) transcurre un largo periodo entre la conducta y el reforzamiento,

c) se carece de un programa hábil de reforzamiento que avance a través de una serie de aproximaciones progresivas hacia la conducta final, y

d) existe baja o nula frecuencia del reforzamiento de la conducta adecuada.

En la enseñanza escolar se presentan algunos problemas cuando no se sabe cómo fijar en la mente del niño determinado conocimiento, cuando no se sabe cuáles son las contingencias del reforzamiento adecuadas y la falta de un programa hábilmente ideado para llevar al alumno en forma progresiva hacia el conocimiento.

Por otra parte, se puede afirmar que el aprendizaje es un fenómeno muy complejo, con resultados observables que van desde reacciones muy simples hasta el manejo de conceptos abstractos o la solución de complicados problemas científicos [3, p. 89].

2.1.2 CONDUCTISMO

Diversas teorías del aprendizaje se han aplicado durante diferentes épocas a las distintas clases de adquisición de habilidades. Desde 1913 hasta la década de los 70, la psicología educativa estuvo dominada por el *conductismo*, que enfatiza la concentración del esfuerzo educativo en los fenómenos observables, es decir en la conducta resultante del proceso de enseñanza. John Watson, quien introdujo este concepto, planteó el aprendizaje como una relación entre estímulo y respuesta. [3, p. 90]

Más adelante, Thorndike desarrolló la ley del efecto, subrayando la importancia de premios o refuerzos en el aprendizaje. En la década de 1930, Skinner presentó el concepto de condicionamiento operativo, considerando como

elementos críticos del aprendizaje sólo *respuesta* y *refuerzo*, si tomar en cuenta estímulos, lo que llegó a dominar en el campo de la psicología educativa, sobre todo en los Estados Unidos de Norteamérica. [3, p. 90]

Con el tiempo, se volvió a considerar el estudio de otros aspectos relacionados con el aprendizaje, como son el pensamiento, la percepción y los procesos mentales en general. Esto, junto con el uso cada vez más amplio de las computadoras para el manejo de diversos modelos, llevó al desarrollo inicial de estudios sobre los procesos mentales humanos en relación con el aprendizaje.

En la actualidad, se considera que existen ciertas condiciones necesarias para que ocurra el aprendizaje, entre las que se encuentran la *contigüidad* (estimulo-respuesta-refuerzo), el *refuerzo* y la *práctica* o repetición.

Por otra parte, como ya se anotó antes, Skinner plantea un modelo de aprendizaje muy sencillo, respuesta-refuerzo, así como la descomposición de la tarea en pequeños objetivos, jerarquizados para facilitar la construcción gradual del aprendizaje de cosas más complejas. Estas técnicas, consistentes en guiar gradualmente al estudiante a través de una secuencia en la cual sus respuestas o conductas sucesivas lo llevan al objetivo conductual previamente fijado, más tarde resultarán aplicables en forma directa en algunas de las formas de instrucción ayudada por computadora (CAI) [3, p. 91 y 24, p. 146].

En el caso de los Sistemas Tutoriales, las técnicas de Skinner para desarrollar secuencias de aprendizaje programado o módulos de tutoriales CAI, se traducen a:

" 1. Obtener una especificación objetiva, clara y detallada de lo que significa conocer el tema que se pretende enseñar.

2. Escribir una serie de marcos de información, preguntas y respuestas que enfrenten a los estudiantes a los materiales en pasos graduales de dificultad creciente y que con frecuencia vuelvan a probar los mismos hechos, desde diferentes puntos de vista.

3. Requerir que el educando esté activo, es decir que cada marco requiera una respuesta.

4. Proporcionar retroalimentación inmediata a cada respuesta.

5. Tratar de ordenar el material y las preguntas de forma tal que sea probable que ocurra la respuesta correcta y se la refuerce (lo que equivale a evitar errores, de manera que el aprendizaje no vaya acompañado por el castigo de las fallas).

6. Permitir a los estudiantes avanzar a su propia velocidad.

7. Proporcionar amplio refuerzo de retroalimentación (felicitaciones, puntos favorables) para el trabajo diligente y efectivo." [3, p. 91].

2.1.3 TEORIAS COGNITIVAS

En un esfuerzo por conocer los procesos cognitivos se han conjuntado trabajos de psicología experimental, lingüística y ciencias de la computación, a fin de plantear cuáles son los principios del *comportamiento cognitivo* inteligente, ya sea real o abstracto [3, pp. 96-101, *apud* Norman].

Se considera que en 1956 surge la *Psicología Cognitiva*, con la publicación del trabajo de George Miller sobre la memoria a corto plazo y la presentación en un informe del "Teórico lógico", primer programa de computadora que resolvía problemas imitando a los humanos a través de un proceso de búsqueda heurística [3, pp. 96-101, *apud* Simon].

Los estudios en las ciencias del conocimiento abarcan áreas como el aprendizaje, la percepción visual, la comprensión del lenguaje natural, el pensamiento, la memoria, la conciencia y tipos de procesos y comportamientos complejos, de alto nivel y relacionados con los anteriores.

De acuerdo con sus objetivos, los estudios en este campo se pueden diferenciar en psicológicos (cuando se pretender obtener un modelo del proceso que sigue un individuo al efectuar una tarea) o de inteligencia artificial (cuando lo que se busca es desarrollar un programa que efectúe alguna tarea compleja, sin importar la forma en que una persona la haría) [3, pp. 96-101, *apud* Bower y Hildegard].

Las teorías cognitivas se basan en *modelos de procesamiento de información*, lo que importa es saber cómo adquieren conocimientos las personas y cómo los utilizan en la toma de decisiones y en la realización de acciones efectivas. Para lograr estos fines, se considera la computadora como un modelo del cerebro.

Algunos puntos clave de las teorías cognitivas son:

- Los efectos de los estímulos en el receptor.

- El almacenamiento de información en la memoria a corto plazo.

- El almacenamiento de información en la memoria a largo plazo.

- Los procesos relacionados con codificar y decodificar la información.

- La recuperación de la información almacenada, su posible combinación con otros datos y su efecto final en el comportamiento del organismo.

Las características de la *memoria a corto plazo* son:

- Sólo se conservan las características prominentes del estimulo original.

- Durante un tiempo limitado (de 20 a 30 segundos) puede conservar de 4 a 7 elementos, después de lo cual se pueden retener en la misma memoria a corto plazo debido a repeticiones, se transfiere a la memoria a largo plazo o se pierde.

La *memoria a largo plazo* contiene información que originalmente estuvo en la memoria a corto plazo, pero que ha pasado por un proceso de *codificación semántica*. Este proceso cambia la información de palabras y estímulos a proposiciones que tienen significado y contienen códigos para su recuperación en un momento posterior.

Es evidente que una vez que los datos llegan a la memoria a largo plazo es necesario efectuar *búsquedas* para recuperar esos datos, cuando se requieran.

Un concepto importante en las teorías cognitivas es el proceso de *control ejecutivo*, que se ocupa de las estrategias cognitivas importantes para aprender y recordar en lo relativo a actividades tan importantes como el control de la atención, la codificación de la información que se recibe y la recuperación de los datos almacenados.

Entre los tipos de procesamiento que ocurren durante un sólo acto de aprendizaje, se podría incluir la *atención* (selección de estímulos), la *percepción selectiva* (codificación de elementos seleccionados para almacenarlos en la memoria a corto plazo), el *repaso* (mantenimiento de los datos en la memoria a corto plazo), la *codificación semántica* (preparación de la información para guardarla en la memoria a largo plazo), la *recuperación* (búsqueda y colocación de la información en la memoria a corto plazo), la organización de la respuesta, la *retroalimentación* (evento externo que echa a andar el proceso de reforzamiento) y el proceso ejecutivo de control (selección y activación de estrategias cognitivas [3,

p. 98, *apud* Gagné y Briggs, Bower y Hildegard]. Todos estos factores se han considerado durante la elaboración de cada uno de los tipos de Sistemas Tutoriales UAM-X.

Los modelos cognitivos surgen debido a la insatisfacción con las limitaciones de la teoría conductista, que desde este nuevo punto de vista resulta incompleta.

Todos los Sistemas Tutoriales UAM-X, pero en especial los de nivel interactivo, objeto de este trabajo han sido diseñado dentro del marco del enfoque cognoscitivista, ya que siempre se trabaja con un modelo del conocimiento que se pretende impartir y de la forma en que este se adquiere, con base en la experiencia del docente-experto que elabora la base de conocimiento y efectúa la descomposición de este mismo en secuencias remediales, que son un tipo específico de *red semántica*.

2.1.4 PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

El proceso de enseñar, que nunca se debe considerar separado del proceso de aprender, no consiste tan solo en vaciar el contenido de conocimientos de una mente (la de quien enseña) a otra (la de quien aprende). Si las cosas fueran así de sencillas, el mejor instructor sería aquel que supiera más, es decir aquel que dispusiera de un mayor caudal de conocimientos que compartir o repartir, y todos sabemos que en la realidad esto rara vez sucede [41, p. 5].

Los *aspectos* que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje son: determinación del currículum o programa educativo (basado en la detección de necesidades); las sesiones en el aula, taller o laboratorio, durante las cuales es fundamental la actuación del instructor, pero también la de los educandos; el trabajo extraclase (trabajo de biblioteca, campo o laboratorio, ya sea en forma individual o grupal); los medios de apoyo y los materiales educativos; todo lo relacionado con la evaluación, que según se verá más adelante no se refiere solo a la parte final del proceso [41, p. 5].

Una vez detectadas las necesidades educativas, se procede a preparar el *programa educativo*. Para esto, Cordera y Bobenreith sugieren que las "... actividades de enseñanza deberán estar justificadas en términos de significancia importancia y viabilidad. Los conceptos significativos deberán estar en términos de los valores de maestros y estudiantes, y por lo tanto relacionados con la importancia de la esperanza del cambio. La importancia se relaciona en parte con el número de personas que se verán afectadas por el comportamiento aprendido. La viabilidad se refiere a la aceptabilidad social del cambio deseado. Por lo general, cuando una actividad de enseñanza es significativa, importante y viable ya está explicada, es decir un gran

número de circunstancias que de cualquier otra manera permanecen ocultas e interfieren con el proceso educacional salen a la luz" [4, pp. 85-86].

En cuanto a las *sesiones en el aula*, es necesario señalar que para lograr un óptimo proceso de enseñanza-aprendizaje, entre otras cosas, el instructor no solo debe conocer la materia o temas que pretende enseñar, sino conocer cuáles son las dificultades más comunes para quien está tratando de aprender. Al identificar las principales dificultades de aprendizaje, el educador preocupado por mejorar el desempeño de sus alumnos llega a diseñar estrategias que ayudan a vencer estos obstáculos [41, p. 6].

Además, en el aula, laboratorio o taller es fundamental contar con todos los *elementos de apoyo* necesarios, ya que de esto depende lograr sesiones fluidas y productivas, durante las cuales los participantes mantengan el interés y motivación. Los *materiales educativos* han de ser acordes al nivel, intereses y objetivos de los participantes y habrán de revisarse y actualizarse con frecuencia, a fin de conservarlos vigentes y hacerlos cada vez mejores, de mayor calidad. Es recomendable que los materiales educativos proporcionen al estudiante la posibilidad de aprender en forma participativa, activa, motivante y flexible [5, *passim*]. Para el trabajo extraclase, es necesario que también se propicien condiciones estimulantes y se cuente con los elementos adecuados, a fin de que se alcancen las metas y objetivos fijados en el programa educativo y que se logre el impacto educativo deseado.

2.2 ASPECTOS GENERALES DE PROBLEMAS DE LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE LAS MATEMATICAS

Sin temor a equivocarse, se puede afirmar que la *enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas* en cualquier nivel escolar presenta serias dificultades, ya que la adquisición de los conceptos matemáticos, así como la capacidad para aplicarlos no se logran sino al término de una psicogénesis sumamente larga [10, pp. 1-9]. Por otra parte, es común que los programas educacionales de matemáticas sean prolijas listas de *temas* que el maestro debe desarrollar, y de *detalles* más o menos complejos que el estudiante debe ser capaz de repetir sin error al concluir cada nivel, así como de *operaciones* y *secuencias* de éstas que el estudiante debe ser capaz de realizar mecánicamente, sin haberlas comprendido.

Desde la escuela primaria la mayoría de los estudiantes adquieren actitudes de temor y rechazo hacia las matemáticas, actitudes que se van acentuando en cursos posteriores, conforme el *nivel de abstracción* de los temas aumenta y también a causa del arrastre de conceptos no entendidos o asimilados, a las pocas oportunidades que se les brindan de participar activamente en el aprendizaje y a la escasa

relación de lo que se enseña en el aula y la verdadera realidad del estudiante, todo lo cual lleva a que el proceso de enseñanza aprendizaje se logre en forma muy pobre, sin que el aprendizaje sea *significativo*.

Al finalizar el ciclo medio superior, son pocos los estudiantes que se inclinan hacia carreras en las cuales el aprendizaje de las matemáticas sea preponderante, mientras que el conjunto de estudiantes que las consideran desagradables, difíciles y poco relacionadas con la realidad es muy numeroso.

Como es natural, estas actitudes influyen de manera determinante en la elección de carrera, como se puede observar en el área de Ciencias Sociales, en la cual se concentra un alto porcentaje del segundo tipo mencionado en el párrafo anterior.

Por otra parte, la enseñanza-aprendizaje de la matemáticas dentro de las carreras de Ciencias Sociales debe tomar en cuenta el serio obstáculo que representan las diversas *actitudes* de los estudiantes ante esta disciplina, así como las deficiencias en su formación, todo lo cual se combina para impedir lograr los conocimientos, análisis y síntesis requeridos para la vinculación de los cursos con la realidad y con las aplicaciones prácticas y significativas.

Además, es común que el docente de matemáticas se concrete a efectuar exposiciones de temas, demostraciones y secuencias de operaciones, tal vez siguiendo fielmente la forma en que se le enseñó, mientras su grupo de estudiantes trata, en el mejor de los casos, de darle algún sentido a su presencia pasiva en el aula. Todo esto se complica aún más cuando alguno de los estudiantes, debido a deficiencias en su formación anterior, carece de las *bases* que le permitan comprender aquello que el docente parece realizar con tanta facilidad en el pizarrón durante la exposición en el aula.

Es por esto que el empleo de materiales educativos que refuercen el trabajo en el aula y las posibilidades de ejercitación y de aplicación de los contenidos de los cursos de matemáticas en carreras de Ciencias Sociales resulta de gran importancia, ya que de estos apoyos quizá dependa el logro de los objetivos de enseñanza-aprendizaje. En especial, el empleo de Sistemas Tutoriales da al estudiante la posibilidad de repasar por su propia cuenta y a su propia velocidad los nuevos conocimientos que se le presentan durante el curso, de resolver sus problemas en cuanto a conocimientos previos que ya debiera poseer y cuya carencia le impide avanzar con sus compañeros, y de aprender temas más avanzados cuando ha logrado rebasar al resto del grupo.

2.3 NECESIDADES DE CAPACITACION EN COMPUTO PARA ESTUDIANTES DE CIENCIAS SOCIALES

Entre las habilidades que hoy en día debe poseer un profesionista se encuentran las relacionadas con el *empleo de computadora como herramienta diaria de trabajo*. El manejar con relativa fluidez paquetes de proceso de palabras, de hoja de cálculo y de base de datos resulta indispensable en la vida profesional, pero esto no es todo ya que en muchos casos se requiere además el manejo de paquetería especializada, entre la que se podrían mencionar la relacionada con aspectos administrativos y contables, con diseño gráfico, con autoedición de textos, con presentaciones por computadora, con estadística, con multimedia y mucho más.

El caso de los estudiantes de Ciencias Sociales no es una excepción. En las bolsas universitarias de trabajo no es raro encontrarse con la oferta de empleo para sociólogos que tengan experiencia en el manejo de paquetes estadísticos o para egresados de las diversas carreras de comunicación capacitados para realizar presentaciones o edición por computadora.

Hace unos diez años, para el docente de Matemáticas resultaba difícil motivar a los estudiantes de Ciencias Sociales para introducir el empleo de la computadora en los diversos cursos y talleres de Estadística; era casi imposible convencerlos de que la obtención de resultados estadísticos resultaba más rápida, fácil y exacta al utilizar un paquete especializado como podría ser el SPSS. En lo que se refiere al uso de la computadora para el proceso de textos o la realización de cálculos, la situación era similar y expresaban con franqueza su preferencia por el lápiz y el papel.

Pero en la actualidad las cosas han cambiado, como se refleja en los resultados de la encuesta aplicada durante el trimestre de Invierno de 1993 al 88% de los estudiantes de Tronco Divisional de Ciencias Sociales de la Unidad Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana [40, *passim*]. El 93% de los encuestados contestaron afirmativamente a la pregunta "¿Crees conveniente que la UAM te proporcione preparación en cómputo?", indicando en su mayoría que la razón es que se trata de "una herramienta indispensable". Quienes respondieron negativamente anotaron como razón "... nunca hay cupo en las clases, las sesiones son pasivas", situaciones ambas que sería importante resolver. El 99.5% consideran que la computación es indispensable o muy importante en el desempeño profesional, porque "... ahora todo se maneja por computadora, ... su uso ahorra tiempo y la modernidad lo exige".

SECCION 3. TECNOLOGIA Y EDUCACION

A fin de ubicar los Sistemas Tutoriales objeto de esta tesis, en esta sección se presenta un panorama histórico sobre el uso de diversas tecnologías y medios de comunicación en los procesos de enseñanza, para concluir con una descripción de los usos que se han dado y se dan a la computadora en estos mismos procesos.

3.1 PANORAMA HISTORICO DEL EMPLEO DE TECNOLOGIA EN LA EDUCACION

Los sistemas educativos se encuentran actualmente en una etapa de transición debido a la demanda de educación por parte de grupos cada vez más numerosos de la población, a la escasez de profesores preparados o dispuestos a trabajar en ciertas zonas, y al mayor cúmulo de conocimientos que se ha de transmitir al educando.

Por otra parte, los avances en física, electrónica, química, etcétera, han llevado en el transcurso de este siglo al desarrollo de una serie de tecnologías [8 y 9, *passim*] que es posible aplicar a la educación para alcanzar mayor número de estudiantes de manera simultánea, por una parte, y por otra para individualizar la enseñanza. Además, ha sido necesario tomar en cuenta no sólo la *educación formal* o escolarizada, sino la *educación informal*, que se recibe a través de los diversos medios de comunicación masiva y que resulta muy importante para gran parte de la población, en particular para aquella cuya exposición a la educación formal ha sido breve o inexistente [25, pp. 139-145].

El uso de estas tecnologías en educación empezó a desarrollarse a mediados de la década de los cincuentas y en algunos aspectos no ha pasado de la fase experimental. Las tecnologías más utilizadas corresponden a los medios masivos de comunicación (radio, televisión y desde hace poco el video) y las desarrolladas en el campo de la computación, sobre todo aprovechando la capacidad de almacenamiento, manejo y presentación de grandes volúmenes de información.

Estos medios permiten crear situaciones propicias para el aprendizaje en el salón de clase o en el taller de cómputo. También resulta posible presentar la información educativa a grupos de muy diversos tamaños, según el agente que se emplee. Por ejemplo, un tutorial se puede utilizar en forma individual o proyectarse a una audiencia más amplia, como podría ser un grupo de docentes, para comentarlo y decidir formas de uso o modificaciones.

Se puede afirmar que estos medios rara vez se utilizan de manera aislada, ya que lo más recomendable es que sean un complemento al trabajo del profesor o que se utilicen bajo la

guía de un tutor humano que oriente al educando en caso de dudas o en la selección de recorridos de aprendizaje.

Cuando la educación por estos medios se proporciona en forma masiva, es muy importante tomar en cuenta a cada alumno como individuo: lo que aprende (evaluación y retroalimentación), los medios a través de los cuales aprende (adecuación y complementación de medios y materiales educativos) y la velocidad a la que aprende (posibilidades de retroceso, repetición y consulta; interactividad). La enseñanza auxiliada por computadora y el software educativo actual (por ejemplo, hipertexto, multimedia y sistemas expertos) responden a estas necesidades de individualización.

Para el uso de estos medios y tecnologías educativos, el educador debe tener en cuenta que cada uno tiene limitaciones y capacidades propios. A veces es necesario descubrir cuál es la forma más adecuada para explotar al máximo estas posibilidades.

A continuación se revisan algunas de las características generales y específicas de los diversos medios y su aplicación en nuestro país durante el pasado.

3.1.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS MEDIOS MASIVOS DE COMUNICACION

Sarramona define como *medio de comunicación* "... todo instrumento y/o soporte que vehicula información susceptible de ser codificada analógica y/o arbitrariamente. Los medios de masas establecen relaciones entre el sistema emisor y el sistema(s) receptor(es), relaciones que pueden ser unidireccionales, bidireccionales e incluso interactivas". Para este mismo autor los medios de comunicación de masas, entre los que engloba la informática y la telemática, "... deben ser medios en los que, como mínimo, el sistema receptor sea un sistema humano. En ellos la participación del sujeto receptor es limitada, generalmente consiste en responder a las interrogaciones que el sistema emisor plantee o en captar los mensajes informativos que se le ofrecen". Como "... lo más característico de estos medios de comunicación es facilitar los mensajes a un amplio sector de la población, su vocación es la masificación del mensaje". De entre los medios masivos de comunicación, las redes informáticas y telemáticas "... escapan a la concepción ya clásica ... precisamente por el grado de interacción y selección de la información que permiten... y podrían catalogarse como *self-media*" [22, p. 137].

TEXTO IMPRESO

Siguiendo con Sarramona, este autor considera que el *texto impreso* fue el primer gran medio de comunicación, que al permitir la creación de sistemas de información llevó a la

acumulación del conocimiento. "Desde la perspectiva educativa, la naturaleza eminentemente individualizadora del aprendizaje caracteriza en gran manera al medio impreso. En efecto, la lectura de textos se adapta a las circunstancias espacio-temporales de cada sujeto, así como a sus aptitudes concretas para procesar la información; es posible la repetición, aceleración y selección del mensaje en función de los intereses del lector." [22, p. 145]. "Un texto escrito -y en el caso de la educación escolar podríamos hablar de un libro de texto- puede ser mostrado como autosuficiente, unidireccional en la trasmisión del mensaje, o, por el contrario, mostrarse abierto, de modo que obligue al sujeto a elaborar personalmente la información, para lo cual se puede empezar, por ejemplo, diversificando las fuentes informativas." [22, p. 146]. Para este mismo autor, las posibilidades comunicativas de este medio permiten alcanzar una amplia gama de objetivos educativos, en especial los referentes a lo intelectual en el dominio del pensamiento abstracto; también es posible combinar la letra impresa con otros medios, a fin de obtener mensajes más efectivos, como en el caso de los desarrollos multimedia.

RADIO EDUCATIVA

La *radio educativa* [8, pp. 5-6] es un medio que ha perdido terreno frente a los otros medios de comunicación masiva. En la actualidad su bajísimo costo hace que se utilice sobre todo en países en vías de desarrollo. El empleo de transmisiones de radio acompañadas por el uso de libros de texto ha tenido éxito en campañas de alfabetización y en la enseñanza de idiomas.

En nuestro país, a pesar de que la radio inició *transmisiones comerciales* a mediados de la década de 1920, la primera mención a la radio en relación con la educación la encontramos en la Memoria de la Escuela Nacional de Maestros correspondiente a 1938-1939: "Además de las actividades académicas tradicionales, la ENM inició otras de extensión o difusión cultural: radio, un periódico y cursos diversos dedicados a la mujer..." [16, p. 159].

PELICULAS Y VIDEOS EDUCATIVOS

Las *películas* y las grabaciones de *vídeo* son uno de los medios [8, pp. 4-5] más utilizados por sus costos relativamente bajos (en especial el video), ya que los requerimientos técnicos para su elaboración y empleo son relativamente accesibles y se pueden utilizar un número ilimitado de veces. Combinadas con la transmisión a través de cadenas de televisión se logra cubrir a una población de educandos prácticamente ilimitada.

Entre sus características como medio educativo, permiten aumentar la motivación al enfrentar al alumno con situaciones "reales" que no serían accesibles de otro modo; si se utilizan animaciones, cámara lenta, acelerada, acercamientos a lo microscópico y si se combinan con gráficas por computadora, es posible lograr simulaciones y analizar fenómenos físicos y biológicos que de otra forma sería muy difícil presentar a grupos numerosos de estudiantes.

El uso exclusivo de películas o videos lleva a una *enseñanza pasiva*, ya que no existe respuesta a las dudas o inquietudes del estudiante y no hay posibilidad de ajuste en tiempo real ante las reacciones del educando.

El uso de *diapositivas, filminas y acetatos*, aunque resultan un medio muy modesto en comparación con las películas y el video, comparten algunas de sus ventajas y además permiten que se realicen cambios y adiciones de acuerdo con las necesidades específicas de los grupos; es posible efectuar retrocesos y suspensiones momentáneas para que el docente efectúe explicaciones o para que el grupo discuta y analice el material que se le está presentando.

TELEVISION EDUCATIVA

En la década de 1950 en Estados Unidos de Norteamérica la *televisión* [8, p. 5] empezó a utilizarse en la educación, con grandes expectativas. Su principal característica es que permite la realización de proyectos de *educación a distancia*, lo cual resulta muy importante para el caso de países en vías de desarrollo que tengan población dispersa a la cual resulta muy difícil proporcionarle escuelas y maestros.

Este medio presenta una serie de exigencias para su uso: se requiere de un equipo humano con alto grado de calificación tanto en los aspectos técnicos como en lo referente a la realización de los guiones, cuyo contenido debe manejarse con suma habilidad para alcanzar los objetivos y cubrir las temáticas instruccionales.

La televisión puede emplearse como apoyo a cursos tradicionales, en cuyo caso equivale a cualquier tipo de proyección de apoyo, o como medio directo de enseñanza, que es donde radica su verdadera importancia.

Cuando se utiliza como medio directo de enseñanza presenta, en general, las mismas ventajas y desventajas que las películas y videos educativos, con la particularidad de que en redes a nivel nacional el profesor o asesor no usa y controla el medio, sino que su papel se reduce a aclarar dudas, retroalimentar y guiar análisis y discusiones, cuando resulta necesario, a fin de mejorar la eficiencia del aprendizaje. La televisión educativa puede proporcionar información de manera clara y eficiente, si los guiones están

bien planeados, pero sin adecuar e individualizar la enseñanza.

3.1.2 MEDIOS Y EDUCACION EN MEXICO

La radio y la educación en el Sexenio de Miguel Alemán

Durante este sexenio (1946-1952) estuvo al frente de la Secretaría de Educación Manuel Gual Vidal. Entre sus planteamientos se cuenta el de utilizar la radio y cine educativos, adaptándolos al medio mexicano y a las posibilidades económicas del país, para corregir insuficiencias de la enseñanza simultánea que no toma en cuenta las diversas aptitudes y tipos de inteligencia de los alumnos [16, p. 344, *apud* Gual y Vidal].

Durante este mismo sexenio se inició la difusión de programas culturales a través de Radio Educación y se realizó la Campaña Nacional contra el Analfabetismo, apoyada por una intensa labor de publicidad y propaganda a través del cine, la prensa y la radio, y por transmisiones en onda larga a través de la radiodifusora XEOF y en onda corta por XEDP [16, pp. 344-345].

Las Misiones Culturales, organismos de educación extraescolar orientados a estimular el mejoramiento de la economía y de la familia, contaban "con una buena camioneta, aparato radio receptor, fonógrafo, micrófono, magnavoces, modesta biblioteca y colecciones de películas y discos " [16, p. 350]. La Dirección General de Asuntos Indígenas impartía educación formal e informal por medio de centros de capacitación económica y las brigadas de mejoramiento indígena, y contaba con 18 estaciones de radio, en cooperación con el Instituto Lingüístico de Verano [16, pp. 355-356].

A mediados de 1948 se efectuó el Primer Congreso nacional de Educación Rural en la ciudad de México y uno de los temas abordados fue el de la educación extraescolar, habiéndose considerado la radiodifusión "como un medio de cultura apto para afectar a la totalidad de la población y que coadyuva, al lado de la prensa, a formar la mentalidad ciudadana y sus sentimientos estéticos" [16, p. 360]. También surgieron propuestas para crear una Comisión Nacional Coordinadora ocupada de la difusión de la cultura, que entre otros consultores incluiría organizaciones oficiales y privadas especializadas en la radiodifusión; depurar las transmisiones comerciales y privadas; organizar un servicio pedagógico o radio-escuela y apoyar al SNTE para convocar un Congreso Nacional de Educación Extraescolar [16, p. 361].

Con el objetivo de preparar a las educadoras de todo el país, se efectuaron transmisiones radiofónicas diarias sobre los

temas que se habrían de desarrollar al día siguiente con los niños [16, p. 363].

