

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



Estudio del desempeño de una muestra de alumnos de primer ingreso
en la Facultad de Ciencias al usar un Multimedia sobre Análisis
Combinatorio Básico

Alumna: Evelyn Tenorio Téllez

Director de Tesis: M. en C. María José Marques Dos Santos

Asesor de Tesis: M. en C. Mucuy-Kak del Carmen Guevara Aguirre



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno.
Tenorio
Téllez
Evelyn
55 68 59 06
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Actuaría
2. Datos del tutor.
Maestra en Ciencias
María José
Marques
Dos Santos
3. Datos del sinodal 1.
Maestra en Ciencias
Mucuy-Kak del Carmen
Guevara
Aguirre
4. Datos del sinodal 2.
Maestra en Ciencias
María de Lourdes
Guerrero
Zarco
5. Datos del sinodal 3.
Maestra en Ciencias Sociales
María de Lourdes
Fournier
García
6. Datos del sinodal 4.
Matemático
Mario
Delgadillo
Torres
7. Datos del trabajo escrito.
"Estudio del desempeño de una muestra de alumnos de primer ingreso en la Facultad de Ciencias al usar un Multimedia sobre Análisis Combinatorio Básico"
117 páginas
2006

AGRADECIMIENTOS

“El Señor es mi pastor, nada me falta, en verdes pastos él me hace reposar y adonde brota agua fresca me conduce. Fortalece mi alma, por el camino del bueno me dirige por amor de su Nombre...” (Salmo 23).

“Los que buscan su apoyo en el Señor se asemejan al cerro de Sión: al que nada conmueve y permanece estable para siempre...” (Salmo 125).

Agradezco a cada una de las personas que en mayor o menor medida contribuyeron a que este trabajo fuera realizado. Esta larga lista comienza por mis padres y mi hermano que me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Por supuesto la lista también incluye a los cinco sinodales que me orientaron, en particular quiero agradecer a María de Lourdes Fournier y María José Marques por todas sus enseñanzas y principalmente por su paciencia y amistad invaluable. A Mucuy-Kak Guevara le agradezco su confianza en este trabajo y sus consejos. A Lourdes Guerrero y Mario Delgadillo les agradezco sus valiosos y atinados comentarios para que este trabajo mejorara.

También quiero reconocer el gran apoyo que me brindaron los profesores y ayudantes de algunos grupos de la Facultad de Ciencias en el semestre 2004-I, sin su confianza y su cooperación este estudio hubiera sido imposible, algunos de sus nombres los menciono a continuación: Luis Ángel Hidalgo, Bertha Zavala, Hugo Alberto Rincón, Derik Castillo y Víctor A. Cruz.

Por su parte muchos estudiantes de los grupos evaluados de Actuaría, Biología, Matemáticas y Ciencias de la Computación apoyaron el proyecto desde el principio, gracias a todos.

De cada una de las personas involucradas aprendí mucho, los comentarios tanto buenos como malos me ayudaron a crecer como persona y como profesionalista. Gracias.

CONTENIDO

I.	Marco teórico.....	1
1.1	Qué es el aprendizaje.....	1
1.2	Teorías sobre el aprendizaje.....	3
1.2.1	Aprendizaje asistido por computadora.....	4
1.2.1.1	Skinner.....	5
1.2.1.2	Bork.....	8
1.2.2	Piaget.....	9
1.2.3	Vygotsky.....	11
1.2.4	Teoría de las inteligencias múltiples.....	13
1.2.5	Teoría del procesamiento humano de la información.....	14
1.2.6	Constructivismo.....	18
1.2.7	Materiales convencionales e innovadores.....	20
1.3	Principios del aprendizaje.....	21
1.4	Material educativo por computadora.....	22
1.4.1	Tecnología de la educación.....	22
1.4.2	Uso de las computadoras en la enseñanza.....	24
1.4.2.1	Inteligencia artificial.....	26
1.4.2.2	Robótica.....	28
1.4.2.3	Realidad virtual.....	30
1.4.2.4	Multimedios.....	32
1.4.3	Material multimedios en México.....	36
1.5	Contexto de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas.....	40
1.5.1	Facultad de Ciencias de la UNAM.....	43
1.5.2	Incorporación de tecnología en la enseñanza.....	48
1.5.3	Ansiedad y actitudes negativas hacia las Matemáticas.....	50
1.6	Aprendizaje deficiente de las Matemáticas.....	56
1.6.1	Lectura deficiente.....	59
1.6.2	Malos hábitos de estudio.....	61
1.6.3	Tipos de conocimientos requeridos en Matemáticas.....	62