Televisión y educación en el sexenio de Adolfo Ruiz Cortines (1952-1957)

Durante el periodo de 1953-1954 se creó la Dirección General de Educación Audiovisual, con una Unidad de Capacitación que impartió cursos intensivos de educación audiovisual a 1676 maestros en todo el país y la Unidad de Televisión efectuó 52 programas de la escuela del aire [16, p. 423], lo cual puede considerarse como el inicio en México del empleo de este medio para fines educativos.

Medios audiovisuales en el sexenio de Adolfo López Mateos

Durante este sexenio (1958-1964), las Misiones Culturales continuaron su propósito original de buscar el mejoramiento de los maestros federales y de impulsar el mejoramiento de las comunidades en las que actuaban. Como complemento de sus actividades había salas populares de lectura, agencias de educación extraescolar creadas para atender preferentemente a los recién alfabetizados y que contaban con aparatos audiovisuales para facilitar el desarrollo de programas cívico-culturales [16, pp. 469-470].

Es evidente que la influencia de las transmisiones de la televisión empezaba a ser digna de estudio, ya que el Instituto de Pedagogía, entidad creada en 1963 con el objetivo de investigar y proponer soluciones a problemas pedagógicos del sistema educativo nacional, efectuó un estudio sobre la radio y la televisión y su efecto en la lectura infantil y, en general, en la educación de los niños [16, p. 501].

Radio, televisión y Educación durante el sexenio de Gustavo Díaz Ordaz

Durante este sexenio (1964-1970) fue secretario de Educación Pública Agustín Yañez, que había ocupado diversos cargos públicos y realizado una amplia obra literaria. Entre los lineamientos de gestión se pueden mencionar el interés por modernizar el contenido y métodos de formación del sistema educativo, "enseñar a aprender" y la creación de un plan nacional de educación.

Se continuó la campaña alfabetizadora, para lo cual se creó una nueva cartilla alfabetizadora, que se experimentó inicialmente en 20 teleaulas, con cursos iniciados el 16 de agosto de 1965 con capacidad para atender hasta a 6 000 alumnos en 6 turnos de 50 minutos cada uno, para este efecto se inauguró el Centro Audiovisual el 12 de agosto del mismo año, con lo que "la TV se había incorporado finalmente a una tarea tan importante" [16, pp. 25-27]. Dentro del esfuerzo de

alfabetización se elaboraron cursos por correspondencia y cartillas, a fin de proporcionar material interesante de lectura a los recién alfabetizados.

Se decidió incorporar los medios audiovisuales a la enseñanza y ampliar a transmisiones por circuito abierto la enseñanza de la lectura y escritura por las estaciones de TV. El apoyo de la radio y la TV resultó muy importante y en 40 centros de educación para adultos no sólo se realizaron labores de alfabetización, sino que se puso en marcha un programa experimental para que en tres años grupos adultos pudieran acreditar la primaria [16, pp. 27-29]. Para la educación rural se emplearon 410 aulas móviles y 622 teleaulas para cursos de secundaria [16, p. 31]. A pesar de estas aplicaciones, Meneses Morales afirma que la política oficial en cuanto a la aplicación de la radio y la TV a la enseñanza fue "bastante cautelosa" [16, p. 37].

En este sexenio también se experimentó con la radioprimaria y como es característico de este medio, los cursos de primaria por radio permitieron abarcar un mayor número de niños, con un menor costo por alumno; desafortunadamente, igual que ha sucedido durante décadas en la educación rural en general, la radioprimaria se caracterizó por contenidos inadecuados para niños campesinos o indígenas.

Desde principios del sexenio el titular de la Secretaria de Comunicaciones y transportes, José Antonio Padilla, había presentado un proyecto de televisión educativa con seis estaciones, que cubriría la parte central del país. A partir del 2 de enero de 1968, la telesecundaria quedó incluida en el sistema educativo nacional, con validez oficial y funcionando con el mismo programa de las secundarias oficiales. Este proyecto se debió en gran medida a la gran cantidad de alumnos para este nivel; fue la forma de lograr darles atención a todos, sin construir nuevos planteles (se usarían los mismos edificios de primaria en horas libres). Se habilitaron "teleaulas", en las cuales la enseñanza proporcionada por el profesor distante se complementaba con al apoyo de "monitores" presentes en el aula. También función en la modalidad de educación a distancia, permitiendo que las personas interesadas tomaran el curso en sus hogares y presentaran los exámenes necesarios hasta obtener su certificado. El sistema contaba con 1 163 aulas, con 1 182 profesores y egresaron 5 437 alumnos, en 1970 [16, pp. 57-58].

Radio y educación en la década de 1980

"A partir de 1983, el Instituto Mexicano de la Radio (IMER) apoya al Instituto Nacional para la Educación de los Adultos (INEA) y a Fomento Cultural y Educativo (FCE) para la producción y difusión de programas de radioalfabetización para los adultos y capacitación campesina en las zonas

rurales; desafortunadamente el proyecto no se logra consolidar y a partir de 1989 transforma su concepción y orientación pedagógica" [28, p. 11].

Se puede mencionar que a mediados de 1980 se inició una campaña de capacitación agropecuaria e industrial, en la cual se utilizaron 296 radiodifusoras. En 1983 el INEA, FCE y el IMER produjeron y difundieron, en zonas rurales, programas de radioalfabetización para adultos y de capacitación campesinas [28, p. 11].

Televisión y Educación en la década de 1980

Desde fines de la década de 1970 el gobierno federal ha promovido planes, programas y acciones para la educación formal e informal, consolidando una infraestructura de telecomunicaciones. En especial, para el apoyo de los subsistemas de educación nacional a través de la televisión en la década de 1980, se encuentran la Unidad de Telesecundaria, la Unidad de Televisión Educativa y Cultural y el Canal 11, pertenecientes a la SEP [28, p. 10].

En 1982, en un esfuerzo conjunto SARH, SRA, CONASUPO y Chapingo, se produjeron 298 programas de televisión para la capacitación agropecuaria. Por otra parte, Televisión de la República Mexicana con la colaboración de varias instituciones y empresas produjo 300 programas de capacitación de oficios, además de realizar y trasmitir campañas nacionales de Educación para la Salud y Planificación Familiar. La modalidad de telesecundaria se renueva a partir de 1981, con la SIV (Secundaria Intensiva de Verano) y la SIA (Secundaria Intensiva para Adultos) y de 1981 a 1982 absorbe el 3.7% de la matrícula nacional, dando servicio a la comunidades rurales y sectores marginados de la población [28, pp. 10-11].

Entre 1981 y 1982 se inicia el programa Teleprimaria, con el objetivo de ser un apoyo para la primaria escolarizada y para alfabetizar a la población que se encontraba al margen del sistema escolar. Dentro de esta línea, la SEP produce la serie "Temas de primaria" y el INEA la serie "Primaria intensiva para adultos". El 15 de abril de 1982, el Canal 22 inicia sus transmisiones en UHF, en red nacional y en circuito cerrado, para llevar programas de salud, capacitación y alfabetización, sobre todo, a clínicas, hospitales, escuelas, centros de capacitación, reclusorios, etcétera [28, p. 11].

A raíz de la creación del sistema de satélites Morelos (1985), se inicia su aprovechamiento con fines educativos, con la transmisión de sesiones clínicas. En 1985 estas experiencias llevan a la creación del "Programa experimental vía satélite" sobre temas pediátricos, que en 1987 se

extiende a otras especialidades médicas con la creación del proyecto "TV-Salud CEMESATEL", con el objetivo de "ofrecer un programa de educación continua al personal del área de la salud, para una actualización permanente en procedimientos de prevención, diagnóstico y manejo de los problemas más frecuentes [28, p. 13].

A partir de septiembre de 1982, la UNAM inicia la transmisión vía satélite de la serie sobre temas médicos *Allis Vivere*, con el intento de participación del auditorio por teléfono y telex; debido a su bajo impacto, la serie se replanteó y en 1991 se inició una nueva denominada *Calidad de Vida*. En 1989, la Facultad de Contaduría y Administración inició una serie sobre "Formación docente" [28, p. 13].

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey inició, como alternativa de actualización, en junio de 1989 las operaciones del Sistema de Educación Interactiva por Satélite, destinado en un principio a la recepción de teleconferencias provenientes de cadenas estadounidenses; a partir de agosto de ese mismo año se inició la producción de programas propios. Hacia 1992 el sistema se estaba utilizando para transmitir seis programas de posgrado, cursos cortos y conferencias [28, p. 13].

Planteamientos del Plan Nacional de Educación 1989-1994 sobre el uso de tecnologías

A fin de presentar una imagen más completa sobre lo relacionado con el uso de tecnologías en educación durante el sexenio de Carlos Salinas de Gortari, a continuación se incluye un resumen de lo enunciado sobre estos aspectos en el Programa para la Modernización Educativa 1989-1994.

Una de las primeras cosas que vale la pena anotar es que en el documento se declara la intención de enfrentar el reto de la calidad de la educación y su modernización integral, que esté a la altura de los cambios mundiales y sirva de sustento al nuevo desarrollo del país [38, p. iii]. También se declara haber "definido prioridades y precisado métodos para modernizar la educación" [38, p. v]. La educación habría de funcionar "... mediante la operación óptima de los sistemas escolarizados y la diversificación y flexibilidad de los sistemas abiertos, enriquecidos por la investigación educativa y la utilización idónea de los medios de comunicación electrónicos." [38, p. xi].

Una característica especial del Plan es que se menciona con insistencia la posibilidad del empleo de modalidades abiertas de educación y la intensificación del uso de los medios de comunicación social. "Los medios electrónicos de comunicación posibilitan el acercamiento a nuevos auditorios en localidades de difícil acceso y con poblaciones muy dispersas. Además, la radio y la televisión recogen la

tradición centenaria de trasmitir el conocimiento en forma oral y por imágenes. Ello aconseja intensificar el estudio de sus potencialidades educativas, recoger y sistematizar las experiencias poniendo énfasis en los aspectos metodológicos, establecer procedimientos adecuados y planificar con esmero los contenidos de los distintos programas para que se pueda otorgar reconocimiento y acreditación del aprendizaje promovido mediante la radio y la televisión." [38, p. 24].

Para todos los niveles educativos, se plantea, además del uso de los medios de comunicación social, la necesidad de "producir y distribuir ... más y mejores materiales y apoyos didácticos que utilicen la tecnología moderna, como la televisión y la computadora" [38, p. 41]. En lo que se refiere a la formación y actualización de la planta docente, también se anota como prioritaria su oferta en "diferentes modalidades mediante el uso intensivo, amplio y creativo de los medios de comunicación..." [38, p. 70], anotándose de manera específica "la actualización por televisión, diseñando cursos, materiales y procesos de asesoría que satisfagan las necesidades de los docentes en servicio..." [38, p. 78]. En cuanto a la educación para adultos, se marca que "los medios de comunicación masiva son insuficientemente empleados como instrumentos didácticos para apoyar el autoaprendizaje de los adultos. Aunque las acciones de alfabetización por radio han alcanzado resultados satisfactorios, esta experiencia no se ha reiterado lo bastante ni se ha extendido a programas de educación básica y comunitaria." [38, p. 85], por lo que se propone la transmisión de "... programas de alfabetización por radio y televisión para la población urbana marginal y rural dispersa ... [así como] difundir desde 1990 programas de alfabetización por radio y televisión con cobertura nacional [y] difundir a partir de 1991 los programas de radioprimaria y teleprimaria." [38, pp. 90, 91 y 93].

En el capítulo dedicado a la capacitación para el trabajo, además de abogar por el establecimiento de una modalidad abierta y por la acreditación de los conocimientos y habilidades adquiridos en la experiencia laboral, se plantea que "se buscará enriquecer los contenidos de cursos y especialidades de capacitación apoyándolos con materiales didácticos y recursos televisivos, computacionales, bibliográficos y hemerográficos." [38, p. 104].

Para el nivel medio superior, se habla de favorecer los "sistemas abiertos con el uso de tecnología moderna" [38, pp. 113 y 121], así como de "aumentar el equipo de cómputo de cada plantel, ..., extender y profundizar el uso de la informática." [38, p. 119], así como de "operar desde 1989 el bachillerato abierto con apoyo de la televisión en las zonas donde la demanda lo justifique".

En el apartado dedicado a la educación superior y de posgrado, se menciona la importancia de capacitar para el

autoaprendizaje y la actualización permanente, de nuevo se plantea la necesidad de fomentar y fortalecer la enseñanza abierta y se marca la necesidad del uso de "tecnologías educativas desarrolladas de manera imaginativa [38, p. 128], pero no se menciona de manera específica el empleo de tecnologías, mas que al hablar de las "redes de comunicación e informática de los subsistemas universitario y tecnológico para utilizar los servicios internacionales de correo electrónico, de base de datos y las redes de información internacionales, en el marco del SINIES" [38, p. 165].

En cuanto al capítulo sobre sistemas abiertos de educación, se anota la conveniencia de realizar "... un esfuerzo intenso para usar la televisión y otros medios de comunicación social con fines educativos." [38, p. 171]. Se anotan modalidades como la primaria intensiva, la telesecundaria, el telebachillerato semiescolarizado, la educación tecnológica abierta, la universidad nacional abierta, y los sistemas semiescolarizados de educación a distancia y la teleactualización para actualización y formación permanente de los docentes. También se marca la necesidad del "diseño de recursos tecnológicos para la educación..." [38, p. 175].

El sexenio actual

En el momento de escribir esto, se acababa de presentar públicamente el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, preparado por el Ejecutivo Federal, del cual se extracta lo referente a tecnología y educación.

Aunque, de acuerdo con el mismo Plan, lo referente a educación se planteará en detalle en el futuro programa sectorial de Desarrollo Educativo, en la Sección 5, Crecimiento económico, bajo el número 5.7.2, Actualización Tecnológica [39, pp. 154-158], se encuentran algunos elementos que indican las tendencias al respecto.

En el documento se habla de "dar impulso a la educación y la capacitación, y [buscar] el desarrollo de una infraestructura tecnológica adecuada [... y] de propiciar la adopción de tecnologías de vanguardia en ciertos campos en que el retraso de nuestro país es evidente".

"Se dará gran énfasis a la promoción del conocimiento como fuente de riqueza y bienestar. Se promoverá una nueva conciencia acerca de la importancia de la actualización tecnológica y el aprovechamiento del acervo mundial del conocimiento en favor de los intereses nacionales. Esta estrategia habrá de comprender la difusión a través de los medios masivos de ejemplos de los beneficios que pueden ser alcanzados mediante un esfuerzo consciente para usar las nuevas tecnologías, así como las innovaciones tecnológicas de que somos capaces los mexicanos."

3.2 APLICACIONES DE LA COMPUTADORA EN EDUCACION

El desarrollo de *software educativo* ha tenido varios papeles o roles entre los que se pueden mencionar CMI (Computer Managed Instruction), CAL (Computer Assisted Learning) y los más recientes CAI (Computer Assisted Instruction) e ICAI (Intelligent Computer Assisted Instruction).

La *Instrucción Asistida por Computadora* (CAI) surge a finales de la década de 1950 y su objetivo ha sido la investigación e instrumentación de técnicas de producción de programas de software educativo, en los cuales se estructura el conocimiento de los cursos en lecciones.

Por otra parte, durante los años 70, las mejoras en hardware y software permitieron incorporar en los materiales educativos animación gráfica y una gran variedad de estrategias de enseñanza y técnicas de Inteligencia Artificial, lo que dio lugar a la Instrucción Inteligente Asistida por la Computadora (ICAI), permitiendo además de individualizar la enseñanza usar el conocimiento a la medida y capacidad del estudiante.

3.2.1 INSTRUCCION MANEJADA POR COMPUTADORA (CMI)

Este empleo de la computadora para el manejo instruccional (*CMI*) [8, pp. 12-13] estuvo asociado con dos de los grandes problemas pedagógicos de la última mitad de este siglo: contabilización e individualización de la enseñanza. Consistió en utilizar programas de computadora para realizar, para grandes grupos de estudiantes, las siguientes funciones:

a) Almacenar toda la información que se considere necesaria sobre cada alumno.
b) Almacenar grandes volúmenes de información acerca del programa educativo.
c) Correlacionar las características de cada estudiante con las del programa educativo en cuestión e informar al profesor que esté a cargo del grupo.

Es difícil que estas funciones las pueda realizar con detalle un docente, aun para pequeños grupos de estudiantes; en cierta época se consideró que este uso de la computadora liberaría al maestro de la parte rutinaria y de control, para permitirle centrarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje propiamente dicho. Se utilizó como auxiliar para adecuar la enseñanza a los avances y necesidades de cada uno de los estudiantes, evaluados en forma permanente por la máquina, la cual actuaba como monitor recomendando los pasos a seguir en cada caso individual.

En esta aplicación de la computadora, la interacción no se realizaba entre el estudiante y la computadora, sino entre el profesor y la máquina. Se puede decir que esta modalidad se

encuentra integrada en la actividad de algunos docentes, que llevan controles y registros por computadora, aunque en realidad ha caído en desuso.

3.2.2 INSTRUCCION ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAI)

Este desarrollo se conceptualiza como aquella alternativa en la cual se presenta el proceso educativo por medio de la computadora, para que el estudiante aprenda un hecho, concepto o la resolución de un problema. Con *CAI* [8, pp. 13-17 y 14, pp. 11-15] se pretende que el estudiante aprenda a través de la computadora, en alguna de sus diferentes modalidades, como: Ejercicios y Practicas, Tutoriales, Simulación y Juegos Exploratorios. Se trata de "un proceso de enseñanza que directamente involucra la computadora en la presentación de materiales instruccionales en un modo interactivo para proveer y controlar un ambiente individualizado con cada estudiante en particular" [30, p. 179, *apud* Splittgerber].

Los *Ejercicios y Prácticas*, tienen como propósito proporcionar experiencia o práctica en un determinado tema, utilizando la repetición de ejercicios a los cuales los alumnos deben responder; si la respuesta es correcta se continúa la presentación de ejercicios y en caso contrario se pide que trate de resolver el ejercicio por lo menos una vez más, tal vez proporcionando alguna sugerencia o ayuda.

El uso de esta técnica fomenta en el alumno el desarrollo de habilidades, provee retroalimentación y permite a los docentes generar sus propios programas educacionales.

Una de las recomendaciones al preparar este tipo de materiales es elogiar (reforzamiento positivo) al estudiante y llevar un control de sus aciertos.

Un *Sistema Tutorial* constituye un Sistema de Software educativo que persigue un cambio en las actitudes, habilidades o conocimientos de los alumnos, lo cual implica una modificación en su comportamiento.

Los Sistemas Tutoriales tienen como objetivo enseñar sobre un tópico especifico, por medio de diferentes alternativas para manipular el tema tratado, lo cual permite un avance progresivo a través de las lecciones, conforme se revisen. Tiene como antecedente los Diálogos Socráticos, ya que simulan un diálogo similar al que Sócrates establecía con sus alumnos, y tanto las preguntas como la retroalimentación dependen de las respuestas del alumno. El maestro enseña y conduce al alumno en el aprendizaje.

Los *Sistemas Tutoriales* permiten una instrucción autoguiada, que intenta ser individualizada, y proporciona retroalimentación con un control de los aciertos del alumno.

Se recomiendan en aquellas situaciones en las cuales se tiene bien definido el conjunto de información que se va a enseñar.

Los lineamientos de uso para los Sistemas Tutoriales son los siguientes:

1- Elegir tópicos que se presten para aplicar diálogos de tipo socrático.

2- Usar los tutoriales en forma simultánea con un curso escolarizado, para reafirmar o complementar conocimientos.

3- Utilizar otros apoyos didácticos.

La *Simulación* se aplica para desarrollar habilidades para la resolución de problemas, al propiciar un manejo intuitivo sobre situaciones y conceptos. Su metodología se orienta al descubrimiento con base en un modelo de una parte del mundo. Permite la exploración y experimentación de eventos que no son accesibles por su alto costo o por el tiempo necesario para la experimentación directa.

Es motivante y facilita la interacción social y el aprendizaje a través del descubrimiento, es individualizada y refleja el mundo real.

Los *Juegos Exploratorios* tienen como objetivo desarrollar la creatividad, las habilidades relacionadas con la resolución de problemas y aumentar los conocimientos. Su metodología está enfocada al descubrimiento, ya que se proporciona al estudiante un mundo miniaturizado o un conjunto de herramientas para la exploración y los juegos productivos.

Desarrolla habilidades para deducir e inferir, es motivante, facilita la interacción social y el aprendizaje mediante descubrimientos. Es apropiado para adquirir metas relacionadas con el desarrollo de independencia, autoaprendizaje, creatividad, resolución de problemas y formación de conceptos propios.

3.2.3 INSTRUCCION INTELIGENTE ASISTIDA POR COMPUTADORA (ICAI)

La Inteligencia Artificial se ha aplicado a la Instrucción Asistida por Computadora sobre todo en el área del conocimiento procedural y de las estrategias de razonamiento que se usan en la solución de problemas, y se le ha dado el nombre de *ICAI*. En términos generales [26, pp. 458-460] se puede afirmar que se refiere a aquellos programas que proveen una retroalimentación extensiva y enseñanza a partir de las respuestas dadas por el alumno.

En general, un sistema ICAI [14, pp. 15-40] está formado por una *base de conocimiento*, un *modelo del estudiante* (que lleva un registro de lo que el estudiante hace o no en un momento dado, y de sus avances) y un modelo del docente o *tutor* en el que se encuentran plasmadas las principales estrategias de enseñanza. A diferencia de un programa CAI, que sólo puede indicar al estudiante si su respuesta es correcta o incorrecta, un programa ICAI puede generar hipótesis con base en la actuación del estudiante, para diagnosticar dónde se encuentran los problemas de aprendizaje y los conceptos mal entendidos.

Ahora se analizan en detalle los componentes de un Sistema basado en la filosofía ICAI son:

- Un *escenario de aprendizaje*: Es la situación en la que el aprendizaje del estudiante se lleva a cabo, bajo el criterio del control y la comunicación entre el estudiante y el autor. Una de las más populares formas o filosofías de enseñanza por computadora mantiene la idea de que existe un guía o entrenador que vigila y supervisa las acciones del estudiante, presentándole críticas constructivas y avisos oportunos.

- La *representación del dominio del conocimiento*: El conocimiento es la llave para el comportamiento inteligente, y a fin de poder emplearlo es muy importante la forma en que se almacena este conocimiento.

En contrate, uno de los grandes problemas con los sistemas CAI es que por lo general el conocimiento se presenta enlatado, es decir que la información, los problemas y las respuestas que se presentan al estudiante son fijos, con un número determinado de posibles rutas y respuestas, lo que, si no se tiene cuidado, puede dar como resultado material educativo poco adaptado al alumno.

- *Modelo del estudiante*: Se trata de un modelo que mantiene y usa el tutorial, enfocado a llevar un registro del conocimiento y capacidades del alumno, reflejando su nivel de abstracción. Su propósito inmediato es evaluar y registrar las respuestas y acciones del estudiante, tomando en cuenta lo que el estudiante conoce, su nivel de competencia, su anterior comportamiento durante el aprendizaje, los métodos a los que responde mejor y las áreas en que es más hábil o demuestra mayor atención.

- *Diagnóstico del estudiante*: Es aquí donde un Sistema Tutorial debe mantener y probar hipótesis respecto a la fuente de errores, considerando los problemas planteados en el modelo del estudiante. Carbonell sugiere una taxonomía o clasificación de los errores en forma tal que el Tutorial determine el significado de cada uno, para elegir la estrategia que mejor ayude a solucionarlo, y que registre los patrones, errores y las acciones del alumno.

- *Conocimiento pedagógico* (reglas tutoriales): Es en esta parte donde se toma en cuenta la representación electiva del método, la determinación del balance estudiante-tutorial, el tiempo de retroalimentación, la elección del criterio de evaluación y la determinación de la estrategia para enfrentarse a los errores del alumno.

- *Manejo de diálogo*: Carbonell afirma que la interacción hombre-computadora es básicamente una comunicación entre dos estructuras de información, donde entran en juego las habilidades computacionales del alumno. Sin un protocolo formal, esta comunicación debe estar dirigida a las metas y necesidades de ambas partes. Cada lado debe no sólo comunicar sus conocimientos, sino estructurar este diálogo para encontrar, y resolver, las necesidades y metas comunes.

- *Generación de problemas*: Los primeros sistemas CAI incluían problemas determinados con respuestas determinadas, lo cual presenta varios problemas, entre ellos que el autor tenga que generar un conjunto numeroso de problemas, y la dificultad de enlatar problemas para el estudiante de acuerdo con sus necesidades y habilidades, entre otras cosas. Con base en esto surgen los Sistemas CAI e ICAI generativos, que tienen la habilidad de generar nuevos problemas basados en el conjunto inicial.

- *Interfase con el usuario*: Esta destinada a mejorar la interacción entre la máquina y el usuario, tratando de incluir representación de textos, gráficas, sonido y color adecuados.

Como cualquier otro sistema, un Sistema Tutorial comprende varias fases de desarrollo:

- el diseño instruccional,
- la programación y
- la ejecución del programa.

Los programas ICAI basados en conocimiento logran un buen nivel de desempeño al aplicar e interpretar conjuntos de reglas en el contexto de problemas especializados. La base de conocimiento se genera a partir de información proporcionada por expertos en la materia. Además, el programa "aprende" de quienes interactúan con la base, ampliándola.

3.2.4 MULTIMEDIA

Heid [12, pp. 290-291] define *multimedia* como la integración de diversos medios de comunicación, a través del empleo de palabras, sonidos e imágenes fijas y móviles para comunicar ideas, vender productos, educar y entretener. Se trata, entonces, "... de la combinación de texto, sonido y video para presentar información de una manera en la que sólo la hemos imaginado. Multimedia hace que la información cobre vida permitiendo escuchar a expresidentes hablando, un lanzamiento de una nave espacial, o llamar la atención de un auditorio añadiendo animación a presentaciones de negocios. En resumen, multimedia cambiará la manera en que las personas utilizan las computadoras descubriendo una herramienta de aprendizaje que nos llevará al siglo XXI." [13, p. xv]

Existen programas para crear y presentar producciones en multimedia, como HyperCard o MacroMind Director. Las producciones multimedia permiten altos niveles de interactividad, con secuencias de complejidad increíble. Además, se pueden emplear secuencias animadas, transiciones veloces, imágenes digitalizadas y sonidos producidos por la misma computadora o por medio de sintetizadores y reproductores CD-ROM, que ofrecen capacidad para almacenar grandes volúmenes de datos y sonido con la calidad de un disco compacto.

Un multimedia interactivo es una excelente herramienta educativa y en los países desarrollados ya existe un dinámico mercado de paquetes de videodisco sobre diferentes temas. La gran desventaja de esta aplicación de la computadora es su alto costo, además de las dificultades de instalación y transporte del equipo, y el tiempo que se requiere para capacitar personal que produzca materiales verdaderamente educativos, que rebasen el nivel de meros entretenimientos, y que sean adecuados a nuestra idiosincrasia.

3.2.5 ROBOTICA

"La *robótica*, en su aplicación pedagógica, tiene como objetivo principal ayudar al educando en la adquisición de habilidades generales y de nociones científicas, sobre todo en las Ciencias llamadas experimentales y en la tecnología. Se caracteriza por el uso pedagógico de la computadora en sus funciones de escrutinio, de análisis, de control y de planteamiento de modelos de diferentes procesos físicos. Los robots pedagógicos pueden tomar diversas formas que van desde

una computadora normal controlando un objeto periférico hasta los autómatas inteligentes" [17, p. 7].

En la actualidad, en numerosos países (entre los que se encuentran Canadá, Francia, Bélgica, Suiza, Estados Unidos, Guatemala y México) se están desarrollando proyectos de robótica pedagógica, que abarcan la educación primaria y secundaria, la educación de adultos y el apoyo a personas con dificultad de adaptación y problemas de aprendizaje o minusvalidez.

La relación entre la robótica pedagógica y la didáctica de las ciencias, a través de un enfoque empírico, permite lograr que el alumno identifique las variables involucradas, reconozca las posibles combinaciones diferentes de estas variables y llegue a identificar las interacciones entre dichas variables, con ayuda del prototipo robot.

Para Ruiz Velasco, cuando un estudiante logra programar de manera correcta y eficiente la actuación de un robot, pasa progresivamente de lo concreto al razonamiento abstracto, ordena operaciones en forma lógica alejándose de los objetos, y de inmediato pasa a representar en forma simbólica esas operaciones y las ordena en esta última forma. En general, afirma, al realizar una actividad de aprendizaje que va de lo concreto a lo abstracto, se propicia que paulatinamente elaboren un pensamiento formalizado, estructurado y algorítmico. "Las actividades pedagógicas que se realizan dentro del marco de la robótica pedagógica [...] son susceptibles de ayudar a los estudiantes a construirse representaciones y conceptos precientíficos y científicos útiles antes de involucrarse en un proceso cognoscitivo más formal, como lo es el proceso experimental." [35, pp. 62-64].

En el futuro, es de esperarse que las aplicaciones de la robótica pedagógica se amplíen, no sólo en las aulas, sino incluso en campos como la recapacitación de obreros especializados, ya que los cambios económicos exigen enfrentarlos con rapidez, y esto no es fácil de lograr por otros medios.

3.2.6 INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS

Esta sección [6, *passim*] se desarrolla a partir del análisis general realizado por Frenzel sobre los avances en *Inteligencia Artificial* y en especial sobre los usos y aplicaciones de los Sistemas Expertos, desde sus etapas iniciales hasta épocas recientes. Una de las actividades que el hombre siempre ha realizado es la resolución de problemas. En la década de 1950 surgió un interés especial por parte de pedagogos y psicólogos para encontrar métodos generales de solución de problemas que se pudieran enseñar a los estudiantes en el aula, lo cual implicaba no sólo el dominio del conocimiento sino el manejo de ciertas formas de

razonamiento; es en esa época cuando se iniciaron los esfuerzos para lograr resolver este problema por medio de las computadoras, herramienta que empezaba a generalizarse y a la que se estaba intentando dar el mayor número posible de aplicaciones.

Al intentar emplear la computadora para este fin, resultó evidente que era necesario comenzar a trabajar sobre la representación de los conocimientos, que poco más tarde se reconoció como una de las áreas de estudio de la llamada Inteligencia Artificial, en esta su primera época.

La Inteligencia Artificial tiene como objetivo hacer que la computadora realice actividades que requieren de un cierto grado de inteligencia. La Inteligencia Artificial es "simplemente una forma de hacer que las computadoras piensen en forma inteligente [...]. Al simplificar la forma en que se arman los programas, la IA imita los procesos humanos básico a través de los cuales se absorbe nueva información y se deja disponible para consulta futura. La mente humana puede incorporar nuevo conocimiento sin cambiar su forma de funcionamiento ni perturbar los otros hechos que ya están almacenados en el cerebro. Un programa de IA funciona de manera muy semejante [...]. Ya que la IA es una ciencia que se fundamenta en los procesos humanos de pensamiento, se requiere un análisis de cómo piensan las personas[...]. Sabemos que la mente humana posee un vasto almacenamiento de conocimiento relacionado con un incontable arreglo de objetos e ideas [...]. Lo que generalmente se considera como 'inteligencia' puede desglosarse como un conjunto de hechos y un medio de utilizar estos hechos para alcanzar metas. Esto se realiza, en parte, al formular conjuntos de reglas que relacionan todos los hechos almacenados en el cerebro." [15, pp. 3-5].

Durante la década de 1960, segunda época de la Inteligencia Artificial, se efectuaron investigaciones sobre la resolución de problemas, entre las que destaca la creación del *General Problem Solver* de Newell y Simon, realizada en la Universidad de Carnegie-Mellon en 1957.

En esa época se enfrentaron problemas tales como la búsqueda exhaustiva de conocimientos y se diseñaron los primeros algoritmos de poda, como el método alfa-beta de John McCarthy, de 1961.

En esa época se observa que los algoritmos usados en computación estaban enfocados al cálculo numérico pero no al manejo simbólico y que las computadoras eran lentas, con poca memoria. Fue en 1960 cuando John McCarthy creó el lenguaje LISP y el 1965 J. Allan Robinson sentó las bases para el que más tarde sería el lenguaje Prolog.

En la década de 1970, considerada la tercera época de la Inteligencia Artificial, se mejora el manejo eficaz de los conocimientos con el uso de los Sistemas Expertos.

Uno de los primeros sistemas expertos fue el sistema *DENDRAL*, creado en la universidad de Stanford en 1967, que maneja gran cantidad de conocimientos representados en forma de reglas de producción. El sistema determina la estructura química de un compuesto orgánico a partir de los datos obtenidos de un espectógrafo de masas.

Otros dos sistemas expertos famosos construídos en esa época son:

- *Prospector* de Stanford Research Institute, de 1974, que permitió el descubrimiento de un yacimiento de molibdeno en el estado de Washington.

- *MYCIN* de la Universidad de Stanford, de 1977, que realiza el diagnóstico e indica la terapia adecuada para enfermedades infecciosas de origen bacteriano.

En esta misma época se llega al desarrollo de los lenguajes requeridos para lograr el verdadero desarrollo de la Inteligencia Artificial: PROLOG (1975), SMALLTALK (1980) y OPS (1981).

En la década de 1980 se trabajó sobre todo en dos grandes líneas de investigación:

- La difusión de los Sistemas Expertos como una forma de resolver diversos problemas.

- La generalización de los Sistemas Expertos para ampliar el dominio del conocimiento.

Se define un *Sistema Experto* como un conjunto de programas inteligentes de computadora que son capaces de resolver problemas en cierta área del conocimiento. Actualmente se está trabajando para que los Sistemas Expertos no sólo funcionen basados en el conocimiento que poseen gracias a la información proporcionada por los expertos humanos, sino que sean capaces de aprender y realizar procesos de inferencia a partir de la información.

Dos de las funciones básicas de un Sistema Experto son la resolución de problemas basados en cierto conocimiento especializado acerca de una rama específica del saber y la forma de comunicar este conocimiento, así como determinar cuál es la forma de razonamiento empleado.

Las partes que conforman un Sistema Experto son:

- Un control del Sistema, denominado *motor de inferencia* donde se encuentra programada la estrategia general de resolución de problemas.

- La *base de hechos* o conocimientos específicos sobre hechos particulares.

- La *base de conocimientos* es donde se encuentra plasmado el conocimiento de los expertos humanos. La mayoría de los Sistemas Expertos usan la representación en forma de reglas de producción, pero existen otros que usan como representación *redes semánticas* o marcos de referencia (*frames*).

- Las *bases de datos* que sirve para registrar la información proporcionada por el usuario del Sistema Experto durante su consulta.

- La *interfaz* con el usuario, que es un conjunto de programas que se encargan de lograr una comunicación óptima entre el Sistema Experto y el usuario.

- Un *módulo del experto*, que se encarga de la adquisición de nuevos conocimientos, del mantenimiento, validación y depuración del conocimiento, así como de la configuración del mismo sistema experto para poder realizarle cambios.

- Un *subsistema de explicación*, que se encarga de explicar al usuario, cuando éste lo solicita, cuál fue la línea de razonamiento empleada para llegar a una solución dada.

Para crear un Sistema Experto, un equipo formado por un experto y un ingeniero del conocimiento recopilan los hechos, reglas generales y reglas heurísticas (aquellas que sólo el experto puede determinar) para un dominio del conocimiento y lo organizan todo en un programa.

La importancia en educación, tanto de la Inteligencia Artificial como de los Sistemas Expertos estriba, por una parte, en los avances que se han dado al desentrañar y expresar por medio de reglas algunos de los mecanismos humanos de pensamiento; por otra parte, la forma de trabajo de los equipos de desarrollo de Sistemas Expertos se han aprovechado para la generación de materiales educativos que no sólo plantean conocimiento sino enseñan a generar formas de aplicarlo y de llegar a nuevo conocimientos.

Es importante anotar que en nuestro país se han realizado proyectos y esfuerzos orientados a la producción de materiales educativos apoyados en el uso de la computadora, muchos de ellos de alta calidad, muestras de elevada

creatividad y a nivel de frontera. Desafortunadamente, las condiciones de dependencia tecnológica hacen que resulta más rápida y atractiva la importación y adaptación casi nunca afortunada de software educativo desarrollado en otros países, en especial Estados Unidos de Norteamérica, sean o no adecuados a nuestro medio, forma de pensar y de aprender, y verdaderas necesidades, siguiendo la última moda del momento. Por otra parte, es común que los planes para hacer un uso extenso de los medios tecnológicos en un afán de modernización, se enfrenten a la escasez de equipos y la falta de programas adecuados de capacitación de docentes. Esto hace que los esfuerzos de investigación realizados en forma aislada, en equipos de trabajo que se constituyen de manera espontánea o debido a las exigencias políticas de algún nuevo plan que se deba poner en marcha en las instituciones de investigación y educación, tengan en la mayoría de los casos una vida efímera y azarosa (como puede verse al revisar las memorias de los congresos de computación y educación de la última década), con poca difusión y aplicación de los materiales educativos resultantes, ya que el medio no propicia otra cosa.

3.2.7 REALIDAD VIRTUAL

"La realidad virtual cambiará el mundo. En verdad, la única duda es cuándo. Se [puede) definir realidad virtual como la capacidad para proporcionar un ambiente artificial tan rico que resulta difícil o imposible distinguir entre realidad virtual y *realidad real*" [Dr. Jerry Pournelle en 11, p. xiii].

La *realidad virtual* es un subconjunto de las gráficas por computadora y de la interacción humano-computadora. Para poder comprender el concepto y sus aplicaciones (de las cuales nos interesan las relacionadas con educación) a continuación se presentan algunos puntos relevantes.

Haciendo historia, el término *ciberespacio* lo acuñó William Gibson en 1985, en su novela *Neuromancer*, para hacer referencia a una alucinación consensual compartida por millones de personas, a través de una red a la cual la gente conectaba sus cerebros. Este autor escribió sobre "un mundo de suave brillo que creó un nuevo universo de mediación sensorial electrónica; un mundo separado en el cual los datos se percibían como una manifestación física, que no sólo se veía y escuchaba, sino que también se sentía" [27, p. 122].

Cuando se habla de realidad virtual (realidad simulada por computadora con capacidad de interacción por medio y a través de todos los sentidos), se está hablando de la representación gráfica del ciberespacio. La realidad virtual es un método que permite a las personas manipular información en una computadora de la misma forma que manipulan objetos en la naturaleza.

En el ciberespacio, el usuario no sólo da clic a un ratón o activa algún otro dispositivo, sino que toma un control virtual y la activa en la misma forma que usaría un control real. Esto implica el empleo no sólo de la vista y tal vez del oído, sino también del tacto con las sensaciones relacionadas de resistencia en respuesta a la fuerza, movimiento, temperatura y peso. Además, un usuario de este mundo virtual será capaz de seleccionar y mover objetos que ahí existan y de llevar objetos, como podría ser su propio cuerpo o alguna de sus partes, a cualquier lugar de ese mundo.

Para entrar al ciberespacio, el usuario lleva un exhibidor en forma de casco, colocado en la cabeza. El exhibidor presenta dos visiones ligeramente diferentes de la misma imagen. El cerebro del usuario las integra en una sola representación tridimensional, la cual cambia conforme el usuario gira la cabeza, como si en realidad estuviera ahí. Para actuar sobre los objetos que se encuentran dentro de este ambiente virtual, es necesario utilizar un dispositivo de entrada, que es un guante ligero con sensores que reflejan no sólo la posición, sino también la forma y curvatura de la mano de quien lo porta. El usuario, al observar la representación de una mano en el ciberespacio y mover su propia mano se da cuenta que en verdad se trata del mismo objeto.

Se cree que el término realidad virtual se ideó en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) a fines de la década de 1970, para expresar la idea de la presencia humana en un espacio generado por computadora, es decir que se trata de una forma de concebir la *interactividad*, línea sobre la cual ya venían trabajando en el MIT desde hacía algún tiempo.

Se podría pensar que un antecedente de la realidad virtual lo constituye el primer *simulador de vuelo*, algunos diseños del cual se patentaron desde 1910. El primer simular operativo de éxito lo desarrolló Edwin Link en Estados Unidos de Norteamérica a fines de la década de 1920, con base en el empleo de interruptores pneumáticos del tipo empleado en las pianolas que se fabricaban en la exitosa empresa de su padre (Link Piano Co.). A pesar de la simplicidad de sus características, daba al estudiante y al instructor indicaciones de la posición de los controles y respondía a éstos, reproduciendo algunas de las sensaciones del vuelo [27, pp. 42-45].

Los *ambientes virtuales* se pueden utilizar como entretenimiento, en educación, ingeniería y en muchas otras aplicaciones. "El campo mismo es tan nuevo e inexplorado que existe mucha confusión incluso sobre lo que constituye un ambiente virtual, y existe un amplio debate acerca de la forma en que se utilizan los términos para describir las diferentes facetas de esta tecnología [11, p. 11]".

Para Hamit [11], es en los campos complementarios de la educación y el entrenamiento en los que muchos consideran que la realidad virtual puede tener un impacto inmediato. Algunos experimentos con acciones físicas complejas han mostrado que un ambiente virtual puede resultar efectivo en la enseñanza de una amplia variedad de habilidades.

No es difícil imaginar muchas aplicaciones educativas para la realidad virtual, aunque el medio educativo ha demostrado en muchas ocasiones ser altamente conservador y reacio a la adopción de innovaciones tecnológicas. Al menos en los Estados Unidos de Norteamérica, algunos expertos consideran que estas aplicaciones se iniciarán en la educación militar e industrial, así como dentro de las empresas, para llegar con el tiempo al sector de la educación pública.

En países desarrollados ya se está pensando en la posible existencia de bibliotecas y museos virtuales. En una *biblioteca virtual* el usuario podría navegar por telepresencia a través de una representación visual de los estantes con libros, hasta elegir el deseado y después "entrar" de inmediato al libro para leerlo o copiar las secciones convenientes. Un museo virtual permitiría a los usuarios ver una representación bidimensional de cualquier artículo de toda la colección, con lo que dejaría de existir el acervo en bodega al cual sólo tienen acceso unos cuantos especialistas; también sería posible que el usuario localizara y viera objetos relacionados, así como el acceso a material de consulta relevante.

"La realidad virtual de verdadera inmersión dará un sentido total de realismo al problema, al colocar al estudiante en una visión tridimensional del mundo y permitir el empleo tanto del tacto como de la visión y el oído. Resulta fácil darse cuenta que un exhibidor de casco permitirá al estudiante comprender con más facilidad los principios de la química, la física, las matemáticas y de otras ciencias duras, ya que podrá ser capaz de ver simulaciones a escala de procesos verdaderos, simulados con interactividad total, en la forma que muchas visualizaciones científicas se efectúan hoy en día. Sería posible la disección de una rana virtual en vez de usar una verdadera, o visitar un museo o sitio arqueológico distante en el espacio virtual, evitando así el desgaste del sitio real. La cuestión es si un sistema de este tipo podrá proporcionar interactividad total al usuario [...]. Tal vez podría cerrar con esta observación de David Traub: Piaget una vez dijo que la máxima ruta hacia el aprendizaje era a través de la vida misma; mi objetivo es (lograr) un ambiente basado en la simulación que minimize la interfaz o distancia entre el usuario y el contenido interactivo, mientras que maximize la capacidad del usuario para controlar el descubrimiento [11, p. 263]".

3.2.8 ALGUNAS POSIBILIDADES PARA EL FUTURO

Conforme se continúen los avances en el desarrollo de hardware (menor costo y tamaño, mayor capacidad de memoria y almacenamiento, mejores posibilidades gráficas), software (lenguajes y *shells* más poderosos), comunicaciones en red y material educativo (más y mejores cursos para mayor cantidad de áreas del conocimiento), el empleo de CAI e ICAI llegará a mayor número de centros educativos, pasando así de meros ejercicios virtuosos de investigación a tener una influencia directa en la mejor preparación de los estudiantes.

A medida que mayor número de expertos en la enseñanza de materias y temas correspondientes a diversas disciplinas, no sólo en el campo de las ciencias llamadas experimentales, se incorporen a proyectos para la preparación de cursos CAI o ICAI, el estudiante tendrá acceso a diferentes formas y estrategias de aprendizaje.

Los cursos CAI e ICAI, combinados con multimedia, permitirán al profesor ofrecer al estudiante experiencias de aprendizaje más estimulantes, reales y motivadoras.

SECCION 4. LOS SISTEMAS TUTORIALES UAM-X

En esta sección se describen los resultados de un trabajo combinado de investigación, durante el cual se ha logrado el desarrollo de un amplio conjunto de Sistemas Tutoriales, con contenidos y forma de presentación basados en las características que requiere la enseñanza de temas de Matemáticas, Computación y Metodología en la División de Ciencias Sociales y Humanidades de la Unidad Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana.

A fin de ofrecer mayor claridad, se incluyen también conceptos relacionados con este trabajo y con la tesis misma.

4.1 CONCEPTOS RELACIONADOS CON LOS SISTEMAS TUTORIALES

Como ya se indicó en la Sección 3.3.2, los sistemas tutoriales son una de las formas más usadas de las computadoras como auxiliares en la enseñanza. Para Sanders [21, p. 445], se trata de un nivel complejo de interacción entre un estudiante y un programa CAI (Computer Assisted Instruction). La función del tutorial es presentar nuevo material al estudiante, por medio de un programa de computadora que actúe acercándose a las acciones de un tutor privado y muy paciente que trabaja con un sólo estudiante. Por medio de numerosas ramificaciones en el programa se da oportunidad de elegir entre diversos materiales, los cuales se presentan de acuerdo con la respuesta del estudiante. Según este mismo autor, "las ventajas [de estos sistemas] son:

- Cada estudiante tiene acceso a ayuda individual, lo cual quizá no ocurra en el salón de clase.

- Con la posibilidad de avanzar a su propia velocidad, los estudiantes avanzados no se detienen debido al resto del grupo, los estudiantes más lentos no se ven obligados a apresurarse y los estudiantes tímidos no pasan penas.

- La computadora es imparcial, paciente y objetiva y el estudiante recibe retroalimentación inmediata a las respuestas que proporciona al programa."

Radlow coincide en estas ventajas y anota además que "las computadoras pueden utilizarse con provecho en donde quiera que se necesite la realización de ejercicios repetitivos para lograr el aprendizaje [..] y para hacer que el proceso de aprendizaje sea más creativo e independiente" [20, pp. 445-447].

4.1.1 INTERACTIVIDAD

Para los fines de esta tesis, es necesario aproximar una definición del término interactividad, ya que los Sistemas Tutoriales UAM-X presentan diferentes grados de interactividad. En su acepción más simple, referida en general a la computación, **interactivo** es un "diálogo bilateral entre el usuario y una computadora" [37, pp. 422 y 423]; o es también la "conversación con la computadora", o bien, "un sistema interactivo es un sistema conversacional en linea" [36, p. 176]. En lo que se refiere al empleo de computadoras en educación, una definición que corresponde a los Sistemas Tutoriales objeto de este trabajo, basada en de Estrada [5, p. 36-37], consiste en considerar la *interactividad* como la posibilidad de que el estudiante reciba *respuestas* del sistema que está empleando, que a cada una de sus acciones el tutorial presente una *reacción inmediata*.

Desde 1982, Bork ya planteaba una serie de conceptos alrededor del problema de la interactividad. "La idea de *aprendizaje interactivo* ha recibido gran importancia en estos días, especialmente en el desarrollo tanto de material de aprendizaje por computadora como de material por medio de videodiscos inteligentes. El concepto de que el aprendizaje puede ser un proceso interactivo en el que el estudiante es un participante de tiempo completo en lugar de un espectador es antiguo en la educación, por lo menos desde Sócrates". De manera crítica plantea que "... para casi ningún estudiante es interactivo el ambiente en el que se realiza el aprendizaje... (sic)" puesto que éste casi siempre se da por medio de textos o conferencias y "aunque algunos buenos estudiantes pueden emplear estos medios es forma interactiva, rara vez sucede...", a pesar de que "... todas las teorías del aprendizaje sugieren que es mejor para los estudiantes desempeñar un papel activo en el proceso de aprendizaje". Considera que "... es claro que cada estudiante no puede recibir atención individual de parte del maestro. La posibilidad de que cada estudiante aprenda al estilo socrático, a través de la interacción con el maestro, sencillamente está fuera de toda cuestión, debido al tradicional tamaño de los grupos de clase y a los típicos maestros. Por ello es que domina el modo de aprendizaje pasivo." [2, pp. 169-170]. De esto se desprende que a mayor interactividad se espera un mejor aprendizaje y que el logro de una atención educativa individualizada es una meta valiosa, que es posible lograr para ciertos temas por medio de materiales educativos por computadora.

4.1.2 CONOCIMIENTO DECLARATIVO Y CONOCIMIENTO PROCEDIMENTAL

Una distinción importante en cuanto a la tipificación de los Sistemas Tutoriales UAM-X, es el tipo de conocimiento que se pretende enseñar por medio de cada Sistema; con base en la psicología cognitiva, a continuación se anotan las definiciones para conocimiento declarativo y conocimiento procedimental, en las cuales se basa una de las clasificaciones de los Sistemas Tutoriales.

Según Puente [19, pp. 209-214] el modelo ACT de Anderson y Bower sobre la adquisición del conocimiento y el procesamiento de información supone que existen dos tipos de conocimiento: *declarativo* y *procedimental*, ya que "... efectivamente las personas saben acerca de los objetos del mundo y cómo operar sobre ellos."

Para este mismo autor, el *conocimiento declarativo* "... es conceptual, formal y factual; es lo que clásicamente se ha denominado conocimiento, y se adquiere por medio de exposiciones, lecturas y reflexión. El *conocimiento procedimental* implica destrezas ejecutivas dirigidas a la acción y pueden ser adquiridas gradualmente por la práctica. Este conocimiento puede poseerse parcial o totalmente y en esto se diferencia del conocimiento declarativo el cual se tiene o no se tiene en absoluto."

"El conocimiento declarativo, generalmente suele representar la información que puede comunicarse verbalmente. [...] Sin embargo, este tipo de conocimiento no necesariamente es verbal pudiendo asimismo expresarse en forma abstracta como son las proposiciones e imágenes mentales; [...] la mayor parte del conocimiento declarativo puede manifestarse verbalmente, mientras que el conocimiento procedimental no, al menos en forma completa."

"Gran parte del conocimiento motor se vincula al conocimiento procedimental, aunque al igual que el conocimiento declarativo, esto tampoco es absoluto." En el caso de los Sistemas Tutoriales UAM-X, hemos observado que es precisamente el conocimiento procedimental el que se puede desarrollar con mayor riqueza de secuencias remediales por medio del formato interactivo, tratándose de contenidos de matemáticas y de uso de equipo y paquetería para computadoras personales (PCs), ya que se trata de conocimiento "... asociado al desarrollo de habilidades para ejecutar acciones y operar con reglas."

Las fases de adquisición del conocimiento procedimental son tres: " (1) *cognoscitiva*, en la cual se aprende la descripción del procedimiento, (2) *asociativa*, en la cual se desarrolla un método para ejecutar la habilidad, y (3) *de automatización*, en la cual se adquiere experticia y rapidez en la ejecución. [...] La organización del conocimiento

procedimental se estructura en términos de un sistema de producción el cual es gobernado básicamente mediante reglas condicionales." [19, p. 210]. Es precisamente sobre estas fases y este sistema de producción que se trabaja en el diseño y desarrollo de los Sistemas Tutoriales Interactivos, mientras que los Sistemas Tutoriales No Interactivos resultan un buen medio para la presentación de conocimiento declarativo.

4.2 MODALIDADES DE USO DE LOS SISTEMAS TUTORIALES

En cuanto a los Sistemas Tutoriales UAM-X, a lo largo de las diferentes fases del desarrollo del proyecto se puede afirmar que hemos experimentado con el uso de los Sistemas Tutoriales en cuatro modalidades [31, pp. 31-32], que a continuación se describen en detalle.

4.2.1 Como complemento a la enseñanza proporcionada en el aula

En esta aplicación, después de proporcionar diversos elementos de enseñanza aprendizaje durante las clases formales o después de proponer algún tipo específico de ejercicio de aplicación, se le proporciona al estudiante una copia del Tutor o de los Tutores que el docente considere necesario que estudie, a fin de cubrir aquellos puntos que por su extensión (el tiempo en el aula rara vez es suficiente, cuando se pretende desarrollar a profundidad los temarios), por ser de aplicación específica o al tratarse de material que los estudiantes ya debieran dominar, no es posible incluir dentro del contenido básico de un curso.

Entre algunas de nuestras experiencias exitosas se pueden mencionar la alfabetización en cómputo usando computadoras personales (PCs), el aprendizaje básico y aplicación inmediata del muestreo, el uso y aplicación de Lotus, y la aplicación del paquete SPSS en el equipo Cyber.

Es importante mencionar para esta modalidad que el aprendizaje se logra principalmente en función del grado de interés y motivación del alumno, por medio del uso de Sistemas Tutoriales no Interactivos en los que se plantean preguntas y se proponen actividades o de Sistemas Tutoriales Interactivos en los que el avance depende de las respuesta del estudiante. Desde luego, resulta muy importante que los alumnos tengan acceso a equipo de cómputo en buenas condiciones, con un mínimo apoyo técnico para resolver aquellos problemas que están más allá de lo que puede enfrentar un usuario con poca experiencia.

4.2.2 Como elemento de enseñanza masiva

Cuando el docente trabaja con grandes grupos para impartir lo que podríamos denominar clase-conferencia, un Sistema Tutorial puede ser una excelente herramienta para presentar información, que será comentada por el conferencista. Si después los estudiantes reciben una copia del Sistema Tutorial para revisarla a su propia velocidad, el principal defecto de la conferencia como forma de enseñanza, la falta de individualidad, se resuelve. En aquellos temas para los que se haya desarrollado tanto un Sistema Tutorial No Interactivo como uno Interactivo, el primero podría usarse durante la conferencia, por medio de un proyector de pantalla y una computadora personal (PC) portátil, dejando el Tutorial Interactivo para el trabajo individual de cada estudiante.

El uso de los Sistemas Tutoriales en esta modalidad puede darse para cubrir temas curriculares o bien en forma extracurricular. Esta segunda aplicación permite la capacitación masiva de grupos que vayan a realizar una labor específica, por ejemplo la captura de fichas bibliográficas o la aplicación de encuestas, en forma rápida y eficiente.

Actualmente estamos empleando esta modalidad para proporcionar conocimientos básicos de computación aplicada a estudiantes de Tronco Divisional de Ciencias Sociales en la UAM-X, en los turnos matutino y vespertino, impartiendo conferencias sin valor curricular a grupos de aproximadamente 70 alumnos, quienes una semana después de cada conferencia se presentan a realizar prácticas en el Centro de Cómputo, una vez que han trabajado en forma individual con el material del Tutorial correspondiente. A la fecha de escribir esto aún no se concluye la primera serie de conferencias, por lo que no se han evaluado los resultados, aunque la asistencia entusiasta de los alumnos y lo observado en el Centro de Cómputo nos permite ser optimistas.

4.2.3 Como elemento de autoaprendizaje

Desde hace poco más de cuatro años, nuestros alumnos más adelantados han sido, al plantearnos diversas dudas y necesidades, los primeros usuarios de algunos Sistemas Tutoriales en proceso. También han sido quienes nos han hecho notar la necesidad de desarrollar ciertos materiales, importantes pero tal vez un poco alejados de los intereses del alumno promedio de ciencias sociales, como por ejemplo el Tutorial sobre Análisis Combinatorio y el bloque sobre probabilidad que le seguirá, o el Tutorial de Lotus 1-2-3 avanzado.

De esta forma, sin descuidar el proceso de enseñanza-aprendizaje de todo un grupo, hemos podido mantener interesados y adquiriendo conocimientos nuevos a aquellos alumnos que aprenden a mayor velocidad que el resto del

grupo. Son ellos mismos quienes en ocasiones se transforman, casi sin saberlo, en auxiliares del profesor al transmitir su experiencia a sus demás compañeros.

4.2.4 Como elemento de integración del conocimiento que por necesidades curriculares se imparte fragmentado en materias

Esta aplicación resulta muy adecuada para los Sistemas Tutoriales Interactivos, ya que por medio de un sistema de este tipo es posible integrar partes selectas de los contenidos teóricos fundamentales con un ejercicio amplio, para cuya solución el estudiante deba aplicar y eslabonar toda una serie de elementos dispersos. Al resolver un ejercicio de este nivel, avanzando a su propio paso, sin la presión del maestro o del resto del grupo, encontrando secuencias remediales adecuadas al tipo de error cometido, el estudiante lograr captar y hacer suyo el conocimiento, en forma efectiva e individual.

En la actualidad se encuentra en la fase preliminar la realización de un Sistema Tutorial Interactivo para integrar los conocimientos de las materias del área de contabilidad (Temas: Contabilidad de Sociedades y Contabilidad General) destinado a los estudiantes de la Licenciatura de Contador Público de la E.S.C.A.-Tepepan del I.P.N. que se preparan para presentar examen a título de suficiencia. Por este medio se espera disminuir los índices de reprobación, incrementando los niveles de aprendizaje y sin disminuir el grado de dificultad del examen a título de suficiencia.

Las posibilidades para este tipo de Tutorial "integrador" son tan amplias como la imaginación del docente preocupado por hacer más eficiente el aprendizaje de sus alumnos.

4.3 SISTEMAS TUTORIALES UAM-X

Como ya se anotó, desde que aparecieron las primeras computadoras se pensó en la posibilidad de su uso en el ámbito educativo. En cuanto al desarrollo histórico del software educativo, en el caso de los sistemas tutoriales estos se han basado en presentaciones pantalla por pantalla del material que se expone, en diálogos prefabricados y en diálogos dinámicos que se apoyan en nodos (base de conocimiento) interrelacionados por medio de una *red semántica*.