1.7	Técnicas de Probabilidad y Estadísticas utilizadas.....	66
1.7.1	Conceptos de Análisis Combinatorio.....	66
1.7.2	Conceptos estadísticos.....	68
II.	Problema a resolver.....	73
III.	Objetivos.....	76
IV.	Hipótesis.....	77
V.	Diseño experimental.....	78
5.1	Población de estudio.....	78
5.2	Selección de la muestra.....	79
5.3	Criterios de inclusión y exclusión.....	81
5.4	Materiales.....	82
5.4.1	CD ROM Multimedia de Análisis Combinatorio Básico.....	82
5.4.2	Cuestionarios.....	87
5.5	Método.....	89
VI.	Análisis y Resultados.....	90
6.1	Análisis descriptivo.....	90
6.2	Análisis estadístico.....	95
VII.	Conclusiones y recomendaciones.....	104
VIII.	Anexos.....	106
8.1	Pretest de Análisis Combinatorio.....	106
8.2	Postest de Análisis Combinatorio.....	110
IX.	Glosario.....	113
X.	Bibliografía.....	115

INTRODUCCIÓN

Una meta en el aprendizaje de las Matemáticas es lograr que los estudiantes desde el nivel elemental hasta la preparatoria consigan aprender el valor de las Matemáticas, confiar en sus habilidades Matemáticas, aprender a resolver problemas matemáticos, aprender a comunicarse matemáticamente y aprender a razonar matemáticamente.

La forma común en que estudian los alumnos es primero en solitario, repasan sus apuntes luego buscan la ayuda de otras personas (pueden ser sus compañeros más avanzados en la materia) que conozcan el tema, de esta manera complementan su conocimiento y preparación. Esto hace evidente la necesidad de un tutor que asesore a los discentes en el proceso de aprendizaje dentro de la Zona de Desarrollo Proximal (ZDP). Vygotsky definió la ZDP como la diferencia entre el nivel de dificultad de los problemas que el individuo puede afrontar sin ayuda y de los problemas que pudiera resolver con ayuda (de expertos en el tema). En otras palabras Vygotsky consideraba: lo que el individuo puede hacer hoy con ayuda, podrá hacerlo mañana por sí mismo.

En la actualidad los grupos son demasiado numerosos y los profesores no cuentan con el tiempo suficiente para asesorar de manera individual a cada uno de los estudiantes, por lo que un multimedios puede ser un tutor auxiliar del profesor, que apoye al estudiante en el proceso de aprendizaje dentro de la Zona Proximal, donde se requiere ayuda para pasar al siguiente nivel de conocimientos. Los multimedios al reunir medios impresos, gráficos, sonoros, visuales, cinematográficos y computacionales logran la generación de herramientas de comunicación comunes y al alcance de prácticamente, cualquier persona con acceso a una computadora.

En la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de México (UNAM) las carreras de Biología, Actuaría, Ciencias de la Computación y Matemáticas incluyen el tema de Análisis Combinatorio como contenido temático básico de los primeros semestres. El programa de la carrera de Biología no incluye tantas materias de Matemáticas, pero la importancia que ha adquirido la Probabilidad y Estadística en esta disciplina han dado lugar a la inclusión de más herramientas matemáticas y precisas.

Debido al sistema de enseñanza en esta Facultad, que exige a los estudiantes estudiar mucho por cuenta propia, resulta relevante contar con un buen material de apoyo (libros de texto, equipos de cómputo, proyectores, etcétera) sin embargo de manera frecuente los alumnos deben enfrentar la insuficiencia de material educativo y el reto que implica tomar clases en grupos numerosos que no pueden ser atendidos adecuadamente por el profesor.

Este estudio examina la utilidad de un CD ROM multimedios de Análisis Combinatorio Básico al ser empleado por estudiantes de la Facultad de Ciencias de las carreras ya mencionadas. Ideado para servir como material educativo de apoyo en el proceso de aprendizaje, el CD podría emplearse para enfrentar un reto adicional, el de los extensos temarios que muchas veces no pueden ser cubiertos en su totalidad por los profesores.

La creación de este tipo de materiales educativos hunde sus raíces en las teorías del aprendizaje cuya bibliografía resulta ser muy variada y extensa. Sin embargo este estudio no pretende ser exhaustivo, sólo expone un mapa aproximado de las líneas de trabajo predominantes o más consolidadas en el aprendizaje en general, así como algunas características del aprendizaje y de la enseñanza de las Matemáticas. También se presentan algunas de las ventajas y desventajas del empleo de la tecnología en el ambiente educativo.

I. MARCO TEÓRICO

1.1 ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE?