Cabe anotar aquí que, de acuerdo con los planteamientos de la teoría cognoscitiva, "el sistema básico de representación del conocimiento se realiza a través de redes semánticas, las cuales proporcionan no solo un modo de expresar relaciones, sino también los acontecimientos de un sistema de memoria constituyendo así una descripción apropiada de nuestro proceso de razonamiento" [19 p. 206, *apud* Norman]. Gracias a

la investigación cognoscitiva se han desarrollado "sistemas para representar el conocimiento almacenado en la memoria a largo plazo. Aun cuando existen muchos sistemas, todos tienen en común el empleo de redes semánticas para representar en forma detallada el conocimiento individual, sea éste factual, conceptual o de procedimientos" [30, p. 182].

"Las redes semánticas se pueden emplear para representar la estructura del conocimiento contenido en los materiales de enseñanza, la estructura cognoscitiva de los especialistas en la materia y la estructura cognoscitiva de los estudiantes antes, durante y después de la enseñanza" [30, p. 182, *apud* Posner].

"Mediante redes semánticas es posible representar los procesos y estructuras cognoscitivas que subyacen la ejecución competente de una amplia gama de tareas escolares, desde las destrezas requeridas para hacer cálculos aritméticos y la solución de problemas hasta la comprensión de un tema complejo" [30, p. 182].

Dependiendo del nivel de interactividad contenido en el material educativo, se tiene que los Sistemas Tutoriales que hemos preparado dentro de nuestro proyecto de investigación en UAM-X se pueden clasificar en *interactivos* y *no interactivos*. Los Sistemas Tutoriales no interactivos son semejantes a un *libro electrónico*, en el cual se proporcionan al alumno elementos sobre alguna área específica del conocimiento; en este tipo de Tutoriales el material se presenta desglosado en nueve lecciones diferentes, en cada una de las cuales se despliegan por pantalla conceptos, definiciones, comentarios, fórmulas y gráficas para su lectura; además se incluyen ejercicios y se sugieren actividades al estudiante, a fin de reforzar el aprendizaje. Esta forma de Sistema Tutorial parece ser la más adecuada para presentar conocimiento de tipo declarativo o procedimental de bajo nivel de complejidad.

El Administrador de Lecciones es el componente del sistema destinado al control o administración de las lecciones de un Sistema Tutorial no Interactivo. Por medio del Administrador se presenta al usuario-estudiante el menú de lecciones del curso, punto desde el cual lo único que se tiene que hacer es teclear el número que corresponde a la lección que se desee revisar u oprimir la tecla Q para salir del Tutorial y regresar al Sistema Operativo.

En general, la primera lección se utiliza para presentar el contenido del curso, acompañado por la bibliografía básica y complementaria. También se presentan recomendaciones para aprovechar mejor las secuencias de aprendizaje.

Cada lección, que el profesor escribe usando un programa de procesamiento de palabras para generar un *archivo en ASCII puro*, empieza con indicaciones sobre los temas que se cubren y el estudiante controla las presentación en pantalla de las páginas de la lección. A fin de aprovechar de la mejor forma la capacidad de memoria de acceso aleatorio (RAM) del equipo que se esté usando, el Sistema Tutorial no Interactivo sólo coloca en memoria el material que esté revisando el alumno. Los elementos del Sistema Tutorial no Interactivo se emplean para la dosificación de conocimientos en este tipo de tutores y son la parte inicial del control en los Tutores Interactivos, que además usan el *TUTOR*.

4.4 SISTEMAS TUTORIALES INTERACTIVOS

Los Sistemas Tutoriales Interactivos, además de proporcionar conocimientos al alumno, cuentan con un *TUTOR* en el que se plasma la experiencia del docente para permitir al alumno la adquisición de los conocimientos específicos del tema. En este tipo de Sistema Tutorial no sólo se presentan conceptos, definiciones y comentarios al estudiante, sino que se le plantean preguntas y ejercicios, dosificados de acuerdo con la experiencia del docente que desarrolló el tema, que debe responder en forma interactiva a fin de comprobar si ha asimilado el conocimiento. Dependiendo de que la respuesta sea o no correcta, el estudiante seguirá una secuencia diferente en el transcurso de la lección, ya que cuando el TUTOR detecta a través de una respuesta incorrecta que el alumno no ha logrado adquirir el conocimiento, le guía a través de una secuencia remedial en la que se plantean los puntos de la falla en forma diferente y desglosada. Este tipo de Sistema Tutorial parece ser el más adecuado para la presentación de conocimiento de tipo procedimental de cualquier nivel de complejidad.

Cada Sistema Tutorial consta de un *shell* o programa de computación escrito en lenguaje *LISP*, el cual contiene las secuencias necesarias para proporcionarle al alumno el conocimiento de acuerdo con su desempeño al interactuar con el programa en el transcurso de una lección. El programa cuenta también con un administrador de lecciones que sirve para revisar el material específico de cada lección y cada Sistema Tutorial contiene una base de conocimiento referente a un área específica. Es en esta base de conocimiento donde se plasma tanto el conocimiento experto del profesor que desarrolló el curso, como su experiencia docente al diseñar las secuencias de aprendizaje y las derivaciones remediales.

También en los Sistemas Tutoriales Interactivos el Administrador de Lecciones se encarga del control o administración de las lecciones, presentando el menú de lecciones del curso; en algunos de estos Sistemas Tutoriales la Lección 9 se ocupa para realizar una evaluación del

alumno, sobre el aprendizaje global de los contenidos del Sistema Tutorial.

4.4.1 El Shell o esqueleto del Tutor

El *TUTOR* está formado por un conjunto de funciones escritas en LISP. La función maestra, que llama al Sistema Tutorial, se denomina TUTOR. Su objetivo es ayudar al estudiante en el aprendizaje a través de comentarios, preguntas y ejercicios escritos previamente por el docente o experto. Todo este material sigue una estrategia de enseñanza plasmada en forma de árboles y diseñada por el docente, con base en su experiencia y conocimientos y teniendo en cuenta las características del alumno, que tienen como finalidad la regulación del proceso instruccional. Cada módulo del Tutorial tiene asociado un árbol, que el estudiante sigue bajo el control del TUTOR en recorridos que varían dependiendo de que las respuestas sean o no correctas.

La función TUTOR activa el Sistema Tutorial y por medio de la función LLAMA le va proporcionando al alumno los conocimientos plasmados por el docente en forma de COMENTARIOS, planteándole las preguntas o ejercicios pertinentes para lograr el aprendizaje del material de la lección; es a través de la función LLAMA que se reconoce si el elemento que se va a revisar es un comentario, una pregunta o un ejercicio, y por otra parte si se trata de un avance, un retroceso o se ha llegado al final de la lección, como resultado, para realizar cada una de estas acciones, llama la función correspondiente. A continuación se detallan código y características de cada uno de los elementos del Shell.

Programación de la función TUTOR

```
(DEFUN TUTOR (LAMBDA (LISTA M)
  (SETQ LISTA ARBOL)
  (SETQ M MODULO)
  (PRIN1 'Revision-del-modulo:)
  (PRINT M)
  (LOOP
    ((EQ (CAR LISTA) NIL)
      (PRIN1 'fin-del-modulo:)
      (PRINT M)
      (PRINT '!FELICIDADES-CONTINUA-ESTUDIANDO-ASI!) )
    (SETQ SALTO NIL)
    (LLAMA (CAR LISTA))
    ( ((EQ SALTO T)
        (ARREGLA CONTROL DIR) )
      (SETQ LISTA (CDR LISTA)) ) ) ))

(DEFUN LLAMA (LAMBDA (L PL)
  ( ((ATOM L)
      (SETQ PL (CAR (UNPACK L))) )
```

```
    (SETQ PL (CAR (UNPACK (CAR L)))) )
  ((EQ PL 'C)
     (COMENTARIO L) )
  ((EQ PL 'P)
    (PREGUNTA L) )
  ((EQ PL 'E)
    (EJERCICIO L) )
   ((EQ PL 'T)
     (TERMINA L) )
  ((EQ PL 'A)
    (AVANZA L) )
  ((EQ PL 'R)
    (RETROCEDE L) ) ))
```

La función *COMENTARIO* despliega en pantalla la definición o información que le corresponden y se detiene para dar tiempo de leer al estudiante. La pantalla cambiará hasta que el alumno-usuario oprima una tecla.

Por medio de la función *PREGUNTA* se plantea una pregunta al estudiante y se le pide una respuesta, la cual se compara con la respuesta correcta que se encuentra almacenada en la base de conocimientos, si esta respuesta es correcta se continúa revisando el resto del material considerando que se ha logrado el aprendizaje; en caso contrario se revisa el material que contiene una secuencia remedial para lograr el aprendizaje y detectar cual fue la causa de la respuesta errónea.

A través de la función *EJERCICIO* se presentan al estudiante los elementos de un problema y se espera una respuesta numérica; si ésta es correcta, se continúa la revisión del material y en caso contrario se inicia el recorrido de una secuencia remedial para lograr el aprendizaje y su aplicación, redefiniendo lo necesario y fragmentado la parte operativa del problema.

La función *AVANCE* realiza un salto dentro del proceso normal de recorrido de la lección cuando se detecta que el estudiante no requiere revisar ciertos conocimientos porque ya los ha adquirido, a fin de mantener un ritmo de avance ágil, con pocas repeticiones y que mantenga interesado al alumno.

La función *RETROCESO* se activa cuando se detecta que el estudiante no ha adquirido ciertos conocimientos, por lo que debe regresar a estudiar ciertas definiciones o conocimiento faltantes; cuando esto sucede, se le recomienda al alumno que debe revisar de nuevo los conocimientos, se le da la opción de continuar trabajando a partir del punto al que debe retroceder o de terminar la lección, para seguir estudiando en otra sesión. Hay que tomar en cuenta la disposición del alumno para evitar que esté trabajando en condiciones de presión o fatiga, de acuerdo con su disponibilidad de tiempo.

La función *TERMINAR* se activa cuando se detecta que el alumno presenta deficiencias en el conocimiento de material presentado en alguna de las lecciones anteriores; cuando se activa, se pide al estudiante que abandone la lección, se le indica que debe revisar el material que se encuentra en otra de las lecciones, ya que es básico para poder continuar el aprendizaje de la lección actual.

4.4.2 Estructura de la base de conocimiento

La *base de conocimiento* está formada por árboles teóricos de decisión generados por el docente; contiene un conjunto de comentarios, preguntas y ejercicios para cada *módulo*. A su vez, cada árbol está formado por un conjunto de átomos y listas. Cada *átomo* sigue la sintaxis:

<letra><número de módulo>:<num>

Las letras que se utilizan son las siguientes:

C para indicar Comentario
P para indicar Pregunta
E para indicar Ejercicio
R para indicar Retroceso
A para indicar Avance
T para indicar Terminar la lección

En los *árboles* los comentarios son *átomos*, y las preguntas y ejercicios son *listas* que indican la acción que debe realizarse o el recorrido que se ha de seguir en caso de que la respuesta del alumno sea incorrecta.

Para colocar *comentarios* en la base de conocimiento se usa la función **PUT** con la sintaxis:

(PUT C<módulo><número> COM '((<lista*1*>)
(<lista*2*>)...(<lista*n*>)))

en donde lista*n* denota los comentarios de cada caso.

Para colocar *preguntas*, la sintaxis es:

(PUT P<módulo><número> PREG '(<listas de información>))
(PUT P<módulo><número> RES '<respuesta>)

Para colocar *ejercicios*:

(PUT E<módulo><número> EJER '(<listas de información>))
(PUT E<módulo><número> RES '<respuesta>)

Cada pregunta o ejercicio tiene asociada la respuesta correcta que le corresponde; en el caso de los ejercicios numéricos, se están ajustando algunos aspectos del programa para manejar la respuesta correcta como un intervalo.

4.4.3 El proceso de evaluación

El proceso de evaluación nos permite estimar o verificar el grado en que han alcanzado los objetivos y metas educativos, con base en criterios comunes, previamente establecidos. En la construcción de aquellos Sistemas Tutoriales Interactivos en los que se ha considerado conveniente, se incluye en la Lección 9 un modulo de evaluación, por medio del cual se presenta al alumno una serie de preguntas, seleccionadas en forma aleatoria de entre un conjunto de cuestionamientos relativos al tema de todo el Tutor, si el alumno responde mal, en ese momento se le presenta la respuesta correcta y se le amplia la información al respecto para reforzar el conocimiento.

Cuando el alumno termina de contestar las preguntas, se le presenta la calificación obtenida, a fin de motivarlo a continuar estudiando por medio de los Sistemas Tutoriales.

El Sistema Tutorial, en su motor de inferencia, incluye la función *EXAMEN*, cuyo objetivo es seleccionar al azar dentro de la base de conocimientos uno de los cinco exámenes ya preparados (este numero se considera adecuado, pero podría aumentarse si se detectara la necesidad de hacerlo) lo que impide que el alumno llegue a memorizar las respuestas correctas, y además le plantea un examen diferente cada vez que revise el Tutorial.

La función *EXAMEN* genera un numero aleatorio, a partir del cual a la variable árbol se le asigna un numero de examen, de entre cinco diferentes. A continuación se llama a la función CALIFICA, la cual aplica el examen correspondiente y genera una calificación final, dependiendo del desempeño del alumno al contestar las preguntas.

4.5 BASE DE CONOCIMIENTO

Antes de iniciar la realización de un Sistema Tutorial, independientemente del tema elegido, es necesario determinar con sumo cuidado cuál es el programa educativo que se va a desarrollar, sin perder de vista las características del alumno al que irá dirigido y los resultados académicos que se desea obtener. Se trata de un modelo sustentado en principios cognitivos, en el que se asume una entrada de información, la transformación de ésta a lo largo del proceso instruccional y una salida que es el desempeño académico [29, p. 157].

Es muy importante que el docente aproveche su conocimiento experto sobre la materia y sobre cómo enseñarla de la mejor forma desde esta etapa, buscando una secuencia lógica óptima para el desarrollo de la base de conocimiento. Debe buscarse que los puntos del programa educativo se presenten con un grado creciente de dificultad, desarrollando el conocimiento que sirva como antecedente de puntos más avanzados en el mejor momento, para que el estudiante pueda apoyarse en él, al progresar en el aprendizaje. Desde el punto de vista de la teoría cognitiva, siempre que sea posible se debe efectuar la descomposición del contenido en secciones de fácil procesamiento e incluir las repeticiones necesarias para ayudar a la fijación en la memoria a corto plazo; por estos medios también se pueden evitar las sobrecargas al sistema de procesamiento del estudiante [29, p. 159].

En la medida de lo posible, el material de la base de conocimiento de cada Sistema Tutorial debe ser *autocontenido*, ya que el alumno que utilice el Tutor no tendrá cerca al profesor para que le resuelva aquellas dudas que surjan debido a lagunas dentro del texto. Cuando esto no sea posible, es muy conveniente incluir como parte de las *secuencias remediales* recomendaciones para el uso de otro Sistema Tutorial o para la realización de consultas bibliográficas adecuadas.

Una vez determinados los puntos del programa educativo que se van a desarrollar en el Sistema Tutorial, el docente deberá escribir las notas en las que se expongan el conocimiento correspondiente, es decir la *base de conocimiento*. En esta fase resulta muy importante recordar cuáles son las partes que han resultado más difíciles para los alumnos durante una clase, cuáles han sido los errores más comunes al presentar ejercicios o interrogar al grupo, y cuáles han sido las preguntas o dudas más frecuentes. Es aquí donde el docente aprovecha su conocimiento experto sobre cómo aprenden los estudiantes los temas que está desarrollando.

El primer borrador de las notas se puede escribir en cualquier medio, pero no hay que olvidar que la versión final deberá hacerse empleando un procesador de palabras en un archivo ASCII puro, no documento o sin formato.

Dependiendo del tipo de conocimiento que se pretende proporcionar a través del Sistema Tutorial, se elegirá cuál es la clase de Sistema Tutorial más conveniente.

4.5.1 Tutores No Interactivos

Como ya se dijo, disponemos de dos *shells* o envolturas para nuestros Sistemas Tutoriales, desarrollados en el lenguaje LISP, que no sólo pueden llenarse con diversos contenidos o programas educativos, sino que pueden adecuarse a diferentes necesidades de impartición del conocimiento. Entre algunas de

las necesidades específicas que podrían requerir modificación del Shell se encuentran el control de los recorridos para evaluarlos, el control de suspensión de la interacción al presentarse alguna clase de respuesta incorrecta, la posible interconexión con otros Sistemas Tutoriales, etcétera. Si se presentan necesidades especiales, como los dos Shells son desarrollos propios, al plantear la necesidad al equipo responsable de este proyecto, se harán las modificaciones o adecuaciones necesarias.

Hasta la fecha, en los *Sistemas Tutoriales no Interactivos* existentes se pueden distinguir dos variedades, que dependen del tipo de conocimiento que se presenta. Hay Tutoriales no Interactivos que podríamos denominar *planos*, en los que el conocimiento se desarrolla en forma escueta y simplemente se proponen algunas actividades y ejercicios al estudiante, sin comentar los posibles resultados de este trabajo. La mayoría de los Sistemas Tutoriales sobre el uso de paquetería son de este tipo, ya que en la práctica el estudiante se encargará de realizar ejercicios de aplicación de acuerdo con sus propias necesidades y la interacción será en realidad con el paquete y equipo de cómputo que se empleen.

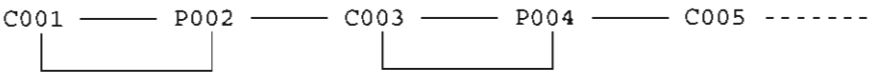
En la otra variedad de los Sistemas Tutoriales no Interactivos no sólo se presenta el conocimiento al estudiante, sino que se acompaña por un gran número de ejercicios y problemas, cuya solución se desarrolla y comenta paso a paso, buscando aclarar los posibles errores y dudas más comunes, con base en el conocimiento experto del docente tanto sobre el tema como sobre la forma de enseñarlo. Además, se le proponen al estudiante toda clase de actividades que le ayuden a afirmar lo aprendido. Esta forma de desarrollo parece ser la más adecuada para temas relacionados con Ciencias Exactas. Una vez que se ha probado con estudiantes un Sistema Tutorial de este tipo, que podemos denominar *comentado*, corrigiendo los posibles errores del programa educativo o del desarrollo mismo de los temas, se tiene el material para generar un Tutorial Interactivo.

4.5.2 Tutores Interactivos

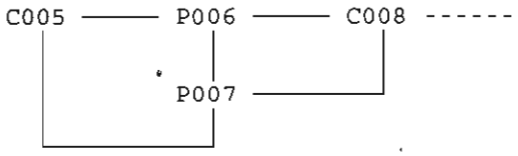
También se pueden distinguir dos variedades en los Sistemas Tutoriales Interactivos: *quasi lineales* y *de secuencias complejas*, dependiendo del tipo de estructura que predomine en el Tutorial.

Si consideramos que la estructura de las secuencias de comentarios, preguntas y ejercicios se puede representar por medio de un diagrama de árbol o arborescencia, la variedad más sencilla presenta un desarrollo *quasi lineal*, como se muestra en la ilustración. Cada comentario, que será tan extenso como se requiera, va seguido por una pregunta de complejidad variable, dependiendo del comentario al que sigue. Si la respuesta es incorrecta, simplemente se regresa

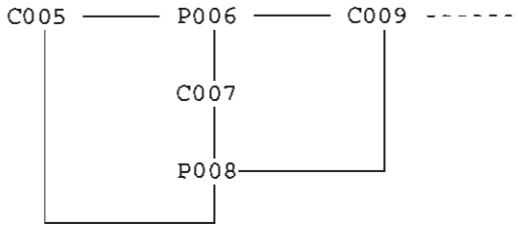
al comentario preliminar, haciendo que el estudiante lo lea de nuevo.



En esta variedad, en algunas ocasiones sí se presenta una secuencia remedial breve para las respuestas incorrectas. En el siguiente diagrama, si se responde bien la pregunta P006, se avanza al comentario C008; la respuesta incorrecta provoca que se plantee al estudiante la pregunta P007, donde de nuevo su respuesta correcta lo lleva a continuar el avance a C008, pero la contestación incorrecta lo hace retroceder a C005. Como puede verse en el diagrama, la secuencia remedial es muy sencilla.

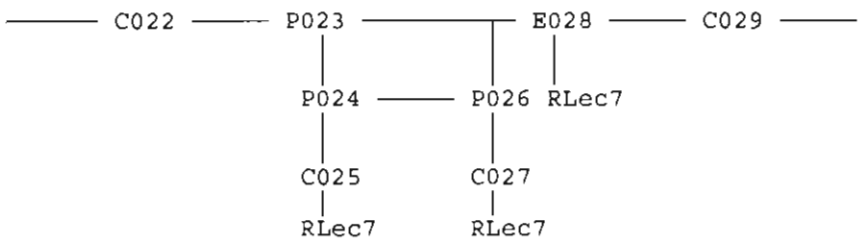


Otra posibilidad de secuencia remedial simple incluye un comentario después de la respuesta incorrecta, en el que casi siempre se presenta, expresado de otra forma, el comentario antecedente, intentando aclarar las cosas al estudiante.



Una variación de este tipo de secuencia remedial simple incluye una pregunta diferente después de la respuesta incorrecta, en el que casi siempre se interroga sobre una parte del conocimiento a que se refirió la primera pregunta, buscando que el estudiante empiece a tener más claras las cosas.

Este ejemplo está tomado de la lección 8 del Tutorial Interactivo de Análisis Combinatorio y se incluye también la base de conocimiento.




```
(PUTQQ C022 COM ((Para que todo quede claro"," este es un
analisis de la solucion correcta para el ejercicio anterior:)
(" ")
("      n = 10 , r = 2")
(" ")
("          (10)(9) / (2)(1) = 45 selecciones diferentes")))

(PUTQQ P023 PREG (De los 10 medicos y 6 biologos de una
asociacion"," ¿de cuantas formas diferentes se puede elegir
un grupo de 3 medicos y 2 biologos para asistir a un
congreso?

(A___ C 16","5)

(B___ C 10","3 x C 6","2)

(C___ P 16","5))

(PUTQQ P023 RES B)

(PUTQQ P024 PREG (Si se desea saber de cuantas formas
diferentes se pueden elegir 3 personas de entre 10 medicos Y
de cuantas formas diferentes se pueden elegir 2 de entre 6
biologos"," que se necesita calcular?)

(A___ Las posibles combinaciones de las 16 personas","
seleccionando 5 cada vez".")

(B___ Las posibles permutaciones de 16 personas","
seleccionando 5 cada vez".")

(C___ Las posibles combinaciones de 10 seleccionados en
grupos de 3 multiplicadas por las posibles permutaciones de 6
seleccionados en grupos de 2".")

(PUTQQ P024 RES C)

(PUTQQ C025 COM ((Si se desea saber de cuantas formas
diferentes se pueden elegir 3 personas de entre 10 medicos Y
de cuantas formas diferentes se pueden elegir 2 de entre 6
biologos"," lo que se necesita calcular es el producto C
10","3 x C 6","2"." No se trata de permutaciones ya que solo
interesa el numero de grupos de diferentes elementos"," no
```

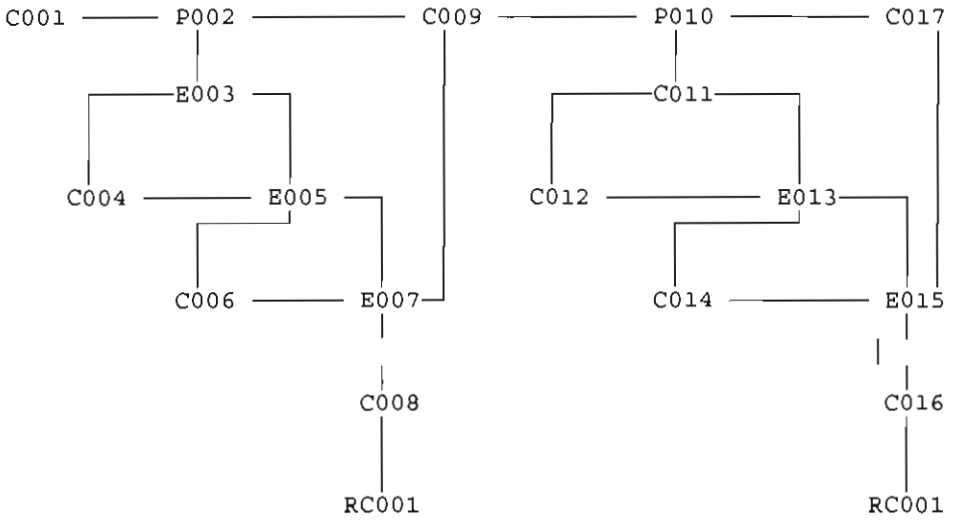
```
las permutaciones o diferentes formas de colocar los mismos
elementos"." Ademas"," se aplica el principio basico de
multiplicacion"," porque se trata de seleccionar 3 medicos y
2 biologos"." Le recomendamos revise la leccion 7 otra
vez"."))))

(PUTQQ P026 PREG (Si se desea saber de cuantas formas se
pueden elegir 3 personas de entre 10 medicos Y de cuantas
formas diferentes se pueden elegir 2 de entre 6 biologos","
los valores de n y de r para la primera parte de la operacion
y para la segunda son:))

(A___ Para la primer parte n = 10"," r = 3"." Para la segunda
parte n = 6"," r = 2"."))

(B___ Para la primer parte n = 16 y r = 3"." Para la segunda
parte n = 16 - 10 y r = 2"."))

(C___ Para la primera y la segunda parte n = 16 y r = 5"."))

(PUTQQ P026 RES A)

(PUTQQ C027 COM ((Si se desea saber de cuantas formas
diferentes se pueden elegir 3 personas de entre 10 medicos Y
de cuantas formas diferentes se pueden elegir 2 de entre 6
biologos"," lo que se necesita calcular es el producto C
10","3 x C 6","2"." No se trata de permutaciones ya que solo
interesa el numero de grupos de diferentes elementos"," no
las permutaciones o diferentes formas de colocar los mismos
elementos"." Ademas"," se aplica el principio basico de
multiplicacion"," porque se trata de seleccionar 3 medicos y
2 biologos"." Le recomendamos revise la leccion 7 otra
vez"."))))

(PUTQQ E028 EJER (Calcule el valor de "(C 10,3)(C 6,2)"))

(PUTQQ E028 RES 1800)

(PUTQQ C029 COM ((Para que todo quede claro"," este es un
analisis de la solucion correcta para el ejercicio anterior:)
(" ")
("      n = 10    r = 3 para los medicos y")
("      n = 6, r = 2 para los biologos"."")
(" ")
(La solucion esta dada por el producto (C 10","3)(C 6","2)
(" C 10,3 = (10 x 9 x 8) / (3 x 2 x 1) = 120")
(" C 6,2  = (6 x 5) / (2 x 1) = 15
("        = 120 x 15 = 1800 formas diferentes")))
```

Este tipo de manejo del conocimiento funciona muy bien cuando se trata de la definición de conceptos y contenidos teóricos *(conocimiento declarativo)*, que no exigen del estudiante la realización de operaciones como las que se plantean en

ejercicios dentro de los mismos Sistemas Tutoriales. A pesar de la sencillez de las secuencias de aprendizaje, en la práctica hemos podido observar que el estudiante se ve obligado a prestar mucha atención, realizando una lectura cuidadosa, a fin de no caer en los retrocesos o en las secuencias remediales, lo que mejora la calidad de su aprendizaje.

La otra variedad de Sistemas Tutoriales Interactivos no sólo presenta comentarios y preguntas, sino que por referirse a *conocimiento procedimental de alto nivel* incluye ejercicios (para los que el estudiante debe proporcionar una respuesta numérica, que se evalúa comparándola con un valor o un intervalo de aceptación, según sea el tipo de cálculos involucrados). Es común que en algunas partes de estos Tutores se presenten *secuencias remediales complejas*, que en caso de error el estudiante debe recorrer casi por completo antes de volver a la cadena principal para continuar avanzando.

A continuación se presentan el diagrama y la base de conocimiento de la primera parte de la lección 3 del Tutorial Interactivo de Análisis Combinatorio.