El ser humano vive un continuo aprendizaje, lo aprendido le proporciona herramientas para adaptarse a un mundo en constante cambio y con retos diarios, lo cual explica que el proceso de aprender sea indispensable para la supervivencia de cualquier persona; se puede decir que en general los seres humanos tienen gran capacidad para aprender, además de que tienden a pasar sus vidas haciéndolo. Por lo tanto la pregunta inicial es: **¿qué es el aprendizaje?** ante este cuestionamiento han surgido varias concepciones de distintos autores sobre lo que es aprender y aquello que lo caracteriza:

- "es una conducta adquirida"¹;
- "implica un cambio 'del estado de ignorancia al estado de conocimiento' "¹;
- "es la modificación relativamente permanente [...] en la capacidad del hombre, ocurrida como resultado de su actividad y que no puede atribuirse simplemente al proceso de crecimiento y maduración [...]"²;
- "es un cambio relativamente permanente en la conducta o potencial de la conducta que resulta de la experiencia y no puede ser atribuido a estados temporales del cuerpo tales como aquellos inducidos por enfermedad, fatiga o drogas"¹;
- "es un cambio relativamente permanente en el comportamiento o en posible comportamiento, fruto de la experiencia"²;

De acuerdo con Alonso la amplia gama de definiciones no unánimes se debe a que el aprendizaje se puede apreciar desde tres enfoques:

- Como **producto**, ya que es el "resultado de una experiencia o cambio que acompaña a la práctica".
- Como **proceso**, dentro del cual "el comportamiento se cambia, perfecciona o controla".
- Como **función**, "es el cambio que se origina cuando el sujeto interacciona con la información (materiales, actividades y experiencias)"².

Zabalza (1991) por su parte, apoyándose en diversas teorías del aprendizaje expone algunas ideas claves sobre el aprendizaje:

- Está "dirigido al desarrollo global del sujeto, delimitado por las necesidades personales y las convenciones sociales".
- "Es un proceso en el que participan activa y conscientemente profesor y alumno".
- Saber cómo aprende el alumno y qué variables influyen en ello, permite "saber más sobre qué hacer para ayudar al alumno a aprender mejor"².

Partiendo de la pregunta ¿cómo aprenden los alumnos? afirma:

- A diferencia de años atrás, los resultados del aprendizaje se ven como algo que "depende tanto de la información que el profesor presenta como del proceso seguido por el discente para procesar tal información".

-
- Por lo tanto el proceso de aprendizaje está condicionado a dos actividades: "las estrategias de enseñanza (cómo se presenta el material en un tiempo y en una forma determinada) y las estrategias de aprendizaje (cómo el discente a través de su propia actividad organiza, elabora y reproduce dicho material)"².

Respecto a la cuestión: ¿cómo enseñar a aprender? señala que considerando el aprendizaje como tarea del profesor, éste "pasa de ser el que 'enseña' a ser el que 'facilita el aprendizaje'"². Esto coincide con la actual tendencia en el continente americano hacia individualizar la educación.

1.2 TEORÍAS SOBRE EL APRENDIZAJE

Si existen tantas definiciones alrededor del proceso, cambio y función que es el aprendizaje, no podría resultar mucho menos amplia la bibliografía que recoge y describe las distintas teorías sobre cómo se aprende y sus implicaciones. Sólo se incluyen aquellas teorías relevantes para el presente trabajo y cabe mencionar que no se pretende hacer crítica alguna de las mismas pues no es el objetivo propuesto, dicha labor se deja en manos de los expertos en la materia.

Las teorías sobre el aprendizaje tienen sus antecedentes en la antigua Grecia. Platón consideraba que el conocimiento era inherente al ser humano y por tanto, un componente natural de la mente; en otras palabras creía que alguien ganaba conocimiento reflejando el contenido de su propia mente. Por su parte Aristóteles, discípulo de Platón, creía que el conocimiento se derivaba de la experiencia de los sentidos y no era algo innato tal como lo planteaba Platón, aunque sí contemplaba la intervención del razonamiento. Posteriormente René Descartes (1596-1650) influenciado por las ideas de Platón, cita como la fuente de conocimiento a las ideas innatas, las cuales no se derivaban de la experiencia, sino estaban integradas a la mente humana.

John Locke (1632-1704) como empirista se opuso a lo expuesto por Descartes, ya que consideraba que las ideas vienen de experimentar a través de los sentidos: "no hay nada en la mente que no esté primero en los sentidos"¹. Por su parte Pestalozzi (1745-1827) creía que la observación y el aprendizaje experiencial eran más importantes que el aprendizaje memorístico, lo que representó una revolución para su época. El alemán Hebart (1774-1841) habla del *interés* como impulsor del aprendizaje y menciona que surge por "autogeneración en el alumno y por intervención del profesor"¹. John Dewey (1859-1952) por su parte mantenía un enfoque particular sobre el aprendizaje: "se aprende haciendo"¹.