(PUTQQ C001 COM ((Ahora se le presentara un segundo grupo de problemas"," un poco mas complicados que los de la leccion anterior"," en los que tambien se aplican los principios basicos de conteo".")))

```
(PUTQQ P002 PREG (De cuantas formas diferentes puede un
estudiante elegir un taller de artes plasticas y un
laboratorio de idiomas"," si en artes plasticas hay
pintura"," modelado y fotografia y en idiomas hay ingles y
frances?)

(A___ De 1 + 1 = 2 formas diferentes".")

(B___ De 3 + 2 = 5 formas diferentes".")

(C___ De 3 x 2 = 6 formas diferentes".")

(PUTQQ P002 RES C)

(PUTQQ E003 EJER (De cuantas formas diferentes puede un
estudiante elegir un taller de artes plasticas"," de entre
pintura"," modelado y fotografia?)

(PUTQQ E003 RES 3)

(PUTQQ C004 COM ( (Si lo piensa con atencion"," se dara
cuenta que el estudiante tiene tres posibilidades de eleccion
de entre las opciones pintura"," modelado y fotografia".")))

(PUTQQ E005 EJER (De cuantas formas diferentes puede un
estudiante elegir un laboratorio de idiomas"," de entre
ingles y frances?)

(PUTQQ E005 RES 2)

(PUTQQ C006 COM ( (Si lo piensa con atencion"," se dara
cuenta que el estudiante tiene dos posibilidades de eleccion
de entre las opciones ingles y frances".")))

(PUTQQ E007 EJER (Si un estudiante debe elegir uno de 3
talleres de artes plasticas Y uno de 2 idiomas"," de cuantas
formas puede hacerlo?)

(PUTQQ E007 RES 6)

(PUTQQ C008 COM ( (Como hay 3 formas de elegir un taller de
artes plasticas Y 2 formas de seleccionar un idioma"," el
estudiante tiene 3 x 2 = 6 formas diferentes de poder hacer
su eleccion".")))

(PUTQQ C009 COM ( (Para que todo quede claro"," este es un
analisis de la solucion correcta para el caso del estudiante
que debe elegir uno de tres talleres de artes plasticas Y uno
de dos idiomas".")

("        Artes Plasticas: 3 formas diferentes"""
("                 Idiomas: 2 formas diferentes""")
(" ")
(" ")
```

```
("                                   I")
("                        P")
("                                   F")
(" ")
("                                   I")
("                        M               (3)  (2)= 6 formas")
("                                   F            diferentes")
(" ")
("                                   I")
("                        F")
("                                   F")
(" ")))
```

```
(PUTQQ P010 PREG (De cuantas formas diferentes se puede
extraer un as o un rey de una baraja completa de 52 cartas?

(A___ De 4 + 4 = 8 formas diferentes".")

(B___ De 4 x 4 = 16 formas diferentes".")

(C___ De 1 + 1 = 2 formas diferentes".")))

(PUTQQ P010 RES A)

(PUTQQ E011 EJER (De cuantas formas diferentes se puede
extraer un as de una baraja completa de 52 cartas?

(PUTQQ E011 RES 4)

(PUTQQ C012 COM ( (Si consideramos con cuidado las
caracteristicas de una baraja completa"," es claro que como
solo hay 4 ases"," un as se puede extraer de 4 formas
diferentes".")))

(PUTQQ E013 EJER (De cuantas formas diferentes se puede
extraer un rey de una baraja completa de 52 cartas?

(PUTQQ E013 RES 4)

(PUTQQ C014 COM ( (Si consideramos con cuidado las
caracteristicas de una baraja completa"," es claro que como
solo hay 4 reyes"," un rey se puede extraer de 4 formas
diferentes".")))

(PUTQQ E015 EJER (De cuantas formas diferentes se puede
extraer uno de los 4 ases O uno de los 4 reyes que hay en una
baraja completa?)

(PUTQQ E015 RES 8)

(PUTQQ C016 COM ( (Un as se puede extraer de 4 formas
diferentes; un rey se puede extraer de 4 formas diferentes","
entonces un as o un rey se puede extraer de 4 + 4 = 8 formas
diferentes".")))
```

```
(PUTQQ C017 COM ( (Para que todo quede claro"," este es un
analisis de la solucion correcta para el caso de la
extraccion de un as o un rey de una baraja completa"," este
es un analisis de la solucion correcta".")
```

La creación de secuencias remediales complejas exige del docente un gran cuidado, para lograr que la experiencia de aprendizaje presente un buen desglose del conocimiento que se pretende impartir, sin que resulte aburrida o fatigosa al estudiante.

Es importante anotar que en los Sistemas Tutoriales Interactivos, el recorrido mínimo que se puede realizar presenta un modelo de lo que sabe un *experto* (desde luego, no se trata de un verdadero experto en el tema o materia, sino de un modelo de expertez para un nivel correspondiente con el ciclo escolar al que está destinado el material educativo), mientras que el recorrido máximo de cada ramificación corresponde al de un estudiante que tiene que trabajar mucho para lograr la estructuración y organización del conocimiento que le presenta el Sistema Tutorial. Aquí, estamos manejando en general el modelo de diseño de instrucción asistida por computadora y en especial el modelo de experto en que queremos transformar al estudiante, tal como lo plantean Castañeda y López [29, pp. 159-164].

4.6 INDICE DE LOS SISTEMAS TUTORIALES YA DESARROLLADOS Y PROBADOS

Como resultado del proyecto de investigación "Cursos Interactivos de apoyo en temas especiales usando PC's", a la fecha se cuenta con un conjunto de 56 Sistemas Tutoriales No Interactivos e Interactivos probados y disponibles para su uso, además de los guiones para cuatro Tutoriales Interactivos y para tres No Interactivos. Estos materiales se pueden clasificar en las siguientes áreas del conocimiento:

- Computación
- Areas y Lenguajes de la Inteligencia Artificial
- Estadística
- Probabilidad y Muestreo
- Apoyos para la investigación
- Apoyos para el aprendizaje y hábitos de estudio
- Matemáticas para la Maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación.

A continuación se listan y describen, por área de conocimiento y grupos, los Sistemas Tutoriales que ya están probados y en uso.

4.6.1 Tutoriales No Interactivos sobre computación

- TUTORIAL DE EQUIPO OMPUTADORA PERSONAL (PC). Se da una introducción sobre las partes que conforman un equipo de computo.

- TUTORIAL SOBRE EL SISTEMA OPERATIVO MS-DOS. Se explica el uso y sintaxis de los principales comandos del Sistema Operativo MS-DOS.

- TUTORIAL SOBRE EL PROCESADOR DE PALABRAS WORDSTAR. Se explican las principales características y comandos de este procesador de palabras.

- TUTORIAL SOBRE EL PROCESADOR DE PALABRAS WORD V5. Se explican las principales características y comandos de este procesador de palabras.

- TUTORIAL SOBRE EL PROCESADOR DE PALABRAS WORD V5.5. Se explican las principales características y comandos de esta versión del procesador de palabras.

- TUTORIAL SOBRE EL PROCESADOR DE PALABRAS WORD PARA WINDOWS. Se explican las principales características y comandos de esta versión del procesador de palabras.

- TUTORIAL INICIAL DE LOTUS 1-2-3. Se explican las principales características y comandos de este paquete de hoja de calculo, incluyendo graficación.

- TUTORIAL AVANZADO DE LOTUS 1-2-3. Se explican las características y comandos avanzados de este paquete de hoja de calculo, incluyendo funciones arroba, macros y facilidades de base de datos, entre otras cosas.

- TUTORIAL DE DBASE III+. Se explican las principales características y comandos de este paquete de base de datos.

- TUTORIAL DE PAINTBRUSH. Se explican las principales características y comandos de este paquete gráfico.

- TUTORIAL BASICO DE HARVARD GRAPHICS. Se presentan las características y comandos para realizar todo tipo de gráficas.

- TUTORIAL AVANZADO DE HARVARD GRAPHICS. Se explican las capacidades para realizar gráficas de texto, organigramas, dibujos, presentaciones e importación y exportación de archivos.

- TUTORIAL PARA EL USO DE LA RED TELEUAM. Se explican las características y protocolos para utilizar la red TELEUAM.

- TUTORIAL DE WINDOWS. Se explican las principales capacidades de este ambiente y de sus accesorios.

- TUTORIAL DE CD-ROM. Características y forma de acceso a las bases CD-ROM que están disponibles en UAM-X.

4.6.2 Tutoriales No Interactivos sobre Estadística

- TUTORIAL DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA. Contiene las partes básicas de la Estadística Descriptiva, así como ejemplos, ejercicios y actividades propuestas. Se explica la forma de organizar los datos, las medidas de tendencia central, las medidas de dispersión, los tipos de muestreo, la fórmula de correlación de Pearson y la regresión lineal.

- TUTORIAL DE MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL. Se presentan desglosados los conceptos relacionados con esta rama de la Estadística Descriptiva, acompañados de ejemplos resueltos paso a paso. Se presentan ejemplos del cálculo de media, mediana y moda para datos no agrupados, agrupados en tablas de frecuencias simples y en tablas de intervalos.

- TUTORIAL DE ANALISIS COMBINATORIO. Se definen los principales conceptos del Análisis Combinatorio, junto con ejemplos y ejercicios comentados.

- TUTORIAL SPSSX/CYBER. Se explican los principales comandos de edición CYBER, así como las características y comandos del paquete estadístico SPSSX.

- TUTORIAL SPSS/PC. Se explican las características y comandos de SPSS/PC, así como la forma de utilizar el editor REVIEW.

- TUTORIAL SPSS EN EL EQUIPO HP3000. Se explican los comandos SPSS y el uso del editor del equipo HP3000.

- TUTORIAL SPSS EN EL EQUIPO HP9000. Se explican los comandos SPSS y el uso del editor del equipo HP9000, así como la forma de trasmitir archivos a equipo computadora personal (PC) en red.

- TUTORIALES SOBRE SERIES DE TIEMPO. Se trata de un grupo de **cinco** Tutoriales que cubren Tendencia lineal, Tendencia Parabólica, Variación Estacional, Tendencia Estacional y Promedios Móviles, y Variaciones cíclicas e irregulares.

TENDENCIA LINEAL: Se explica la tendencia lineal en series de tiempo, el procedimiento estadístico usando mínimos cuadrados, la transformación de la escala de tiempo, la forma de calcular valores estimados y el cálculo de residuales.

TENDENCIA PARABOLICA: Se explica la forma de calcular la tendencia parabólica en series de tiempo, por medio de mínimos cuadrados y se muestra un ejemplo de la obtención de valores y de valores futuros.

VARIACION ESTACIONAL: Se explican las fórmulas usadas para el cálculo de la variación estacional, el método de promedios móviles, el método de razón de promedios móviles y el cambio de patrón estacional.

TENDENCIA ESTACIONAL Y PROMEDIOS MOVILES: Se explica la tendencia exponencial en series de tiempo y su cálculo por mínimos cuadrados. Se explica el cálculo de valores estimados y futuros, así como el método de promedios móviles.

VARIACIONES CICLICAS E IRREGULARES: Se explica y ejemplifican las variaciones cíclicas e irregulares. Se presenta el ajuste por descomposición de factores y se presenta bibliografía sobre el tema.

4.6.3 Tutoriales Interactivos sobre Estadística

- TUTORIAL DE ANALISIS COMBINATORIO. Se definen los principales conceptos del Análisis Combinatorio, junto con ejemplos y ejercicios.

Pronto estará disponible una serie de **cinco** Tutoriales Interactivos que abarca todo los aspectos de la Estadística Descriptiva.

4.6.4 Tutoriales No Interactivos de apoyo a la investigación

- CONCEPTOS BASICOS DE ESTADISTICA. Se presentan los aspectos básicos de la Estadística.

- INVESTIGACION DOCUMENTAL. Se dan los lineamientos para la elaboración de fichas.

- EL ABSTRACT. Se explican paso a paso las características y forma de elaboración de un abstract.

- ELABORACION Y CODIFICACION DE CUESTIONARIOS. Se explica paso a paso cómo elaborar un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, cómo codificarlo y se incluye un ejemplo que llega hasta la escritura del programa SPSS para un cuestionario.

4.6.5 Tutoriales No Interactivos sobre apoyos para el aprendizaje y hábitos de estudio

- TUTORIAL SOBRE HABITOS DE ESTUDIO. Presenta recomendaciones y métodos para mejorar el aprendizaje.

4.6.6 Tutoriales de Matemáticas para la Maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación

- TUTORIAL DE INTRODUCCION AL CALCULO DE LA POBLACION. Se inicia con un análisis de las características de los sistemas numéricos, se definen las operaciones con números reales, así como las leyes de los exponentes y logaritmos. A continuación se presentan los conceptos y fórmulas relacionados con el cálculo de razones, proporciones y porcentajes para pasar a lo referente a interés simple y compuesto, así como a su aplicación en cálculos demográficos. Se presentan ejemplos del cálculo de diversas tasas poblacionales de tipo aritmético y geométrico y además se proporciona un formulario.

4.6.7 Tutoriales No Interactivos sobre áreas y lenguajes de Inteligencia Artificial

- TUTORIAL DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL. Se presenta una introducción a esta importante rama de la informática, así como a sus áreas y sus aplicaciones. Se habla acerca de sus objetivos, antecedentes, mitos y objeciones en su contra, así como de sus avances y su panorama en México.

- TUTORIAL DE SISTEMAS EXPERTOS. Se presentan las principales técnicas y conceptos relacionados con el desarrollo de este tipo de sistemas.

- TUTORIAL DE LISP Y PROLOG. Se explican las generalidades y diferencias entre estos dos lenguajes de programación, así como las bases de programación de cada uno. Se incluye la programación de algunas aplicaciones en cada lenguaje.

- TUTORIAL DEL LENGUAJE LISP. Se explica la sintaxis y se plantean ejercicios sobre las principales funciones del lenguaje LISP.

- TUTORIAL DE APLICACIONES DE LISP. Se muestran y analizan ejemplos de algunas aplicaciones en el lenguaje LISP. Se incluyen ejemplos de programación de búsqueda de amplitud, en profundidad, así como operaciones con conjuntos como unión, intersección y diferencia. Se muestra la programación de algunas funciones que ejemplifican el recorrido de listas y el uso de operadores aritméticos y lógicos. El Sistema permite que el alumno pruebe cada una de las funciones interactuando en línea con LISP.

- TUTORIAL DE APLICACIONES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL. Se muestran ejemplos de programación en lenguaje LISP en diferentes áreas de la Inteligencia Artificial. Se incluye un ejemplo de procesamiento de lenguaje natural y se muestra un sistema experto que contrasta la forma de búsqueda hacia adelante, hacia atrás y bayesiana.

- TUTORIAL DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES. Se presentan los principales objetivos y características de esta rama de la Inteligencia artificial. Se explican los sistemas de visión artificial, sus aplicaciones y la función MATCH, programada en LISP.

4.6.8 Tutoriales Interactivos sobre áreas y lenguajes de Inteligencia Artifical

- TUTORIAL DE AREAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. Se presenta una introducción a la I/A, así como sus áreas y aplicaciones. Se explican los aspectos fundamentales de las técnicas de resolución de problemas, los sistemas expertos, el procesamiento del lenguaje natural, la quinta generación y la robótica.

- TUTORIAL DE LOS LENGUAJES LISP Y PROLOG. Se explican las bases de programación de cada uno de los dos lenguajes. Para LISP se presentan en detalle los aspectos relativos a variables y declaraciones, condicionales y LOOPS, así como la forma de manipular listas. En cuanto a PROLOG, se habla de sus principales estructuras, tipos de datos y se presentan algunas aplicaciones.

- TUTORIAL DE REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO. Se explican las diferentes formas de representar el conocimiento, así como algunos métodos usuales para recuperar la información. Se explica la estructura de conocimiento, las representaciones procedimentales, las redes semánticas, los FRAMES y los SCRIPTS.

- TUTORIAL DE SISTEMAS EXPERTOS. Se presentan las principales técnicas y conceptos relacionados con el desarrollo de este tipo de sistemas. Se explica la estructura de un Sistema Experto, sus aplicaciones y los lenguajes y herramientas para su construcción. Por último, se muestran las características principales para la construcción de un sistema de este tipo.

- TUTORIAL DE SISTEMAS TUTORIALES. Se da una introducción a los Sistemas Tutoriales, las bases para su diseño y para el desarrollo instruccional. Se describe la perspectiva histórica, las bases para el diseño y desarrollo de la instrucción inteligente.

- TUTORIAL DE PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL. Se da una introducción al tema y se explican las características de los analizadores, así como los diferentes sistemas construidos para analizar texto. Se explican los aspectos referentes a sintaxis, semántica y gramática necesarios para la comprensión automatizada del lenguaje natural.

- TUTORIAL DE LA QUINTA GENERACION DE COMPUTADORAS. Se da una introducción, se señalan los requerimientos de hardware y software, así como las aplicaciones y perspectivas de esta generación de computadoras. Se muestran las características de este proyecto japonés.

- TUTORIAL DE TECNICAS DE SOLUCION DE PROBLEMAS. Se explican las técnicas de solución de problemas usadas en el campo de la Inteligencia Artificial y se presentan los tipos de búsqueda utilizados. Se muestran los sistemas GPS, las funciones heurísticas, se explica el uso de búsquedas en profundidad y a lo ancho primero, así como el método de generación y prueba.

- TUTORIAL DEL LENGUAJE MAPPER. Se presentan los aspectos básicos de este lenguaje. El uso de variables, de funciones manuales, el manejo de PASSWORDS y la forma de realizar impresiones e informes

- TUTORIAL DEL LENGUAJE PASCAL. Se presentan los aspectos básicos de este lenguaje, junto con algunos ejemplos de programación. Se explican las características y uso de los tipos de datos, de operadores y de funciones. Se presentan las expresiones de asignación, las estructuras de datos y de control, así como la estructura de subprogramas y apuntadores.

- TUTORIAL DEL LENGUAJE LISP. Se desarrollan las características sintácticas del lenguaje y se plantean ejercicios sobre sus principales funciones. Se explican y se dan ejemplos de uso de las funciones primitivas y de las funciones recursivas.

- TUTORIAL QUE EJEMPLIFICA LA INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO. Se ejemplifica el uso de esta rama de la Inteligencia Artificial en diferentes áreas del conocimiento, como son lingüística, aritmética, geografía e historia universal.

4.6.9 Tutoriales sobre el uso y creación de Sistemas Tutoriales

- MANUAL DEL ESTUDIANTE PARA LOS SISTEMAS NO INTERACTIVOS. Se explican las características y forma de uso de los Sistemas Tutoriales no Interactivos. Se señalan las partes comunes de los Sistemas Tutoriales. Se indica

cómo activar los Sistemas Tutoriales UAM-X, cómo navegar por las lecciones, cómo salir del tutor y cómo obtener copia impresa de los resúmenes complementarios de los tutores.

- MANUAL DEL DOCENTE PARA LOS SISTEMAS NO INTERACTIVOS. En este Tutorial se dan recomendaciones sobre las características que debe tener el guión de un Sistema Tutorial. Se explica cómo generar nuevos materiales, se explica cómo dar titulo al tutorial y nombrar las lecciones. Se indica la forma de anotar los créditos correspondientes a los autores del material y cómo compilar toda esta información. Se presenta una lección que indica como se debe probar el material y al final se presentan algunas referencias bibliográficas sobre la construcción de Tutoriales.

MANUAL DEL ESTUDIANTE PARA LOS SISTEMAS INTERACTIVOS. Se explica al estudiante cómo activar el tutor, cómo navegar por las lecciones, las opciones para continuar o abandonar el SISTEMA TUTORIAL.

TUTORIAL DE INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO PARA LA ELABORACION DE SISTEMAS TUTORIALES. Se explica cuáles son las características que debe tener un guión elaborado a partir del conocimiento experto de un docente, la forma de dosificar los contenidos educativos para la creación de Sistemas Tutoriales UAM-X, interactivos o no interactivos. Se detalla la forma de realizar secuencias ramificadas y su escritura computarizada.

SECCION 5. METODOLOGIA

A fin de satisfacer los objetivos planteados en este trabajo por medio de información directa sobre los efectos que tienen el nivel de interactividad y el tipo de contenido en el desempeño de los usuarios, se utilizaron doce grupos de alumnos para la aplicación experimental de los Sistemas Tutoriales. Con este trabajo experimental se efectúa la fase de observación del desempeño de los usuarios, marcada por López y Castañeda [32, p.174] entre los elementos de evaluación interna de programas instruccionales por computadora.

Los grupos se seleccionaron a partir de la aplicación de los dos factores de interés en el estudio: el primero constituido por el nivel de interactividad de los sistemas y el segundo por el tipo de conocimiento.

Bajo estas condiciones, se probaron los efectos de los Sistemas Tutoriales sobre: Aspectos Básicos de Análisis Combinatorio, Introducción a la Inteligencia Artificial y Bases del Sistema Operativo, tanto en la modalidad no interactiva como interactiva, de acuerdo con el diseño y características que se muestran en la Tabla I.

TABLA I. DISTRIBUCION DE LA MUESTRA POR GRUPOS, NIVEL DE INTERACTIVIDAD Y TIPO DE CONOCIMIENTO

SISTEMA TUTORIAL	NIVEL	TIPO DE CONOC.	GRUPOS
Inteligencia Artificial	No Inter-activo	DECLARATIVO	2
Inteligencia Artificial	Interactivo	DECLARATIVO	2
Sistema Operativo	No Inter-activo	PROC/BAJO NIV	2
Sistema Operativo	Interactivo	PROC/BAJO NIV	2
Análisis Combinatorio	No Inter-activo	PROC/ALTO NIV	2
Análisis Combinatorio	Interactivo	PROC/ALTO NIV	2

Sujetos: Se utilizó una muestra conveniente configurada con 12 de los 17 grupos de alumnos del Tronco Divisional de Ciencias Sociales de la UAM-X, durante el trimestre 95/I. En total se trabajó con 204 estudiantes, entre hombres y mujeres, inscritos en segundo (Módulo "Historia y Sociedad") y tercer trimestre (Módulo "México, Economía, Política y Sociedad"). La participación en la muestra no fue

probabilística debido a la dificultad de trabajar con grupos completos de estudiantes en las condiciones reales de un trimestre normal, con las limitaciones de tiempo que esto implica para el docente a cargo, quien en el caso de los grupos con que trabajamos aceptó cedernos una de sus sesiones. A pesar de esto, dada la experiencia del uso de los Sistemas Tutoriales con nuestros propios grupos, consideramos que los resultados obtenidos pueden ser válidos en general.

Escenario: Se trabajó en las salas de cómputo para alumnos del Centro de Cómputo de la Unidad Xochimilco, donde se dispuso de una máquina por alumno y se propició el trabajo individual, sin presiones de evaluación ni de tiempo, bajo condiciones normales de ruido y ventilación.

Materiales:

a) **Exámenes:** Se aplicó un cuestionario preliminar, cuya primera parte se dedica a obtener un *perfil mínimo* del sujeto sobre su lugar de residencia (para ubicar de manera aproximada el perfil socioeconómico), edad, tipo de escuela de procedencia, promedio de calificaciones y carrera; a continuación se les realiza un *examen preliminar* formado por una breve serie de preguntas acerca de los conocimientos que ya puedan tener sobre el tema, en forma muy general, de tipo exploratorio, a fin de detectar los conocimientos previos sobre el tema. El número de preguntas de este examen fue de 3 y para evaluar se anotó el número de preguntas contestadas adecuadamente, en una escala que va de 0 (no contestó) a 3 (contestó todo bien).

   El *segundo examen*, además de incluir elementos que permiten relacionarlo con cada sujeto, se dedicó a explorar los conocimientos adquiridos durante la sesión con el Sistema Tutorial correspondiente. Estas evaluaciones posteriores se basan en el material presentado por medio del Sistema Tutorial correspondiente. El número total de preguntas en cada examen es de 10 y para evaluar el examen se contabiliza el total de preguntas contestadas en forma correcta en una escala que va de 0 a 10.
   En los apéndices A1 a A9 se presenta el conjunto de cuestionarios que se aplicó durante las diferentes fases del trabajo de campo con estudiantes.

b) **Sistemas Tutoriales:** Se utilizaron en total seis Sistemas Tutoriales diferentes, tres no interactivos y tres interactivos; debido a que sólo se trabajó con los grupos y el materia educativo en una sesión con duración máxima de dos horas, los diskettes preparados para los alumnos exclusivamente contenían la primera lección de cada

Sistema Tutorial. Como ya se mencionó al inicio de esta sección, los temas fueron Inteligencia Artificial (conocimiento declarativo), Introducción al Sistema Operativo MS-DOS (conocimiento procedimental de bajo nivel) y Análisis Combinatorio (conocimiento procedimental de alto nivel). La base de conocimiento de los Sistemas Tutoriales de Inteligencia Artificial se limita a la presentación de algunas definiciones básicas y a la descripción de su desarrollo histórico, por lo que se trata de un conocimiento de tipo declarativo. En los Sistemas Tutoriales sobre el Sistema Operativo, además de algunos conceptos básicos y definiciones, se indican los efectos de diversos comandos, tratándose de algorítmos o procedimientos relativamente simples, por lo que la base de conocimiento se considera procedimental de bajo nivel. En el caso del Análisis Combinatorio, se trata de una base de conocimiento procedimental de alto nivel, ya que los algorítmos y operaciones involucrados implican un mayor esfuerzo y cuidado por parte del estudiante.

En los Sistemas Tutoriales Interactivos se incluye en el programa de computadora una función que va anotando el desempeño del alumno durante su interacción con el tutor, es decir cuál es el tipo individual de recorrido que cada estudiante realiza en los árboles teóricos de decisión que constituyen la base de conocimiento del tutorial. Estos recorridos representan la serie de pasos que cada estudiante hubo de realizar para lograr adquirir el conocimiento que se le pretende impartir, por lo que a un recorrido mínimo se le asigna la calificación más elevada ya que le corresponden menos pasos realizados antes de proporcionar una respuesta correcta y, por el contrario, al recorrido máximo se le asigna la menor calificación. Para evaluar, al concluir el uso del tutorial, estas cadenas individuales de desempeño se guardan en un archivo propio, se comparan con la cadena óptima de desempeño lineal propuesta para cada tutor en particular; además, por separado se contabiliza la longitud mínima y máxima de recorrido de los alumnos que revisaron cada tutorial y se califican con base en una escala de 1 y 5, aplicando los siguientes criterios:

- 5 para el recorrido que sigue una secuencia lineal, sin caer en ninguna secuencia remedial.
- 4 al recorrido mínimo.
- 3 y 2 a cualquier recorrido intermedio.
- 1 al recorrido máximo.

Quedando la calificación de la siguiente manera:

- 5 desempeño ideal propuesto por cada tutorial.
- 4 desempeño con recorrido mínimos de cadenas remediales.
- 3 desempeño con recorrido medios de cadenas remediales.
- 2 desempeño con recorrido amplio de cadenas remediales.
- 1 desempeño con recorrido máximo de cadenas remediales.

Esta es la función LISP que se programó para contabilizar el desempeño de cada estudiante durante el uso de los Sistemas Tutoriales:

```
(DEFUN CUENTA (LAMBDA (L)
((NULL L) 'FIN)
(SETQ A (LENGTH (CAR L)))
(PRIN1 (CAR (CAR L)))
(PRIN1 '--)
(PRINT (DIFFERENCE A 1))
(CUENTA (CDR L))))
```

Procedimiento: Una vez seleccionados los grupos, de acuerdo con su disponibilidad (anuencia del docente de Taller de matemáticas y respeto al horario normal de clases) los estudiantes recibieron instrucciones generales y motivación para colaborar en un estudio sobre la efectividad del uso de Sistemas Tutoriales en la enseñanza en UAM-X. Se les solicitó trabajaran en forma individual, sobre todo al momento de llenar las formas que se les proporcionarían, indicándoles con toda claridad que los resultados que obtuvieran sólo serían para los fines del estudio, sin relación alguna con su evaluación de Taller de Matemáticas.

Posteriormente se les proporcionó el cuestionario preliminar correspondiente, según el Sistema Tutorial que fueran a usar. Conforme terminaban, se les iba proporcionando el diskette con el tutorial, con las indicaciones para iniciar su uso y se les dejaba trabajar a su propia velocidad.

Al concluir, se recogía el diskette y se les entregaba el cuestionario para la evaluación de los conocimientos adquiridos. En el caso de los Tutoriales Interactivos, los diskettes quedaban identificados, a fin de relacionar los recorridos con los cuestionarios y exámenes de cada estudiante.

Diseño de la investigación: Se utilizó un diseño de *bloques independientes de dos factores: 2 x 3*, donde el primer factor estuvo constituido por el *nivel de interactividad* y el segundo por el *tipo de conocimiento* presentado, de acuerdo con la Tabla II.

TABLA II. CONTENIDOS POR TIPO DE CONOCIMIENTO Y NIVEL DE INTERACTIVIDAD

		TIPO DE CONOCIMIENTO		
		DECLARATIVO	PROCEDIMENTAL DE BAJO NIVEL	PROCEDIMENTAL DE ALTO NIVEL
NIVEL DE INTER-ACTIVIDAD	INTER-ACTIVO	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	SISTEMA OPERATIVO	ANALISIS COMBINATORIO
	NO INTER-ACTIVO	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	SISTEMA OPERATIVO	ANALISIS COMBINATORIO

SECCION 6. RESULTADOS DEL TRABAJO DE CAMPO

Con los resultados de las evaluaciones aplicadas antes y después del uso de los Sistemas Tutoriales No Interactivos e Interactivos de Inteligencia Artificial (I/A), Análisis Combinatorio y Sistema Operativo MS-DOS, se realizaron distintos agrupamientos tabulares y pruebas estadísticas, por medio de las rutinas FREQUENCIES, CROSSTABS y ANOVA del paquete estadístico SPSS (véase el Apéndice 10). También se realizaron pruebas de Wilcoxon y *U* de Mann-Whitney por medio de una hoja electrónica de cálculo.

Estas tablas y resultados estadísticos, acompañados por la interpretación correspondiente son el tema de este apartado.

6.1 MODALIDAD DE LOS SISTEMAS TUTORIALES, TIPO DE CONOCIMIENTO, PERFIL Y CARACTERISTICAS VOCACIONALES DE LOS PARTICIPANTES

Como ya se anotó, en total se trabajó con 204 estudiantes, de los cuales 107 utilizaron Sistemas Tutoriales Interactivos y 97 Sistemas Tutoriales No Interactivos. En cuanto a tipo de conocimiento, 72 estudiantes usaron un Sistema Tutorial con contenido de tipo declarativo, 65 de tipo procedimental de alto nivel y 67 de tipo procedimental de bajo nivel, distribuidos como se muestra en la Tabla III.

TABLA III. NUMERO DE ESTUDIANTES POR MODALIDAD DE SISTEMA TUTORIAL, TIPO DE CONOCIMIENTO Y CONTENIDO

TIPO DE CONOCIMIENTO

MODALIDAD		INTELIGENCIA ARTIFICIAL: *DECLARATIVO*	ANALISIS COMBINATORIO: *PROCEDIMENTAL DE ALTO NIVEL*	MS-DOS: *PROCEDIMENTAL DE BAJO NIVEL*	TOTAL RENGLON
	INTER-ACTIVO	36 17.6%	37 18.1%	34 16.7%	107 52.5%
	NO INTER.	36 17.6%	28 13.7%	33 16.2%	97 47.5%
	TOTAL COL	72 35.3%	65 31.9%	67 32.8%	204 100%

En cuanto al perfil de los estudiantes que participaron, el promedio de edad fue de 21 años, con un caso de edad mínima de 15 años y uno de edad máxima de 40 años; la mayoría (52 participantes) anotó 19 años. La distribución por género fue de 57% mujeres y 43% hombres. En lo que se refiere a zona de residencia, variable que sirve para indicar en forma aproximada el nivel socioeconómico de los estudiantes, 16%

viven en la Delegación Coyoacán, 15% en la Delegación Iztapalapa y 15% anotaron lugares que corresponden a la zona conurbada del Estado de México.

La información recabada sobre la escuela de procedencia indica que el 77% cursaron sus estudios anteriores en escuelas públicas y el 23% provienen de escuelas privadas. La mayoría, 51.5%, declararon un promedio de 8 en el bachillerato y en promedio el conjunto de participantes tuvo 8.2 de calificación en ese mismo nivel de estudios. Para secundaria la mayoría, 43%, anotó 9 de promedio y para este ciclo el promedio general declarado por los participantes fue de 8.7.

La distribución de los participantes en cuanto a la carrera que van a cursar en la UAM-X se presenta en la Tabla IV.

TABLA IV. NUMERO DE PARTICIPANTES POR CARRERA

CARRERA	NUMERO DE PARTICIPANTES	
	Absoluto	Porcentaje
Comunicación	72	36%
Psicología	40	20%
Administración	33	17%
Sociología	32	16%
Economía	11	15%

Se realizó un análisis de varianza para determinar los efectos diferenciales de las variables edad, sexo, carrera, promedio obtenido en bachillerato, delegación de residencia y escuela de procedencia (*perfil del alumno*) en el desempeño de los alumnos en la evaluación realizada después de emplear los Sistemas Tutoriales UAM-X. Se observó que **no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las variables** que tipifican el perfil del alumno y su desempeño ante los tutoriales. Los valores obtenidos respectivamente para cada una de las variables del perfil fueron:

1.232, 2.27, 0.551, 2.603, 0.567 y 2.276

ninguno de los cuales es mayor que los valores de F en tablas para un nivel de significancia de 0.05, que son, respectivamente:

1.801, 3.888, 2.417, 2.650, 1.801 y 3.888

6.2 RESULTADOS RELACIONADOS CON LAS EVALUACIONES Y EL DESEMPEÑO

Al relacionar el tipo y contenido del tutorial utilizado con las evaluaciones realizadas antes y después del uso del material educativo, se obtuvieron las evaluaciones que se presentan en la Tabla V.

TABLA V. EVALUACIONES OBTENIDAS POR LOS PARTICIPANTES ANTES DEL USO DE LOS SISTEMAS TUTORIALES, POR NIVEL DE INTERACTIVIDAD Y CONTENIDO

	EVALUACION			
NIVEL/CONTENIDO	NA = 0	S = 1	B = 2	MB = 3
NO INTERACTIVO DE I/A	32	3	1	0
INTERACTIVO DE I/A	31	5	0	0
NO INTERACTIVO DE ANALISIS COMBINATORIO	28	0	0	0
INTERACTIVO DE ANALISIS COMBINATORIO	36	1	0	0
NO INTERACTIVO DE MS-DOS	27	1	3	2
INTERACTIVO DE MS-DOS	19	9	1	5
TOTAL	**173**	**19**	**5**	**7**
PORCENTAJE	**84.8**	**9.3**	**2.5**	**3.4**

Según se puede ver en la Tabla V, excepto en lo que se refiere a conocimientos sobre el sistema operativo MS-DOS, la gran mayoría de los participantes (84.8%) fueron casi por completo incapaces de contestar en forma correcta el cuestionario preliminar.

Como ya se indicó, después de trabajar a su propia velocidad con el Sistema Tutorial que se aplicó en cada grupo, los estudiantes recibieron un segundo cuestionario, para el cual se obtuvieron las evaluaciones de la Tabla VI.

TABLA VI. EVALUACIONES OBTENIDAS POR LOS PARTICIPANTES DESPUES DEL USO DE LOS SISTEMAS TUTORIALES, POR NIVEL DE INTERACTIVIDAD Y CONTENIDO

	EVALUACION			
NIVEL/CONTENIDO	NA = 0	S = 1	B = 2	MB = 3
NO INTERACTIVO DE I/A	3	11	17	5
INTERACTIVO DE I/A	3	11	17	5
NO INTERACTIVO DE ANALISIS COMBINATORIO	1	9	11	7
INTERACTIVO DE ANALISIS COMBINATORIO	0	8	4	25
NO INTERACTIVO DE MS-DOS	1	14	10	8
INTERACTIVO DE MS-DOS	0	2	19	13
TOTAL	**11**	**53**	**74**	**66**
PORCENTAJE	**5.4**	**26.0**	**36.3**	**33.4**

A fin de poder apreciar mejor el cambio en las evaluaciones, a continuación, en la Tabla VII, se condensan sus totales y porcentajes previos y posteriores.

TABLA VII. NUMERO TOTAL DE PARTICIPANTES PARA LAS EVALUACIONES PREVIAS Y POSTERIORES

		EVALUACION			
EXAMEN		NA = 0	S = 1	B = 2	MB = 3
PREVIO	TOTAL	173	19	5	7
	PCT	84.8%	9.3%	2.5%	3.4%
POSTERIOR	TOTAL	11	53	74	66
	PCT	5.4	26.0	36.3	33.4

En general, al analizar por medio de la prueba no paramétrica de intervalos con signo de observaciones apareadas de

Wilcoxon, manejando los pares correspondientes al desempeño del estudiante en la evaluación antes y la evaluación posterior al uso de cada uno de los Sistemas Tutoriales, los valores absolutos de *Z* siempre resultaron mayores de 1.96 (región de rechazo de la hipótesis nula con un valor alfa de .05); por lo tanto, se puede afirmar que siempre hubo diferencia significativa entre el desempeño antes y después del uso de los tres diferentes tipos de Sistemas Tutoriales, tanto en la modalidad interactiva como no interactiva. Se puede concluir que, al menos en el tiempo transcurrido entre la sesión con el Sistema Tutorial y la aplicación de la prueba evaluatoria del conocimiento adquirido, sí hubo aprendizaje observable dada la diferencia estadísticamente significativa.

6.3 RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES POR TIPO DE CONOCIMIENTO

Si las evaluaciones se desglosan para cada uno de los tipos de conocimiento y su forma de presentación en Sistema Tutorial, se tienen los Tablas y análisis que se presentan a continuación, empezando por conocimiento declarativo, después procedimental de alto nivel y por último procedimental de bajo nivel. Esta clasificación por tipo de conocimiento sirvió de base para efectuar un análisis de varianza, el cual indica que sí existe diferencia significativa entre la variable tipo de conocimiento y el desempeño del alumno ante los tutoriales. El valor obtenido para la variable tipo de conocimiento fue:

7.179

que es mayor que el valor de F en tablas para un nivel de significancia de 0.05, que es de:

3.041

TABLA VIII. EVALUACIONES PREVIAS Y POSTERIORES SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL (CONOCIMIENTO DECLARATIVO), POR NIVEL DE INTERACTIVIDAD

		EVALUACION							
NIVEL	EXAMEN	NA = 0		S = 1		B = 2		MB = 3	
NO INTER-ACTIVO	PREVIO	32	89%	3	8%	1	3%	0	0%
	POST.	3	8%	11	30.5%	17	47.5%	5	14%
INTER-ACTIVO	PREVIO	31	86%	5	14%	0	0%	0	0%
	POST.	6	17%	9	25%	13	36%	8	22%

El contenido de la Tabla VIII indica que en los grupos que participaron, quienes dadas las evaluaciones preliminares sabían poco del tema, presentaron una ligera superioridad en la evaluación posterior cuando se utilizó la versión interactiva del Sistema Tutorial de Inteligencia Artificial.

Si se agrupan las evaluaciones obtenidas antes de usar los Sistemas Tutoriales No Interactivo e Interactivo de Inteligencia Artificial, se observa que en general los alumnos no tenían conocimiento previo sobre el tema (como ya se anotó), puesto que en la evaluación realizada antes de que hicieran uso del tutorial los grupos obtuvieron calificación de NA en los siguientes porcentajes:

86% en la modalidad interactiva, y
89% en la no interactiva.

Los resultados completos de esta evaluación se encuentran a continuación en la Tabla IX.

TABLA IX. EVALUACION PREVIA AL USO DEL TUTORIAL DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL *

CONOCIMIENTO/ NIVEL	EVALUACION			
	NA	S	B	MB
I/A, Interactivo	31 86%	5 14%	0 0%	0 0%
I/A, No Interactivo	32 89%	3 8%	1 3%	0 0%

En 1a evaluación realizada después del uso del tutorial, se encontró que un 58.3% obtuvieron calificaciones de B y MB en la modalidad interactiva y un 68.1% en la modalidad no interactiva. Se puede concluir que el aprendizaje de los alumnos en el caso del conocimiento de tipo declarativo fue casi igual en las dos modalidades. Los resultados se encuentran en la tabla que sigue.

* Porcentajes calculados con base en el total por renglón.

TABLA X. EVALUACION POSTERIOR AL USO DEL TUTORIAL DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL *

CONOCIMIENTO/ NIVEL	EVALUACION			
	NA	S	B	MB
I/A, Interactivo	6 16.7%	9 25%	13 36.1%	8 22.2%
I/A, No Interactivo	3 8%	11 30.5%	17 47.5%	5 14%

Al calcular los valores de la prueba *U* de Mann-Whitney para los resultados de las evaluaciones posteriores al uso de los Sistemas Tutoriales Interactivo y No Interactivo de Inteligencia Artificial se obtuvo un valor absoluto de *z* igual a 0.2541, que no es mayor que el valor en tablas (1.96) para un nivel de significancia de .05, lo cual indica que el desempeño de los alumnos en ambas modalidades para el contenido de Inteligencia Artificial no presenta diferencia significativa.

En cuanto al conocimiento procedimental de alto nivel, las tablas y estadísticas para los Sistemas Tutoriales No Interactivo e Interactivo de Análisis Combinatorio dan lo siguiente.

TABLA XI. EVALUACIONES PREVIAS Y POSTERIORES SOBRE ANALISIS COMBINATORIO (CONOCIMIENTO PROCEDIMENTAL DE ALTO NIVEL), POR NIVEL DE INTERACTIVIDAD

		EVALUACION							
NIVEL	EXAMEN	NA = 0		S = 1		B = 2		MB = 3	
NO INTER-ACTIVO	PREVIO	28	100%	0	0%	0	0%	0	0%
	POST.	1	4%	9	32%	11	39%	7	25%
INTER ACTIVO	PREVIO	36	97%	1	3%	0	0%	0	0%
	POST.	0	0%	8	22%	4	11%	25	66%

El contenido de la Tabla XI indica que en los grupos que participaron, quienes dadas las evaluaciones preliminares sabían prácticamente nada del tema, presentaron una franca

* Porcentajes calculados con base en el total por renglón.

superioridad en la evaluación posterior cuando se utilizó la versión interactiva del Sistema Tutorial de Análisis Combinatorio.

En la evaluación previa al uso de estos tutoriales, se observó que la mayoría no poseían conocimientos sobre el tema, ya que el 100% de quienes hicieron uso del tutorial no interactivo y el 97.3% de quienes usaron el interactivo obtuvieron NA de calificación preliminar, según se puede ver en la Tabla XII.

TABLA XII. EVALUACION PREVIA AL USO DEL SISTEMA TUTORIAL DE ANALISIS COMBINATORIO *

CONOCIMIENTO	CALIFICACION			
	NA	S	B	MB
A. Combinatorio Interactivo	36 97.3%	1 2.7%	0 0%	0 0%
A. Combinatorio No Interactivo	28 100%	0 0%	0 0%	0 0%

En la evaluación que se realizó una vez que los alumnos trabajaron con los Tutoriales respectivos, se observó en el caso del tutorial interactivo que el 67.6 % obtuvo MB y el 78.4 % obtuvo MB o B, mientras que el 64.3 % obtuvo B o MB para el tutorial no interactivo, según se puede ver a continuación en la Tabla XIII.

TABLA XIII. EVALUACION POSTERIOR AL USO DEL TUTOR DE ANALISIS COMBINATORIO *

CONOCIMIENTO	CALIFICACION			
	NA	S	B	MB
A. Combinatorio Interactivo	0 0%	8 21.6%	4 10.8%	25 67.6%
A. Combinatorio No Interactivo	1 3.6%	9 32.1%	11 39.3%	7 25%

* Porcentajes calculados con base en el total por renglón.

Al aplicar la función CHI cuadrada, se obtuvo un valor de 13.4 con 3 grados de libertad, que es mayor que el valor en las tablas de la función, que es igual a 7.8 y con una significancia de .05, lo cual indica que sí existe diferencia en el desempeño de los alumnos cuando estudian bajo una u otra modalidad de los Sistemas Tutoriales.

La conclusión a partir de esta tabla es que se observa que el alumno sí mejora su aprendizaje con el uso de un Sistema Tutorial Interactivo.

Al calcular los valores de la prueba *U* de Mann-Whitney para los valores correspondientes a las evaluaciones posteriores al uso de los Sistemas Tutoriales Interactivo y No Interactivo de Análisis Combinatorio, se obtuvo un valor absoluto de *z* igual a 2.55, mayor que el valor en tablas (1.96) para un nivel de significancia de .05, lo cual indica que en ambas modalidades de presentación de este contenido de tipo procedimental de alto nivel el desempeño de los alumnos sí presenta diferencia significativa, es decir que el aprendizaje resulta mejor con el Sistema Tutorial Interactivo.

La tercera forma experimental de uso de los Sistemas Tutoriales en sus dos modalidades se efectuó con un conocimiento procedimental de bajo nivel, introducción al Sistema Operativo MS-DOS, con los resultados que siguen en la Tabla XIV.

TABLA XIV. EVALUACIONES PREVIAS Y POSTERIORES SOBRE EL SISTEMA OPERATIVO MS-DOS (CONOCIMIENTO PROCEDIMENTAL DE BAJO NIVEL), POR NIVEL DE INTERACTIVIDAD

		EVALUACION							
NIVEL	EXAMEN	NA = 0		S = 1		B = 2		MB = 3	
NO INTER-ACTIVO	PREVIO	27	82%	1	3%	3	9%	2	6%
	POST.	1	3%	14	42.5%	10	30%	25	24.5%
INTER-ACTIVO	PREVIO	19	56%	9	26%	1	3%	5	15%
	POST.	0	0%	2	6%	19	56%	13	38%

Lo cual indica que en los grupos que participaron, quienes dadas las evaluaciones preliminares ya tenían algunos conocimientos sobre el tema, sí presentaron diferencia en la evaluación posterior cuando se utilizó la versión interactiva del Sistema Tutorial sobre Sistema Operativo MS-DOS, aunque ésta no es tan acentuada como sucedió con el conocimiento procedimental de alto nivel.

La evaluación previa al uso de los Sistemas Tutoriales mostró que el 55.9 % de los alumnos que hicieron uso del tutorial interactivo y el 81.8 % de quienes usaron la modalidad no interactiva, carecían de conocimientos sobre el tema, según se puede ver en la Tabla XV.

TABLA XV. EVALUACION ANTES DEL USO DEL SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL SISTEMA OPERATIVO MS-DOS *

CONOCIMIENTO	CALIFICACION			
	NA	S	B	MB
MS-DOS Interactivo	19 55.9%	9 26.5%	1 2.9%	5 14.7%
MS-DOS No Interactivo	27 81.8%	1 3%	3 9.1%	2 6.1%

En la evaluación que se realizó después de hacer uso de los Tutoriales se encontró que el 94.1% obtuvo una calificación de B o MB en el uso de la modalidad interactiva y que el 54.5% obtuvo B o MB al estudiar por medio de la modalidad no interactiva, según se puede ver en la Tabla XVI.

TABLA XVI. EVALUACION DESPUES DEL USO DEL SISTEMA TUTORIAL SOBRE EL SISTEMA OPERATIVO MS-DOS *

CONOCIMIENTO	CALIFICACION			
	NA	S	B	MB
MS-DOS Interactivo	0 0%	2 5.9%	19 55.9%	13 38.2%
MS-DOS No Interactivo	1 3%	14 42.4%	10 30.3%	8 24.2%

Se hizo una prueba CHI cuadrada que dio un valor de 13.97 con 3 grados de libertad, lo cual es mayor que el valor en tablas de la función que es igual a 7.8 con una significancia de .05, resultado que nos indica que sí existe diferencia en el desempeño de los alumnos con el uso de una u otra modalidad.

---

* Porcentajes calculados con base en el total por renglón.

Se observa que los alumnos mejoraron su aprendizaje con el uso de un tutorial interactivo, es decir en apariencia el conocimiento de tipo procedimental se puede trasmitir mejor a través de un tutorial interactivo.

Al calcular los valores de la prueba *U* de Mann-Whitney para los valores de las evaluaciones posteriores al uso de los Sistemas Tutoriales Interactivo y No Interactivo sobre el Sistema Operativo MS-DOS, se obtuvo un valor absoluto de *z* igual a 2.67, que es mayor que el valor en tablas (1.96) para un nivel de significancia de .05, lo cual indica que el desempeño de los alumnos en ambas modalidades para este tipo de Sistemas Tutoriales sí presenta diferencia significativa, por lo que se considera que el aprendizaje resulta mejor con el Sistema Tutorial Interactivo.

6.4 DESEMPEÑO POR MODALIDAD DE LOS SISTEMAS TUTORIALES

En cuanto al desempeño logrado al utilizar los Sistemas Tutoriales No Interactivos e Interactivos, se efectuó un análisis de varianza, el cual indica que sí existe diferencia significativa entre la variable modalidad y el desempeño del alumno ante los tutoriales. El valor obtenido para la variable modalidad fue:

9.601

que es mayor que el valor de F en tablas para un nivel de significancia de 0.05, que es de:

3.888

Para los Sistemas Tutoriales Interactivos, se tiene lo siguiente.

TABLA XVII. TIPO DE CONOCIMIENTO POR EVALUACION DE DESEMPEÑO, SISTEMAS TUTORIALES INTERACTIVOS

EVALUACION	DECLARATIVO		PROC. DE ALTO NIVEL		PROC. DE BAJO NIVEL		Tot
1 (recorrido máximo)	9	4.4%	1	0.5%	1	0.5%	11 5.4%
2 (recorrido amplio)	20	9.8%	17	8.3%	16	7.8%	53 20%
3 (recorrido medio)	30	14.7%	15	7.4%	29	14.2%	74 36%
4 (recorrido mínimo)	13	6.4%	32	15.7%	21	10.3%	66 33%
TOTAL	72	35.3%	65	31.9%	67	32.8%	204

Al analizar en la Tabla XVII las evaluaciones de desempeño, que como ya se explicó se basan en la longitud de los recorridos de las secuencias remediales, en relación con el tipo de conocimiento presentado a los participantes, se puede ver que, aunque no hubo quien transitara por el recorrido óptimo para ninguno de los Sistemas Tutoriales, en el conocimiento declarativo sí hubo un 4% que siguió el recorrido máximo, mientras que para cada uno de los otros dos tipos de conocimiento este tipo de recorrido sólo se dio en el .5% (1 persona en cada Sistema Tutorial).

Aunque, a partir de la experiencia en el aula, se puede afirmar que en general a los estudiantes se les dificulta más el manejo del conocimiento procedimental de alto nivel, los participantes en este trabajo presentaron un buen desempeño con el uso del Sistema Tutorial Interactivo de Análisis Combinatorio, puesto que es aquí donde se concentró el mayor porcentaje de recorridos mínimos, 15.7%. Por otra parte, el desempeño para el conocimiento procedimental de bajo nivel no fue tan bueno, con un 14% con recorrido medio, valor 3.

Se observa que el 54.3 % de los alumnos que usaron el Tutor Interactivo de Análisis Combinatorio obtuvieron MB, mientras que sólo el 28.3% de quienes usaron el Tutor Interactivo del Sistema Operativo y el 17.4% de los quienes usaron el Tutor Interactivo de Inteligencia Artificial obtuvieron MB, según se puede ver en la Tabla XVIII.

TABLA. XVIII. EVALUACION DESPUES DEL USO DE LOS SISTEMAS TUTORIALES INTERACTIVOS *

CONOCIMIENTO	CALIFICACION			
	NA	S	B	MB
Análisis Combinatorio	0 0%	8 42.1%	4 11.1%	25 54.3%
Inteligencia Artificial	6 100%	9 47.4%	13 36.1%	8 17.4%
Sistema Operativo MS-DOS	0 0%	2 10.5%	19 52.8%	13 28.3%

Una posible explicación sobre las causas de la variación en el desempeño de los alumnos, es que en el Sistema Tutorial de Análisis Combinatorio se ofrecen secuencias remediales más ricas que en los otros dos tutoriales, los cuales por el momento están diseñados tan sólo para que el alumno ponga mayor atención en la lectura, puesto que las secuencias remediales son breves y del tipo "lectura de comprensión" y "parafraseo de lo recién presentado".

En el Sistema Tutorial de Análisis Combinatorio (conocimiento de tipo procedimental) en las secuencia presentadas se cuida que el alumno cuente con los conocimientos previos necesarios para poder avanzar en la adquisición del nuevos conocimientos, mientras que en los tutoriales de Sistema Operativo (conocimiento también de tipo procedimental, pero de bajo nivel de complejidad) y en el de Inteligencia Artificial (conocimiento de tipo declarativo) se cuidó solamente que se hiciera una lectura más cuidadosa y profunda, pero en el momento de hacer el experimento se observó que resulta necesario incluir en las secuencias remediales estrategias para determinar si los alumnos comprenden la terminología empleada. Parece ser que en los tutoriales de Sistema Operativo y de Inteligencia Artificial gran parte de los términos y conceptos que se manejan resultan ser ajenos a la mayoría de los alumnos, ya que no forman parte de su bagaje cultural y necesitan contextualizarlos.

Se hizo una comparación entre los tres diferentes Sistemas Tutoriales No Interactivos, a fin de identificar en cuál de éstos lograron un mejor desempeño.

---

* Porcentajes calculados con base en el total por columna.

Se observó que de los alumnos que obtuvieron MB al estudiar por medio de los Sistemas Tutoriales no interactivos, un 40% corresponde a quienes trabajaron con el Tutor de Sistema Operativo, 35% al tutor de Análisis Combinatorio y 25% para el Tutorial de Inteligencia Artificial, según se puede ver en la tabla que sigue.

TABLA XIX. EVALUACION DESPUES DEL USO DE LOS SISTEMAS TUTORIALES NO INTERACTIVOS *

CONOCIMIENTO	CALIFICACION			
	NA	S	B	MB
Análisis Combinatorio	1 20%	9 26.5%	11 28.9%	7 35%
Inteligencia Artificial	3 60%	11 32.4%	17 44.7%	5 25%
Sistema Operativo MS-DOS	1 20%	14 41.2%	10 26.3%	8 40%

Se observa un mejor desempeño en los alumnos que revisaron el Sistema Tutorial No Interactivo de Análisis Combinatorio, lo cual quizá se deba a aunque en los Tutoriales No Interactivos sólo presentan información pantalla por pantalla al alumno, en el Tutorial de Análisis Combinatorio se le pide también al alumno que realice algunos ejercicios con papel y lápiz, lo cual introduce un cierto elemento de interactividad limitada (subnivel de interactividad) y de operacionalidad por parte del sujeto; posteriormente, en éste mismo tutorial se presenta la respuesta correcta para que el alumno la compare con la suya, dándole oportunidad de autoevaluarse y de recibir retroalimentación. Detallando, se le pide al alumno que en un ejercicio aplique las operaciones y conceptos que se le proporcionan a través del Tutorial, para de inmediato en la pantalla siguiente darle elementos de refuerzo.

En el Tutorial no interactivo del Sistema Operativo se le presenta información al alumno, pero además se le dan algunos ejemplos sobre el uso de diferentes comandos. Sin embargo, no se le indica que realice operaciones, ni tiene oportunidad de contrastar resultados de acciones propias con resultados contenidos en el tutorial, lo cual le proporcionaría la muy necesaria retroalimentación.

---

* Porcentajes calculados con base en el total por columna.

En el Sistema Tutorial no Interactivo de Inteligencia Artificial sólo se le proporciona información al estudiante, pero no se le pide que realice ninguna acción en la cual la aplique; no recibe ninguna retroalimentación.

Esto nos muestra que en el momento de la transmisión del conocimiento el alumno aprende mejor si se le pide que realice alguna acción aplicando la información recién recibida, por lo que se puede afirmar que se logra un mejor aprendizaje cuando el sujeto manipula en alguna forma el conocimiento que acaba de adquirir.

En el caso de los Sistemas Tutoriales no Interactivos, se logra que el alumno manipule el conocimiento simplemente al pedirle que haga algunos ejercicios de aplicación de la información, como en el caso del tutorial de Análisis Combinatorio y de Sistema Operativo, lo cual no ocurre en el caso del Sistema Tutorial de Inteligencia Artificial. En los materiales educativos de cualquier tipo se debe de incluir alguna forma para que el alumno logre manipular directamente el conocimiento, a través de aplicaciones (sin importar lo sencillas que sean) y con alguna forma de verificación (retroalimentación).

SECCION 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta sección se concentran los resultados obtenidos en el trabajo de campo y a partir de estas conclusiones se efectúan algunas recomendaciones sobre las posibilidades de uso de la tecnología en la educación, centradas en la computadora personal y los Sistemas Tutoriales.

7.1 CONCLUSIONES

Una de las preguntas de investigación que nos planteamos al inicio de este trabajo fue determinar si para el conocimiento de tipo declarativo resulta o no suficiente el uso de un Sistema Tutorial no Interactivo a fin de que el alumno adquiera el conocimiento, con base en que el empleo de un Sistema Tutorial Interactivo para este tipo de conocimiento sólo contribuye a que el estudiante realice una lectura más minuciosa, incrementando la calidad de la comprensión. Sin embargo, al analizar las tablas y resultados estadísticos de la Sección 6, se observa que el desempeño de los alumnos no presenta diferencias significativas cuando usan cualquiera de las dos modalidades de los Sistemas Tutoriales.

Otra de las preguntas se refiere a si, para que el alumno logre un mejor desempeño, es más conveniente el uso de un Sistema Tutorial Interactivo cuando se trata de conocimiento de tipo procedimental de alto nivel. Al analizar las tablas y resultados estadísticos de la Sección 6, se puede observar que, en efecto, el uso de un Sistema Tutorial Interactivo para este tipo de conocimiento mejora de manera importante el desempeño del alumno.

Para el conocimiento de tipo procedimental de bajo nivel, que como ya se ha anotado en el trabajo de campo se refirió al empleo de paquetes de cómputo, se tenía la hipótesis de que resultaría bastante similar, en cuanto a características de aprehensión, al conocimiento de tipo declarativo. Sin embargo, al analizar las tablas y resultados estadísticos de la Sección 6 se observa que el desempeño de los alumnos mejora ligeramente al hacer uso de la modalidad interactiva de los Sistemas Tutoriales.

Dadas las observaciones anteriores, se puede concluir que para el conocimiento de tipo declarativo resulta adecuado el uso de Sistemas Tutoriales No Interactivos, mientras que para el conocimiento de tipo procedimental de bajo y alto nivel prometen mejores resultados los Sistemas Tutoriales Interactivos.

En general se ha considerado que el desempeño de los alumnos en el uso de tecnologías y materiales educativos están asociados a condiciones propias de cada individuo, como son edad, sexo, evaluaciones escolares anteriores y presentes, situación socioeconómica y posiblemente orientación

vocacional. Sin embargo, al analizar resultados, efectuar cruces de variables y realizar análisis de varianza (véase la Sección 6), no se encontró ninguna relación estadísticamente significativa entre estas variables y el desempeño de cada estudiante participante en este trabajo de campo, en cambio, como ya se indicó, lo que sí resultó significativo fue lo referente a las dos modalidades de los Sistemas Tutoriales combinadas con cada uno de los tipos de conocimiento considerados en el estudio.

Como ya se mencionó en la Sección 4, el término interactividad puede contemplar las siguientes acciones:

- Interaccionar con la máquina, lo cual implica establecer una buena comunicación entre el alumno y el tutorial.

- Interaccionar con el conocimiento, lo cual implica realizar acciones que modifiquen o generen nuevos marcos de referencia.

En lo que concierne a esta tesis, el grado de interacción aumenta cuando el alumno hace uso de todos sus sentidos y también cuando el diseño del Sistema Tutorial está realizado de manera tal que implica una mejora en su forma y estrategia de comunicación con el usuario.

En el experimento, al comparar las características de los diferentes tutores, se puede observar que en el Sistema Tutorial no Interactivo de Inteligencia Artificial el alumno actúa en el grado más bajo de interacción y se observa, en consecuencia, que ocurre la más baja eficiencia de aprendizaje.

Los Sistemas Tutoriales no Interactivos de Análisis Combinatorio y de Sistema Operativo, a pesar de ser precisamente no interactivos, están diseñados de manera tal que el alumno enfrenta un cierto subnivel de interactividad, implícito en dicho diseño del material, y en consecuencia la eficiencia del aprendizaje mejora.

El Sistema Tutorial Interactivo de Inteligencia Artificial está programado para que el alumno realice una mejor lectura de comprensión, pero no se le pide que aplique o manipule de algún modo ese conocimiento, lo cual hace que el aprendizaje no sea muy bueno, ya que sólo se tratando de estimular un mejor nivel de comprensión y de asimilación a corto plazo.

En el Sistema Tutorial Interactivo sobre el Sistema Operativo, se ejemplifica el manejo de algunos comandos de mucho uso y se le pide al alumno que identifique las acciones que realizan, contrastando sus respuestas con la respuesta correcta que el tutorial le proporciona. Cuando comete errores, en algunos casos se le remite a volver a leer la

misma información, lo cual sólo refuerza la lectura de comprensión, pero sin llevarlo a la aplicación y ejercitación ni a secuencias en las cuales se desglose el conocimiento. Esto contribuye a mejorar un poco la eficiencia del aprendizaje, pero no implica una diferencia sustancial con respecto al Sistema Tutorial No Interactivo sobre el mismo tema, ya que en última instancia a nivel de usuario las cosas no se presentan muy distintas.

En cambio, en el Sistema Tutorial Interactivo de Análisis Combinatorio, cuando el tipo de error y de contenido lo ameritan, sí se presentan amplias y ricas secuencias remediales, en las cuales se desglosa el conocimiento para que el alumno refuerce los conocimientos que son básicos, lo cual le permite una construcción paulatina y completa de su propio conocimiento. Además, a lo largo de todo el tutor se motiva que el alumno llegue a hacer derivaciones a partir del material proporcionado, sin que de ninguna se trate de aprendizaje memorístico sino significativo, aplicado y generalizado.

7.2 RECOMENDACIONES

Si se toma en cuenta la gran importancia que se ha dado al empleo de diversos medios tecnológicos en la educación en México durante los últimos sexenios y si se considera la insistencia en la posibilidad del empleo de modalidades abiertas, así como en la producción de materiales didácticos que utilicen la tecnología moderna en el Programa para la Modernización educativa 1989-1994, además de la capacitación para el autoaprendizaje y la capacitación permanente, resulta evidente que las posibilidades de uso generalizado de Sistemas Tutoriales de los tipos aquí presentados son amplias.

Desde los trabajos de pioneros como Skinner, Bork y tantos otros, se ha demostrado que, en condiciones controladas, máquinas y materiales educativos utilizados a través de medios tecnológicos como la computadora contribuyen a mejorar el proceso de aprendizaje. En nuestro trabajo de campo también se pudo observar que los Sistemas Tutoriales sí producen cambios positivos en el desempeño de los estudiantes en las evaluaciones aplicadas.

Como se anota en la Sección 4.5, las modalidades de uso que recomendamos para los Sistemas Tutoriales son como complementos a la enseñanza proporcionada en el aula, como auxiliares en la enseñanza masiva, como elementos de autoaprendizaje y para integrar contenidos que por necesidades curriculares se imparten fragmentados, todo lo cual coincide con los planteamientos de las políticas educativas.

Nuestra recomendación final es que resulta imprescindible capacitar a los docentes, por una parte en el uso de tecnologías como la computadora personal, y por otra en la realización de material didáctico moderno, fácil de actualizar y que resulte atractivo para los estudiantes.

En cuanto a los Sistemas Tutoriales UAM-X, creemos que después de los casi cinco años de uso, a nivel de prueba, con diversos grupos de Tronco Divisional de Ciencias Sociales y por parte de diferentes docentes, y dados los resultados obtenidos en el trabajo de campo aquí presentado, están listos para un empleo y difusión más amplios, tanto a nivel de la misma UAM-X como de otras instituciones, nacionales y extranjeras, que ya disponen de copias de algunos Sistemas Tutoriales completos. En especial en nuestra institución, los cambios recientes en los planes y programas de algunas unidades de enseñanza aprendizaje, sobre todo en lo referente a temas de computación, hacen que materiales educativos con las características de los Sistemas Tutoriales UAM-X resulten una buena alternativa didáctica, adecuada al medio y a las características de los estudiantes.

Los Sistemas Tutoriales, los Sistemas Expertos y los desarrollos Multimedia ya son en los países industrializados parte de los elementos que se usan como auxiliares del aprendizaje tanto en los centros educativos como en el hogar y nosotros no debemos quedarnos atrás.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

1. Alvarez Manilla, J.M., et al., *Prospectiva año 2000: la invención, innovación y difusión de la tecnología educativa en México*, ILCE-GEFE, México, 1982.

2. Bork, Alfred, *La enseñanza en computadoras personales*, HARLA, México, 1989.

3. Chambers, J. y Sprecher, J., *Computer Assisted Instruction*, Prentice Hall, U.S.A., 1985.

4. Cordera, Armando y Manuel Bobenrieth, *Planeación de la educación en los servicios de salud*, México, 1981.

5. de Estrada, Angel Manuel, *Uso de computadoras en la educación, una fundamentación pedagógica*, Arandú Soft, S.A., Argentina, sin año.

6. Frenzel, Louis E., *A fondo: Sistemas Expertos*, Ediciones Anaya Multimedia. Madrid, 1989.

7. Friant, J. y L'Hospitalier, Y., *Juegos lógicos en el mundo de la Inteligencia Artificial*, Gedisa Editorial, México, 1989.

8. Fournier, M. L., *Curso programado por computadora de Estadística Descriptiva, Aplicado a las Ciencias Sociales*, Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 1979.

9. Fournier, M. L., *Historia de las Computadoras*, Avances de investigación, UAM-X, México, 1989.

10. Glasser, Georges, *La conception genétique*, I. R. E. M. de Strasbourg, Université Louis Pasteur, Francia, 1978.

11. Hamit, Francis, *Virtual Reality and the exploration of cyberspace*, SAMS Publishing, USA, 1993.

12. Heid, Jim, *MACWORLD, manual del usuario Macintosh*, Grupo Noriega Editores, México, 1993.

13. Jamsa, Kris, *La magia de multimedia*, MacGraw-Hill, México, 1993.

14. Kearsley, Greg, Editor, *Artificial Intelligence and Instruction, Applications and Methods*, Addison-Wesley Publishing, Co., USA, 1987.

15. Levine, Robert I., Diane E. Drang y Barry Edelson, *AI and Expert Systems*, MacGraw-Hill, U.S.A., 1990.

16. Meneses Morales, Ernesto, *Tendencias educativas oficiales en México, 1934-1964*, CEE UIA, México, 1988.

17. Nonnon, Pierre y Martial Vivet con la colaboración de Paul D'Amour, *Robotique Pédagogique, Les actes du IIéme Congres International*, Université de Montréal, Québec, 1991.

18. Pérez Fernández, Vicenta, *Tutorial para la enseñanza del Sistemas Operativo MS-DOS y las partes fundamentales de una computadora*, Tesis presentada en opción al grado de Maestría en Informática Aplicada, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarría", La Habana, 1994.

19. Puente, Aníbal et al., *Psicología cognoscitiva, desarrollo y perspectivas*, MacGraw-Hill, Venezuela, 1989.

20. Radlow, James, *Informática: Las computadoras en la sociedad*, McGraw-Hill, México, 1987.

21. Sanders, Donald H., *Computers Today*, McGraw-Hill, USA, 1985.

22. Sarramona, J., *Comunicación y Educación*, Ediciones CEAC, S.A., España, 1988.

23. Sarramona, J., *Tecnología Educativa*, Ediciones CEAC, S.A., España, 1990.

24. Skinner, B. F., *Tecnología de la enseñanza*, Editorial Labor, Barcelona, 5a. Ed., 1982.

25. Tünnermann B., Carlos, *Ensayos sobre la teoría de la Universidad*, Ed. Vanguardia, Managua, 1990.

26. Wenger, Etienne, John Seely Brown y James Greeno, *Artificial intelligence and tutoring Systems*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc, USA, 1987.

27. Wolley, Benjamin, *Virtual Worlds: a journey in hype and hyperreality*, Blackwell Publishers, Great Britain, 1992.

28. *La Investigación Educativa en los Ochenta, Perspectiva para los Noventa*, Cuadernos de Estados de Conocimiento, Número 7: Medios Educativos y Nuevas Tecnologías. Publicación del Segundo Congreso Nacional de Investigación Educativa.

ARTICULOS

29. Castañeda, Sandra y Miguel López, *Modelamiento computacional de mecanismos de aprendizaje de novato a experto*, Revista Mexicana de Psicología, Vol. 7, Nos. 1 y 2, enero-diciembre de 1990, México.

30. Diaz Barriga, Frida y Javier Aguilar, *Teorías del aprendizaje en el diseño de programas instruccionales apoyados por computadora*, Revista Mexicana de Psicología, Vol. 7, Nos. 1 y 2, enero-diciembre de 1990, México.

31. Fournier G., Ma. de Lourdes y Edith Ariza, *La informática y la computación en la investigación educativa*, Imágenes Educativas, Vol. 1, No. 2, enero-marzo de 1994, FES-Zaragoza, UNAM, México.

32. López, Miguel y Sandra Castañeda, *Criterios metodológicos para la evaluación de programas instruccionales asistidos por computadora*, Revista Mexicana de Psicología, Vol. 7, Nos. 1 y 2, enero-diciembre de 1990, México.

33. Pérez Fernández, Vicenta y Ma. del Pilar de la Cruz Fernández, *La enseñanza de la computación más allá de la computadora*, Revista Educación, No. 83, septiembre-diciembre 1984, La Habana, Cuba.

34. Pressey, S. L., *A machine for automatic teaching and drill material*, School and Society, 25, U.S.A., sin fecha.

35. Ruiz Velasco Sánchez, Enrique, *Robótica e inteligencia artificial en la educación*, Revista de Información Científica y Tecnológica, CONACyT, Vol 13, Num. 181, México, oct. de 1991.

DICCIONARIOS

36. Freedman, Alan, *Glosario de computación*, McGraw-Hill, México, 1984.

37. Freedman, Alan, *Diccionario de computación*, McGraw-Hill, España, 1991, 5ª Ed.

DOCUMENTOS OFICIALES

38. SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, *PROGRAMA PARA LA MODERNIZACION EDUCATIVA 1989-1994*, Poder Ejecutivo Federal, México, 1989.

39. Poder Ejecutivo Federal, *Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000*, México, 1995.

PONENCIAS PRESENTADAS EN CONGRESOS

40. Ariza Gómez, Edith, Ma. de Lourdes Fournier G., Enrique Cerón F. y Jorge Rouquette A., *Las necesidades de capacitación en cómputo de los estudiantes de Tronco Divisional de Ciencias Sociales de UAM-X: Análisis del problema y propuestas de solución*, Foro ¿Quiénes son nuestros alumnos?, UIC-UAM, México, D.F., octubre de 1993.

41. Cuevas F., Rosalía y Ma. de Lourdes Fournier G., *Estrategia Educacional para incrementar la calidad en el Centro Interamericano de Seguridad Social*, Hacia la Educación del Siglo XXI, Ciudad La Habana, Cuba, diciembre de 1995.

A1. EXAMEN PREVIO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Nombre:

Dirección: Calle: Delegación:

Edad:

Escuela donde cursó el bachillerato:

( ) pública ( ) privada

Promedio de calificaciones obtenido en bachillerato:

Promedio de calificaciones obtenido en secundaria:

Carrera:

1) ¿Qué conoce acerca de la Inteligencia Artificial?

2) ¿Qué sabe acerca de las Máquinas Inteligentes?

3) ¿Qué sabe acerca de lo que se considera inteligencia?

A2. EXAMEN POSTERIOR DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, TUTOR NO-INTERACTIVO

Nombre:

1) ¿Qué es la Inteligencia Artificial?

2) ¿Qué herramientas se han usado para simular a la Inteligencia Humana?

3) Mencione algunos autores que han trabajado en el desarrollo de la Inteligencia Artificial.

4) Dé una definición simple de la Inteligencia Artificial.

5) ¿Qué se entiende por el término "inteligencia"?

6) ¿Qué significan las iniciales I.A.?

7) ¿Cómo han demostrado los científicos que la Inteligencia Artificial funciona?

8) ¿Cuáles son las posiciones acerca de lo que debe entenderse por Inteligencia Artificial?

9) ¿Qué requisitos debe tener una máquina para que se le pueda considerar inteligente?

10) ¿Cuál es el estado actual de la Inteligencia Artificial?

A3. EXAMEN POSTERIOR DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, TUTOR INTERACTIVO

Nombre:

1) ¿Qué es la Inteligencia Artificial?

2) ¿Qué es la Inteligencia Natural?

3) ¿Cuáles son las características de una máquina inteligente?

4) Mencione algunas características de la primera generación de la Inteligencia Artificial.

5) Mencione algunas características de la segunda generación de la Inteligencia Artificial.

6) Mencione algunas características de la tercera generación de la Inteligencia Artificial.

7) Mencione algunos de los campos de la Inteligencia Artificial.

8) Mencione algunos autores que han trabajado en el desarrollo de la Inteligencia Artificial.

9) ¿Qué herramientas se han desarrollado para resolver problemas en la Inteligencia Artificial?

10) ¿Qué beneficios se pretenden alcanzar con el uso de la Inteligencia Artificial?

A4. EXAMEN PREVIO DE SISTEMA OPERATIVO

Nombre:

Dirección: Calle: Delegación:

Edad:

Escuela donde cursó el bachillerato:

( ) pública ( ) privada

Promedio de calificaciones obtenido en bachillerato:

Promedio de calificaciones obtenido en secundaria:

Carrera:

1) ¿Qué es un Sistema Operativo?

2) ¿Qué versiones del Sistema Operativo conoce?
Mencione algunas diferencias entre ellas.

3) ¿Qué comandos del Sistema Operativo conoce?
Indique que acción realiza cada uno de ellos.

A5. EXAMEN POSTERIOR DEL SISTEMA OPERATIVO, TUTOR NO INTERACTIVO

Nombre:

1) ¿Qué es un sistema Operativo?

2) ¿Qué versiones del Sistema Operativo usan la mayoría de las PC compatibles con IBM?

3) ¿Para que se usa el comando DIR?

4) ¿Cómo se le indica a la PC un cambio de unidad? Dé un ejemplo.

5) ¿Qué es un archivo?

6) Indique en qué consiste el formateo y cuál es el comando para hacerlo.

7) ¿Para qué sirve un directorio?

8) ¿Qué es el directorio raíz?

9) ¿Qué instrucción se usa para crear un subdirectorio? Dé un ejemplo.

10) ¿Qué instrucción se usa para hacer el cambio a un subdirectorio? Dé un ejemplo.

A6. EXAMEN POSTERIOR DEL SISTEMA OPERATIVO, TUTOR INTERACTIVO

Nombre:

1) ¿Qué es un Sistema Operativo?

2) ¿Como se clasifican los comandos de un Sistema Operativo?

3) Enumere dos comandos internos.

4) Enumere dos comandos externos.

5) ¿Para qué sirve el comando EDIT?

6) ¿Qué es un archivo de procesamiento de lotes?

7) ¿Cuál es la función del comando MEMMAKER?

8) ¿Para qué sirve el comando CHKDSK?

9) ¿Para qué sirve el comando SCANDISK?

10) ¿Qué significan las iniciales S.O.?

A7. EXAMEN PREVIO DE ANALISIS COMBINATORIO

Nombre:

Dirección: Calle: Delegación:

Edad:

Escuela donde cursó el bachillerato:

( ) pública ( ) privada

Promedio de calificaciones obtenido en bachillerato:

Promedio de calificaciones obtenido en secundaria:

Carrera:

1) ¿Qué es el factorial de un número y cuál es la fórmula para calcularlo?

2) ¿En qué consiste el principio fundamental del conteo?

3) ¿Cuál es la fórmula para calcular las permutaciones de n elementos?

A8. EXAMEN POSTERIOR DE ANALISIS COMBINATORIO, TUTOR NO INTERACTIVO

Nombre:

1) ¿Cuál es la fórmula para calcular el factorial de un número?

2) Calcule el valor de 4!

3) ¿De cuántas formas diferentes puede caer una moneda al ser arrojada?

4) ¿De cuántas formas diferentes pueden caer un dado y una moneda al ser arrojados en forma simultanea?

5) Si se trata de que sucedan A y B, para calcular el número total de formas de ocurrencia, el número de formas de A y el número de formas de ocurrencias de B se deben:

a) sumar b) multiplicar

6) Si se trata de que suceda A o suceda B, para calcular el número total de formas de ocurrencia, el número de formas de ocurrencia de A y el número de formas de ocurrencia de B se deben:

a) sumar b) multiplicar

7) Si se tiene que elegir una de 4 diferentes preparatorias o dos diferentes planteles de CCH o 3 de los planteles del Colegio de Bachilleres, ¿cuántas opciones diferentes se tienen?

8) Cuántos números con 3 dígitos se pueden formar, si el primero sólo puede ser 3, 5, 7 o 9 y el segundo no puede ser 0?

9) ¿Cuántas palabras se pueden formar con las letras de la palabra 'formal'?

a) Si las letras se pueden repetir.

b) Si las letras no se pueden repetir.

A9. EXAMEN POSTERIOR DE ANALISIS COMBINATORIO, TUTOR INTERACTIVO

Nombre:

1) ¿Cuál es la fórmula para calcular el factorial de un número?

2) Calcule el valor de 4!

3) Calcule el valor de 10!/8!

4) Calcule el valor de (3!)(4!).

5) Indique la fórmula usada en el Principio Fundamental del Conteo.

6) ¿De cuántas formas diferentes puede caer una moneda al ser arrojada?

7) ¿De cuántas formas diferentes pueden caer un dado y una moneda al ser arrojados en forma simultanea?

8) Si se trata de que sucedan A y B, para calcular el número total de formas de ocurrencia, el número de formas de A y el número de formas de ocurrencias de B se deben:

a) sumar b) multiplicar

9) Si se trata de que suceda A o suceda B, para calcular el número total de formas de ocurrencia, el número de formas de ocurrencia de A y el número de formas de ocurrencia de B se deben:

a) sumar b) multiplicar

10) ¿De cuantas formas diferentes pueden caer un dado o una moneda al ser arrojadas en forma simultanea?

A10. PROGRAMA Y BASE DE DATOS SPSS

A continuación se presentan el listado del programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) que se empleó en el proceso de los datos de los 204 cuestionarios y de la evaluación de recorridos de árboles en el caso de la aplicación de Sistemas Tutoriales Interactivos. El programa incluye los datos codificados correspondientes a todas las evaluaciones aplicadas.

```
DATA LIST FIXED/ V1 1-3
                 V2 5
                 V3 7
                 V4 9
                 V5 11-12
                 V6 14
                 V7 16-17
                 V8 19
                 V9   21-24 (1)
                 V10  26-29 (1)
                 V11  31
                 V12  33-34
                 V13  36-37
                 V14  39-40
                 V15  42.
VARIABLE LABELS V1 'NUMERO DE CUESTIONARIO'
                 V2 'TIPO DE TUTOR'
                 V3 'TIPO DE CONOCIMIENTO'
                 V4 'TUTORIAL APLICADO'
                 V5 'EDAD'
                 V6 'SEXO'
                 V7 'DELEGACION'
                 V8 'ESCUELA DE PROCEDENCIA'
                 V9 'PROMEDIO DE BACHILLERATO'
                 V10 'PROMEDIO DE SECUNDARIA'
                 V11 'CARRERA'
                 V12 'EVALUACION ANTES DEL USO DEL TUTORIAL'
                 V13 'EVALUACION DESPUES DEL USO DEL
                                    TUTORIAL'
                 V14 'EVALUACION DEL DESEMPEÑO'
                 V15 'MATERIAL'.
VALUE LABELS V2 1 'INTERACTIVO'
                2 'NO INTERACTIVO'/
             V3 1 'DECLARATIVO'
                2 'PROCEDIMENTAL'
                3 'INSTRUMENTAL'/
             V4 1 'INTERACTIVO COMBINATORIO'
                2 'NO INTERACTIVO COMBINATORIO'
                3 'INTERACTIVO INTELIGENCIA ARTIFICIALA'
                4 'NO INTERACTIVO INTELIGENCIA ARTIFICIAL'
                5 'INTERACTIVO DOS'
                6 'NO INTERACTIVO DOS'/
             V6 1 'FEMENINO'
                2 'MASCULINO'/
```

```
              V7 1 'ALVARO OBREGON'
                 2 'AZCAPOTZALCO'
                 3 'BENITO JUAREZ'
                 4 'COYOACAN'
                 5 'CUAJIMALPA'
                 6 'CUAUHTEMOC'
                 7 'G. A. MADERO'
                 8 'IZTACALCO'
                 9 'IZTAPALAPA'
                 10 'M. CONTRERAS'
                 11 'M. HIDALGO'
                 12 'MILPA ALTA'
                 13 'TLAHUAC'
                 14 'TLALPAM'
                 15 'V. CARRANZA'
                 16 'XOCHIMILCO'
                 17 'ESTADO DE MEXICO'/
               V8 1 'PUBLICA'
                  2 'PRIVADA'/
              V11 1 'COMUNICACION'
                  2 'PSICOLOGIA'
                  3 'SOCIOLOGIA'
                  4 'ECONOMIA'
                  5 'ADMINISTRACION'/
              V15 1 'ANALISIS COMBINATORIO'
                  2 'INTELIGENCIA ARTIFICIAL'
                  3 'SISTEMA OPERATIVO'.
MISSING VALUES V2 TO V15 (0).
BEGIN DATA.
001 1 3 5 19 2 07 2  9.0 10.0 1 01 03 03 3
002 1 3 5 20 1 09 1  9.0  0.0 2 01 03 04 3
003 1 3 5 20 2 17 2  8.0 10.0 4 01 04 04 3
004 1 3 5 19 2 09 1  8.0  8.0 5 01 03 03 3
005 1 3 5 22 1 09 1  8.0  9.0 3 02 03 04 3
006 1 3 5 22 1 04 2  8.0  8.0 2 02 03 02 3
007 1 3 5 23 1 09 1  8.0  8.0 2 02 04 04 3
008 1 3 5 21 2 13 1  8.0  0.0 5 04 03 00 3
010 1 3 5 15 2 09 1  8.0 10.0 1 01 02 05 3
011 1 3 5 21 1 04 2  9.0 10.0 5 01 02 03 3
012 1 3 5 20 2 08 2  9.0 10.0 2 01 04 04 3
013 1 3 5 22 1 03 2  9.0 10.0 2 01 03 04 3
014 1 3 5 19 2 02 1  8.0 10.0 1 01 03 03 3
015 1 3 5 28 1 08 1  8.0  9.0 1 02 03 04 3
016 1 3 5 23 1 15 1  9.0  9.0 4 02 04 05 3
031 1 3 5 19 2 06 1  8.0  8.0 1 02 04 05 3
032 1 3 5 24 1 15 1  9.0  9.0 2 01 03 03 3
033 1 3 5 19 1 14 1  9.0  9.0 1 01 04 01 3
034 1 3 5 19 1 03 1  8.0  9.0 5 04 04 04 3
035 1 3 5 20 1 15 2  9.0  8.0 2 01 04 04 3
036 1 3 5 21 1 14 1  8.0  9.0 1 02 04 05 3
037 1 3 5 20 1 09 1  8.0  9.0 3 01 03 04 3
038 1 3 5 20 1 08 1  8.0 10.0 1 01 03 04 3
039 1 3 5 22 2 04 1  7.0  9.0 5 01 03 04 3
```

040	1	3	5	20	2	16	1	7.0	7.0	5	02	03	04	3
041	1	3	5	24	2	17	2	8.0	8.0	1	01	03	05	3
042	1	3	5	23	1	04	1	7.0	10.0	5	01	03	04	3
043	1	3	5	19	2	16	1	8.0	9.0	1	04	04	04	3
044	1	3	5	23	2	15	1	8.0	8.0	0	03	04	02	3
045	1	3	5	20	1	04	2	9.0	9.0	1	01	04	05	3
046	1	3	5	24	2	09	1	9.0	8.0	3	04	04	05	3
047	1	3	5	19	1	17	1	7.0	9.0	1	01	03	00	3
048	1	3	5	21	2	03	1	9.0	8.0	5	04	03	03	3
049	1	3	5	21	1	04	1	9.0	9.0	1	02	03	05	3
061	2	1	4	19	2	07	2	9.0	10.0	1	01	03	00	2
062	2	1	4	20	1	09	1	8.0	9.0	2	01	02	00	2
063	2	1	4	20	2	17	2	8.0	10.0	4	01	04	00	2
064	2	1	4	19	2	09	1	7.0	8.0	5	01	01	00	2
065	2	1	4	22	1	09	1	8.0	9.0	3	01	02	00	2
066	2	1	4	22	1	04	2	8.0	8.0	2	01	03	00	2
068	2	1	4	21	2	13	1	8.0	9.0	5	01	04	00	2
071	2	1	4	21	1	04	2	9.0	9.0	5	01	03	00	2
072	2	1	4	20	2	08	2	9.0	9.0	2	01	03	00	2
073	2	1	4	22	1	03	2	9.0	10.0	2	01	02	00	2
074	2	1	4	19	2	02	1	8.0	10.0	1	01	02	00	2
075	2	1	4	20	1	08	1	8.0	9.0	1	01	02	00	2
076	2	1	4	20	1	15	1	9.0	9.0	4	01	03	00	2
077	2	1	4	19	2	03	2	9.0	9.0	3	01	02	00	2
080	2	1	4	27	2	17	2	9.0	8.0	2	01	04	00	2
081	2	1	4	19	2	06	1	8.0	8.0	1	01	01	00	2
082	2	1	4	24	1	15	1	9.0	9.0	2	01	02	00	2
083	2	1	4	19	1	14	1	9.0	9.0	1	01	01	00	2
084	2	1	4	19	1	03	1	8.0	9.0	5	01	03	00	2
085	2	1	4	20	1	15	2	9.0	8.0	2	01	02	00	2
086	2	1	4	21	1	14	1	9.0	9.0	1	03	03	00	2
087	2	1	4	20	1	09	1	8.0	9.0	3	01	03	00	2
088	2	1	4	20	1	08	1	8.0	10.0	1	01	03	00	2
089	2	1	4	22	2	04	1	7.0	9.0	5	01	03	00	2
090	2	1	4	20	2	16	1	7.0	7.0	5	02	02	00	2
091	2	1	4	24	2	17	2	8.0	8.0	1	01	04	00	2
092	2	1	4	23	1	04	1	7.0	10.0	5	01	03	00	2
094	2	1	4	23	2	15	1	8.0	8.0	5	02	03	00	2
095	2	1	4	20	1	04	2	9.0	9.0	1	01	04	00	2
096	2	1	4	24	2	09	1	9.0	9.0	3	01	03	00	2
097	2	1	4	19	1	17	1	7.0	9.0	1	01	03	00	2
098	2	1	4	21	2	03	1	9.0	8.0	5	01	02	00	2
099	2	1	4	21	1	04	1	9.0	9.0	1	01	02	00	2
100	2	1	4	21	1	0	1	8.0	9.0	1	02	03	00	2
101	2	1	4	24	1	17	2	9.0	10.0	3	01	03	00	2
102	2	1	4	23	0	03	0	8.0	7.0	1	01	03	00	2
110	2	3	6	19	2	04	1	9.0	0.0	1	01	01	00	3
111	2	3	6	0	2	08	1	7.0	7.0	2	01	02	00	3
112	2	3	6	19	2	01	1	8.0	6.0	1	01	03	00	3
113	2	3	6	0	1	03	1	7.0	8.0	2	01	04	00	3
114	2	3	6	21	2	01	2	8.0	7.0	1	01	02	00	3
115	2	3	6	19	1	09	1	8.0	0.0	2	01	03	00	3
116	2	3	6	19	2	09	1	9.0	9.0	5	01	02	00	3
117	2	3	6	19	1	17	1	9.0	9.0	1	04	04	00	3

118	2	3	6	18	1	03	2	9.0	9.0	1	02	02	00	3
119	2	3	6	20	2	09	1	9.0	9.0	5	01	03	00	3
120	2	3	6	0	1	04	1	10.0	10.0	2	01	04	00	3
121	2	3	6	21	1	14	1	9.0	10.0	4	01	03	00	3
122	2	3	6	19	1	01	1	8.0	10.0	3	01	02	00	3
123	2	3	6	0	1	06	1	10.0	9.0	1	01	02	00	3
124	2	3	6	23	1	04	0	8.0	0.0	3	01	03	00	3
125	2	3	6	20	1	14	2	8.0	10.0	1	03	04	00	3
126	2	3	6	19	2	17	1	8.0	8.0	1	04	04	00	3
127	2	3	6	20	1	14	1	8.0	8.0	2	03	03	00	3
128	2	3	6	19	1	14	2	10.0	10.0	5	03	04	00	3
129	2	3	6	21	1	17	1	9.0	7.0	3	01	03	00	3
130	2	3	6	19	2	03	1	8.0	9.0	1	01	02	00	3
131	2	3	6	20	2	01	1	7.0	8.0	4	01	03	00	3
132	2	3	6	0	1	17	1	8.0	9.0	1	01	02	00	3
133	2	3	6	21	2	04	1	8.0	9.0	1	01	02	00	3
134	2	3	6	19	1	04	2	8.0	10.0	5	01	02	00	3
135	2	3	6	22	1	09	1	8.0	9.0	1	01	03	00	3
136	2	3	6	21	1	16	2	8.0	9.0	5	01	03	00	3
137	2	3	6	21	2	17	1	7.0	7.0	1	01	04	00	3
138	2	3	6	21	1	07	1	9.0	9.0	2	01	02	00	3
139	2	3	6	21	2	16	1	7.0	8.0	4	01	04	00	3
140	2	3	6	25	2	16	1	7.0	8.0	2	01	02	00	3
141	2	3	6	21	1	17	1	9.0	9.0	1	01	02	00	3
142	2	3	6	40	1	09	1	8.0	9.0	2	01	02	00	3
150	2	2	2	19	1	09	1	8.0	9.0	3	01	03	00	1
151	2	2	2	19	2	17	1	8.0	8.0	1	01	03	00	1
152	2	2	2	21	1	16	1	7.0	8.0	3	01	03	00	1
153	2	2	2	22	2	01	1	7.0	8.0	1	01	02	00	1
154	2	2	2	22	1	09	1	8.0	8.0	2	01	02	00	1
155	2	2	2	19	1	13	1	8.0	9.0	2	01	04	00	1
156	2	2	2	21	1	13	1	8.0	9.0	2	01	04	00	1
157	2	2	2	19	1	07	1	8.0	8.0	3	01	03	00	1
158	2	2	2	22	2	15	1	7.0	9.0	3	01	01	00	1
159	2	2	2	19	1	08	1	8.0	9.0	3	01	03	00	1
160	2	2	2	19	1	04	1	8.0	9.0	5	01	02	00	1
161	2	2	2	19	2	01	2	7.0	8.0	4	01	03	00	1
162	2	2	2	20	1	09	2	9.0	10.0	3	01	02	00	1
163	2	2	2	00	1	04	2	8.0	10.0	1	01	04	00	1
164	2	2	2	20	2	09	1	8.0	9.0	3	01	03	00	1
165	2	2	2	22	2	03	1	8.0	9.0	5	01	02	00	1
166	2	2	2	26	1	01	1	8.0	7.0	4	01	03	00	1
167	2	2	2	21	1	15	1	8.0	8.0	3	01	04	00	1
168	2	2	2	22	1	14	1	9.0	10.0	3	01	03	00	1
169	2	2	2	00	1	17	1	7.0	9.0	3	01	02	00	1
170	2	2	2	00	1	17	1	8.0	9.0	2	01	02	00	1
171	2	2	2	22	1	16	1	9.0	9.0	4	01	02	00	1
172	2	2	2	24	1	17	2	8.0	8.0	1	01	03	00	1
173	2	2	2	21	1	04	1	9.0	8.0	1	01	02	00	1
174	2	2	2	20	1	06	2	8.0	9.0	4	01	04	00	1
175	2	2	2	19	1	02	1	8.0	9.0	3	01	03	00	1
176	2	2	2	19	1	06	2	9.0	0.0	1	01	04	00	1
177	2	2	2	21	1	04	1	8.0	8.0	3	01	04	00	1
180	1	2	1	22	1	09	1	8.0	9.0	0	01	04	04	1

181	1	2	1	00	1	17	1	8.0	9.0	1	01	04	04	1
182	1	2	1	20	1	01	1	8.0	8.0	3	01	04	04	1
183	1	2	1	19	2	14	2	8.0	9.0	4	01	04	05	1
184	1	2	1	19	2	14	2	9.0	9.0	4	01	04	05	1
185	1	2	1	20	1	14	1	8.0	8.0	2	01	03	03	1
186	1	2	1	25	1	16	1	7.0	8.0	2	01	02	00	1
187	1	2	1	19	1	04	2	8.0	10.0	5	01	04	01	1
188	1	2	1	21	1	07	1	8.0	9.0	2	01	04	03	1
189	1	2	1	21	2	04	1	7.0	9.0	1	01	04	02	1
190	1	2	1	21	2	08	1	8.0	7.0	4	02	02	01	1
191	1	2	1	21	1	17	1	9.0	9.0	1	01	02	00	1
192	1	2	1	22	2	09	2	7.0	8.0	0	01	04	01	1
193	1	2	1	20	2	01	1	8.0	8.0	4	01	02	00	1
194	1	2	1	19	2	03	1	8.0	10.0	1	01	04	03	1
195	1	2	1	19	2	01	1	8.0	7.0	1	01	04	04	1
196	1	2	1	21	2	01	2	8.0	7.0	1	01	04	04	1
197	1	2	1	00	2	17	1	8.0	8.0	1	01	04	03	1
198	1	2	1	21	2	16	1	7.0	8.0	4	01	02	00	1
199	1	2	1	18	1	03	2	9.0	9.0	1	01	04	03	1
200	1	2	1	19	2	04	1	9.0	8.0	0	01	02	03	1
201	1	2	1	23	1	03	1	7.0	8.0	2	01	04	04	1
202	1	2	1	19	1	09	1	8.0	8.0	2	01	04	03	1
203	1	2	1	00	1	06	1	10.0	9.0	1	01	04	03	1
204	1	2	1	19	2	09	1	9.0	9.0	5	01	04	03	1
205	1	2	1	20	1	14	2	8.0	10.0	1	01	02	04	1
206	1	2	1	19	1	17	1	9.0	9.0	1	01	04	04	1
207	1	2	1	40	1	09	1	8.0	9.0	2	01	04	04	1
208	1	2	1	20	2	08	1	9.0	9.0	5	01	04	04	1
209	1	2	1	00	2	04	1	8.0	9.0	1	01	03	00	1
210	1	2	1	23	1	04	1	8.0	8.0	3	01	04	04	1
211	1	2	1	21	2	17	1	7.0	7.0	1	01	03	00	1
212	1	2	1	19	1	01	1	8.0	9.0	3	01	03	04	1
213	1	2	1	20	1	04	1	10.0	10.0	2	01	04	03	1
214	1	2	1	21	2	08	0	8.0	7.0	2	01	02	03	1
215	1	2	1	18	1	01	1	8.0	9.0	3	01	04	04	1
216	1	2	1	21	1	14	1	9.0	10.0	4	01	04	02	1
220	1	1	3	30	1	04	1	8.0	9.0	2	02	02	03	2
221	1	1	3	00	2	09	1	8.0	9.0	2	02	04	00	2
222	1	1	3	23	2	17	1	8.0	7.0	5	01	02	05	2
223	1	1	3	24	1	17	1	7.0	8.0	1	01	01	04	2
224	1	1	3	19	2	07	2	8.0	9.0	5	01	02	04	2
231	1	1	3	18	2	00	1	9.0	10.0	5	01	03	03	2
232	1	1	3	21	1	04	2	9.0	9.0	5	01	02	04	2
233	1	1	3	21	2	03	1	8.0	8.0	4	01	01	04	2
234	1	1	3	20	2	14	1	8.0	8.0	3	01	01	04	2
235	1	1	3	23	2	16	1	7.0	9.0	1	01	01	03	2
236	1	1	3	00	1	17	1	9.0	7.0	1	01	02	04	2
237	1	1	3	00	2	17	1	8.0	8.0	3	01	01	03	2
238	1	1	3	21	2	08	1	8.0	7.0	4	01	02	04	2
239	1	1	3	20	2	01	1	8.0	8.0	4	02	03	05	2
240	1	1	3	00	2	09	2	7.0	8.0	0	01	02	03	2
241	1	1	3	19	1	01	1	8.0	9.0	3	01	03	04	2
242	1	1	3	19	2	09	1	9.0	9.0	5	01	03	03	2
243	1	1	3	18	1	01	1	8.0	8.0	3	01	04	04	2

```
244 1 1 3 21 2 17 1  7.0  7.0 1 01 02 04 2
245 1 1 3 21 1 14 1  9.0 10.0 4 01 04 04 2
246 1 1 3 18 1 03 2  9.0  9.0 1 01 03 04 2
247 1 1 3 21 2 01 2  8.0  7.0 1 01 01 04 2
248 1 1 3 00 2 17 1  8.0  8.0 1 01 03 04 2
249 1 1 3 00 2 01 1  8.0  7.0 1 01 04 05 2
250 1 1 3 00 1 14 2  8.0 10.0 1 01 03 04 2
251 1 1 3 19 2 04 1  9.0  8.0 1 01 03 05 2
252 1 1 3 19 1 09 1  8.0  8.0 2 01 03 04 2
253 1 1 3 23 1 03 1  7.0  8.0 2 01 04 04 2
254 1 1 3 19 1 06 1 10.0  9.0 1 01 04 04 2
255 1 1 3 00 1 04 1  8.0  8.0 3 01 03 04 2
256 1 1 3 19 1 17 1  9.0  9.0 1 02 03 04 2
257 1 1 3 20 2 08 1  9.0  9.0 5 01 03 04 2
258 1 1 3 00 2 16 1  7.0  8.0 4 01 04 04 2
259 1 1 3 27 2 04 1  8.0 10.0 1 02 02 04 2
260 1 1 3 21 2 08 1  8.0  7.0 2 01 03 04 2
261 1 1 3 20 1 04 1 10.0 10.0 2 01 04 04 2
END DATA.
LIST.
FREQUENCIES VARIABLES= V2 TO V15 /HBAR /STATISTICS ALL.
CROSSTABS TABLES= V2,V4,V5,V6,V8,V11,V15 BY V12,V13/
                  V8 BY V9/ V9 BY V10/ V9 BY V11/
                  V12 BY V13,V14/V13 BY V14.
ANOVA V13 BY V2(1,2),V3(1,2)/STATISTICS ALL.
ANOVA V13 BY V3(1,3), V11(1,5)/STATISTICS ALL.
ANOVA V13 BY V15(1,3),V2(1,2)/STATISTICS ALL.
ANOVA V13 BY V15(1,3),V5(18,40)/STATISTICS ALL.
ANOVA V13 BY V15(1,3),V6(1,2)/STATISTICS ALL.
ANOVA V13 BY V15(1,3),V7(1,17)/STATISTICS ALL.
ANOVA V13 BY V15(1,3),V8(1,2)/STATISTICS ALL.
ANOVA V13 BY V15(1,3),V9(7,10)/STATISTICS ALL.
ANOVA V13 BY V15(1,3),V11(1,5)/STATISTICS ALL.
FINISH.
```

A11. DOCUMENTO DEL COLECTIVO DE MATEMATICAS (MACS, UAM-X)

A continuación se transcriben secciones de un documento escrito durante 1981-1982 (cuyo formato original se respetó en la medida de lo posible), por considerar que plantea de manera lógica e integral la problemática de la enseñanza de las Matemáticas, a partir del punto de vista de los profesores de lo que fuera el Colectivo de Matemáticas del Departamento de Política y Cultura de la División de Ciencias Sociales y Humanidades de UAM-X y al cual pertenecimos desde 1980 hasta su modificación administrativa. Durante esos años fueron integrantes del grupo las siguientes personas, cuyo trabajo y dedicación deseamos hacer notar aquí y esperando no omitir a ningún compañero o compañera y agradeciendo a todos ellos está colaboración a la distancia.

Claramartha Adalid
Miguel Breceda
Sergio de la Vega
Dolores Donjuan
Graciela Enríquez
José Fernández
Luis Enrique Harta Sánchez
José Luis Luna
Carlos Meza
Andrés Morales
Ana Elena Narro
Alberto Isaac Pierdant
Gerardo Quiroz
Vicente Ramírez
Irene Sánchez
Mario Ulloa
Rebeca Wong

A11.1 DIAGNOSTICO DE LA ENSEÑANZA

Conocida es la problemática de la enseñanza de la matemática en los diversos niveles, y la persistencia de perjuicios generalizados respecto a su relevancia, pertinencia y utilidad. Las raíces de esta situación se resumen, a grandes rasgos, en los siguientes factores:

- La matemática es enseñada al alumno como una cosa estática, nacida de ninguna parte, hecha de una vez por todas, sin antecedentes, ni historia, ni posibilidades de ulterior perfeccionamiento;

- Consiguientemente, se hace aparecer a esta disciplina como un edificio intocable y perfecto en el que no han intervenido arquitectos ni obreros; no hecho por hombres;

- Como consecuencia de esa visión se enseña la matemática sin relacionarla con el resto de las ciencias, con la historia y cultura humana y con las fuerzas motrices de la humanidad;

- Se hace sentir a los estudiantes que las "verdades" de la matemática son de una naturaleza misteriosa, extratemporal, suficientes por sí mismas, superiores a la mente humana y ajenas a todo proceso de creación;

- Los maestros no hacen esfuerzo para que se reconozca que el simbolismo propio de la matemática no constituye un lenguaje hermético y esotérico sino sólo un tipo de escritura unívoca (no ambigua) y conveniente;

- Todo error y falla del estudiante es interpretada exclusivamente como resultado de su inferioridad humana frente al carácter misterioso, casi divino, de la matemática;

- El profesor de matemáticas aparece en muchos casos como el sumo sacerdote de una ciencia de iniciados;

- La enseñanza es habitualmente seca, inimaginativamente, rutinaria y monótona; se obliga al estudiante a repetir largas demostraciones carentes de todo atractivo que pueda estimularlo, sin ningún contenido histórico cultural y humano. De esa manera las clases se convierten, con mucha frecuencia, en una ociosa exposición de retórica fósil de lo abstracto, a la que falta tanto la vitalidad y la salud de la ciencia como la belleza superior de las cosas elevadamente abstractas;

- Se insiste exageradamente en el carácter "exacto" de la matemática sin señalar además sus funciones sobresalientes de coordinación, de generalización y de construcción rigurosa [1].

- Los libros de textos usuales están demasiado orientados hacia los aspectos rutinarios de las matemáticas. Se presentan teoremas y reglas de operación con la mínima cantidad de motivación o de justificación teórica, y se espera que los estudiantes aprendan a seguir estas reglas en un limitado número de áreas de aplicación, generalmente en desuso. Las "aplicaciones" están muy alejadas del mundo de la realidad, y más bien consisten en un juego intelectual [2].

---

[1] Adaptado de Mauricio Gómez M.: La enseñanza de la matemtica elemental.

- En la enseñanza circulan pocas ideas matemáticas modernas; es un hecho que no menciona en ella una sola idea que no sea bien conocida desde hace muchos, o al menos, varios siglos. El joven que recibe esa enseñanza concluye que la matemática se ha estancado, y este pensamiento se le afirma al ver como en las clases de otras materias se le habla de progresos constantes, de nuevos métodos y diseños, y del maravilloso mundo que está abriendo la técnica moderna [3].

- Se hace énfasis en el aprendizaje de procesos rutinarios, en algoritmos y colecciones de reglas operatorias, sin profundizar en la comprensión del proceso lógico que entraña la resolución de problemas. A lo sumo, al evaluar el aprendizaje, se pretende que el alumno tipifique un problema y luego, una vez hallada la categoría a la que pertenece aplicarle una técnica de resolución, siguiendo directrices dadas que no requieren pensamiento original alguno. Con lo cual buena parte de lo que se aprende resulta estrictamente intransferible [4].

A11.2 TENDENCIAS METODOLOGICAS

Las tendencias metodológicas en la fundamentación del conocimiento matemático se pueden esquematizar como sigue:

El intuicionismo, que enfatiza los elementos creativos en el descubrimiento y la investigación matemática. Considera que las proposiciones matemáticas básicas derivan de la intuición, concebida ésta como la aptitud mental para captar lo inteligible.

La intuición viene a ser el instrumento de la investigación, el logicismo, que circunscribe la matemática del ámbito de la lógica, como un desarrollo deductivo sistemático. Considera que de esa forma se alcanza la certeza mediante un razonamiento riguroso e impecable. La lógica viene a ser el instrumento de la demostración , el formalismo, que pretende para la matemática una estructura axiomática independiente de toda aplicación concreta. Considera que la matemática es una especie de juego intelectual que se realiza manipulando entes definidos implícitamente por medio de un sistema axiomático, al que se le exige exclusivamente que sus postulados estén

---

[2] Adaptada de Carl.B. Allendoerfer: "El matemático límitado".

[3] Adaptada de Marcelo Santaló: "Matemáticas para nuestra época".

[4] Adaptada de W.k. Richmond: "La revolución de la enseñanza"

exentos de contradicción. La axiomática viene a ser el instrumento de la sistematización formal [5].

Las tendencias metodológicas en la enseñanza de las matemáticas se pueden esquematizar como sigue:

- El método semántico, o de generalización empírica, procede de lo concreto a lo abstracto, de las cosas, los hechos y los datos a los símbolos y los conceptos. Considera que cada símbolo y concepto debe corresponder a un referente empírico, y que el aprendizaje es un cambio conductual que en forma gradual y progresiva nos permite construir abstracciones, liberándonos de una forma de pensar vinculada primordialmente a las cosas y los entes del mundo real;

- El método sintáctico, construye el conocimiento partiendo directamente de principios básicos de naturaleza conceptual. Considera que para hacer inteligible la matemática se debe iniciar su aprendizaje dotando previamente al alumno de "gramática y de un vocabulario básicos es más meticulosa con los conceptos y los principios fundamentales, pero no establece leyes sino que incentiva al educando al inferir por sí mismo y a deducir conclusiones lógicas".

Los estudios y las experiencias más recientes en la enseñanza de las matemáticas para estudiantes de ciencias sociales, administrativas y del comportamiento dan énfasis al carácter cultural y formativo sobre el operativo y técnico. Por ello es que se trabaja, en lo fundamental, sobre bases intuicionistas y semánticas, aunque sin despreciar por completo los elementos que se desprenden de las demás vertientes metodológicas.

La interacción del nivel teórico con el nivel empírico, la operacionalización de hipótesis y conceptos, el manejo de variables concretas, el análisis de estructuras, la acción de fomentar la inventiva y el descubrimiento en la modelación de sistemas y procesos, caracterizan al movimiento de revisión y reformulación de la enseñanza de las matemáticas.

En resumen, la selección de temas es imprescindible, y nada mejor para guiar los criterios, que las necesidades de las disciplinas sociales a cuyo servicio, y en cuyo apoyo, se pretenden enseñar matemáticas.

A11.3 LA NECESIDAD DE MODIFICAR LA PEDAGOGIA

1. Con el fin de despertar el interés de los alumnos en lo que se va a enseñar, se debe "comenzar de nuevo", para presentar los conocimientos en su panorama y en su contexto.

---

[5] Adaptada de José Banfi: "Poincaré".

Los métodos matemáticos y el conocimiento matemático tiene una ubicación histórica, geográfica y cultural. No han surgido de la nada, carentes de referencias temporal, de relación con los seres y la sociedad humana, como productos perfectos y acabados.

Por ello, es importante proporcionar una panorámica cultural y filosófica de las ideas que se van a estudiar, ligarlas con las personas que originaron el conocimiento, sus características humanas, la problemática de la época, el progreso a que dieron lugar y los nuevos problemas que provocaron. Es fundamental destacar las características polivalentes de esos investigadores científicos y de su formación intelectual transdisciplinaria. Se debe hacer énfasis en los hechos de la evolución del conocimiento matemático más afines con otros fenómenos culturales, así como sus relaciones con diversas formas de la cultura universal: la filosofía, la concepción del mundo, las artes, las ciencias, la tecnología, y la modelación e interpretación de la realidad, entre otras. Finalmente, se deben destacar los móviles que provocaron la creación matemática, desde los estímulos materiales a la investigación aplicada hasta la búsqueda de la simetría, perfección y belleza en la investigación pura.

2. Es importante atacar los prejuicios respecto al carácter estático, temporal, perfecto y acabado del conocimiento matemático. Con ejemplos históricos se puede poner de relieve que la matemática ha pasado por épocas de crisis, de revisión general de sus valores, de reconstrucción, de gran impulso creador y de súbita ampliación de sus fronteras. Que está en progreso continuo, y en espera de descubrimientos necesarios; que existen problemas que se encuentran sin resolver y que se espera del futuro el perfeccionamiento de los métodos y la sistematización en diversas áreas, que es un producto de naturaleza intelectual, tan humana como las ciencias de lo real, diseñada para un mejor conocimiento del entorno natural, material y social, y esencialmente, al servicio del género humano.

3. Un aspecto importante, cercano al estudiante de ciencias sociales, es el carácter del simbolismo matemático como lenguaje de comunicación universal. El simbolismo no es una codificación criptográfica que reserva el conocimiento a un grupo selecto de iniciados. Es un sistema de comunicación preciso, carente de ambigüedad, que evita la pluralidad de interpretación y facilita la economía de pensamiento. Numerosos estudios de semiología moderna permiten encuadrar el análisis de la simbología matemática en el marco de los procesos generales de abstracción y conceptualización fundamentales para la construcción teórica y para el desarrollo del conocimiento. La comparación con el simbolismo de la música, el contraste entre los sistemas de numeración

romano y arábigo, y la rivalidad notacional entre Newton y Leibnitz, pueden ser algunos ejemplos reveladores del poder de un simbolismo inteligente.

4. Hallar el centro de interés de los alumnos hacia la matemática en la enseñanza es un punto crucial, tanto para el "qué" como para el "cómo" de la transmisión de conocimientos. Los problemas y las aplicaciones que se presentan en el desarrollo de una unidad de enseñanza deben corresponder a cuestiones naturales, no rebuscadas, derivables de la problemática propia de las disciplinas de interés para la formación profesional del estudiante. Si se da énfasis al carácter formativo de la matemática, en contraste con sus aspectos algorítmicos rutinarios, se concluirá que lo más valioso será que los alumnos vayan adquiriendo una actitud mental respecto a la manera con que se enfocan metodológicamente numerosos problemas de la vida moderna. Cómo se matematiza una teoría correspondiente a la otra disciplina, social, económica administrativa o del comportamiento, cómo se analiza un sistema o proceso, se construye y perfecciona un modelo, y cómo esto obliga a dar nuevas formas a ramas conocidas de la matemática a fin de adaptarlas a las exigencias y a las estructuras de pensamiento propias de la disciplina que se quiere tratar en términos matemáticos. Ejemplos relevadores son el intento de Spinoza de axiomatizar la ética, los de Birkhoff para matematizar ética y estética, la sociometría de Moreno, el análisis de insumo-producto de Leontief, los modelos de análisis demográfico, los modelos econométricos, el análisis de asociación de datos cualitativos en sociología, la inferencia estadística no paramétrica, los modelos de programación de la producción, inventarios y mano de obra, el diseño de experimentos para el análisis de los esquemas conductistas, los modelos de programación macroeconómica global y sectorial, la teoría de las decisiones en el análisis financiero y la mercadotecnia, la matematización de la estructura de mercado de competencia imperfecta, el muestreo en el control de calidad y en el análisis de la opinión pública, los juegos de estrategia en el análisis político, los modelos de redistribución del ingreso nacional, la simulación de sistemas y procesos en la planificación urbana y en las conjeturas sobre los "límites del crecimiento", la teoría de la información y sus derivaciones, la investigación de operaciones, la simulación lógica de los procesos intelectivos y de los métodos analíticos de resolución de problemas y muchas otras áreas de la matemática moderna, desarrolladas en los últimos cien años.

Se habla a menudo de la enseñanza objetiva, pero aún no se ha hecho el esfuerzo fundamental para encauzarla. El pizarrón es sólo un medio de didáctica de la enseñanza, pero no es el único. El abuso del pizarrón en el desarrollo de las clases de matemáticas ha llevado a centrar la enseñanza en

prolongadas exposiciones de desarrollos y demostraciones, generalmente rutinarias y tediosas.

Los avances de la pedagogía moderna han puesto a nuestro alcance muy diversos medios didácticos que ofrecen posibilidades interesantes y fructíferas para la transmisión del conocimiento. Proyección de acetatos (omniscopios), proyección de filminas, películas conceptuales, materiales de instrucción programada, televisión en circuito cerrado, enseñanza en equipo, antología de lecturas originales con preguntas de orientación, programas de computadora para aprendizaje "conversacional", sistemas de evaluación sistemática y "remedial", son instrumentos al servicio del docente inspirado, creativo y compenetrado de la misión del educador.

A11.4 LA ADECUACION A UN SISTEMA MODULAR

La estructura modular de un plan de estudios hace propicia la innovación en la enseñanza de las matemáticas, en los niveles de especificación de objetivos, selección de contenidos, didáctica, elaboración de materiales y de sistemas de evaluación de aprendizaje.

El módulo se concibe como un conjunto integrado de elementos formativos, informativos y habilitantes que convergen en el planteamiento y análisis de la estructura y funcionamiento de sistemas y procesos, y eventualmente, a la solución de problemas de la realidad. El módulo está integrado por diversos elementos provenientes de disciplinas afines, seleccionados con criterios de coherencia interna y de acuerdo con los objetivos específicos que se pretende alcanzar en ese módulo, mediante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las disciplinas que se convocan para integrar un módulo, cooperan aportando esquemas conceptuales, métodos de enfoque modelación y análisis, e intercambiando elementos que permitan la transferencia de conocimientos y aptitudes de una manera integrada, a nuevas actividades, cualitativamente distintas, mediante procesos lógicos y pedagógicos a niveles de complejidad y abstracción cada vez mayores [6].

Los objetivos y los contenidos del componente matemático de cada módulo quedan delimitados y, en ocasiones determinados, por los objetivos y los contenidos centrales de ese módulo. Por consiguiente, la labor de especificación, selección y secuenciación se simplifica notablemente, aunque sin coartar por completo la posibilidad de combinar diversos elementos dentro de la misma temática básica. La didáctica, y la evaluación, deben, también, integrarse dentro del marco que le proporciona la filosofía específica y la administración concreta del módulo, que seguramente va evolucionando de una

---

[6] Adaptado de Gagne, R.M.: "The conditions of learning"

oportunidad a la siguiente, a medida que el diseño inicial se beneficia de la retroalimentación de experiencias docentes que enriquecen los esquemas teóricos que prevalecieron en la época de su génesis.

Finalmente, los materiales didácticos, los sistemas de apoyo a la docencia y los de actualización docente, se organizan e implementan pragmáticamente, seleccionando lo más adecuado a los objetivos y a la didáctica postulada y elaborando y realizando lo que no esté disponible o no exista en la forma y/o modalidades deseables. Como se comprende, esta es una labor creativa, de diseño, sistematización e integración, que requiere el concurso, iniciativa y colaboración de los recursos humanos responsables más idóneos para hacer factible un proyecto académico de esta naturaleza.

A11.5 FUENTES CONSULTADAS

En la elaboración de este trabajo se han consultado las siguientes fuentes bibliográficas:

1. ARTICULOS

Ayala de Arreola, Nydia: Nuevas ideas sobre la enseñanza de las matemáticas. Revista Matemática No. XII, julio 1962.

Allendoerfer, Carl B.: El matemático limitado. Revista Matemática No. XII, enero 1963.

Gómez M.,Mauricio.: La enseñanza de la matemática elemental. Revista Matemática No. II, julio 1957.

Revuz, André.: Pourquoi cette revolution?
Un professeur vous l'explique. Paris-Match, 1966.

Santaló, Marcelo,: Matemática para nuestra época. Revista La Educación. Unión Panamericana, Washington, D.C. Diciembre 1957.