1.2.1 APRENDIZAJE ASISTIDO POR COMPUTADORA

Como un antecedente esencial se cita a Sócrates y los derechos educativos —demasiado restrictivos— en la antigua Grecia. En el sistema educativo ateniense, tanto privado como público, a lo mucho tenía acceso una cuarta parte de la niñez y de la juventud, a esto se añade que sólo los varones recibían instrucción, ya que las mujeres no se consideraban aptas para esa tarea. Ni siquiera todos los hijos de familias libres —que eran minoría— tenían acceso a los niveles de educación superior, debido a que no contaban con suficientes recursos económicos, bastante prestigio social y/o ocio. Siendo la educación de índole elitista, selecta y selectiva, tanto los trabajos físicos —realizados exclusivamente por los esclavos— como las actividades comerciales y artesanales eran consideradas despreciables e indignas.

Sócrates fue afortunado al lograr pasar del pueblo al grupo selecto de los aristócratas, llegando a ser ideólogo y tutor predilecto de la nobleza. Su función de magisterio la realizaba reuniendo un grupo de adeptos y seguidores con quienes debatía pensamientos y opiniones. Nunca se consideró un maestro, ya que eso "requería ser un sabio"⁴. De acuerdo con su método didáctico "un maestro fértil no se dedica a transmitir" los conocimientos que posee a quien no los tiene, más bien su papel es guiar al discente en "una búsqueda conjunta", *dialogando*. Sócrates creía que "las verdades [...] residen dentro del ser humano, aunque calladas e informes; sólo hay que sacarlas [...] y literalmente parirlas"¹. Preguntando hábilmente se facilita al educando para que él mismo encuentre la respuesta: "yo no sé nada, y soy estéril; pero estoy sirviendo de comadrona, [...] para que des a luz tu idea (no la mía)"⁴.

Siglos después I. Pavlov (1848-1936) fisiólogo Ruso, fue pionero en examinar de forma científica los estímulos, los cuales provocan una respuesta particular por parte del organismo que los recibe. Al realizar experimentos con perros descubrió que al presentarse dos estímulos cercanos en el tiempo o simultáneos, estos quedan asociados en la "psique del sujeto"¹.

Como ejemplos del descubrimiento de Pavlov se pueden citar los siguientes:

- Cuando el aprendizaje de las Matemáticas ocurre en una atmósfera autoritaria puede generar una actitud negativa hacia las Matemáticas
- Los sentimientos de ansiedad asociada con fracaso en la escuela pueden crear aversión a la resolución de problemas en situaciones fuera del colegio

E.L. Thorndike (1874-1949) dedujo que el aprendizaje era una cuestión de ensayo, es decir, estampar respuestas correctas y borrar respuestas incorrectas dependiendo de sus consecuencias agradables o desagradables, de acuerdo con esto las respuestas que generan placer serán retenidas, lo cual sugiere que la motivación juega un papel relevante en el aprendizaje. Además Thorndike "insistió en la importancia de asegurarse que el alumno entienda cada página de texto antes de pasar a la siguiente"¹.

Por su parte J. Watson (1878-1939) afirmaba que al controlar las condiciones del aprendizaje "a todo individuo dotado de manera normal, se le pueden proporcionar hábitos, capacidades y disposiciones necesarias para el éxito"¹.

1.2.1.1 SKINNER

Asociado con las tres teorías anteriores se encuentra el trabajo de B.F. Skinner (1904 -1990). De joven tomó la decisión de convertirse en escritor pero sus esfuerzos se vieron frustrados y decidió estudiar psicología: "cuando fracasó al describir la conducta humana a través de la literatura [...] intentó describirla a través de la ciencia"³, obteniendo así su doctorado en Psicología en Harvard. Su posición fue similar a la de Thorndike: "el reforzamiento cambia la probabilidad de recurrencia de una respuesta, pero el castigo no"³. Su trabajo impulsó el desarrollo del aprendizaje programado y de las máquinas de enseñanza. Su teoría se basa en la idea de que "el aprendizaje está en función del cambio en la conducta o comportamiento manifiesto"¹.

Skinner distinguió así dos tipos de comportamiento:

- La conducta *respondiente*. Es aquel comportamiento provocado por un estímulo conocido, por ejemplo, sacudir la mano cuando se pincha el dedo con un alfiler.
- La conducta *operante*. Aquel que no es provocado por un estímulo conocido, sino simplemente es emitido por el organismo, por ejemplo, pararse y caminar, el estímulo que lo provoca no es conocido y tampoco es importante saber su causa.

Con sus experimentos descubrió dos principios importantes para la educación:

- Toda respuesta que es seguida por un estímulo que la refuerza, tiende a ser repetida por el individuo.
- "Un reforzamiento es un estímulo que, presentado al sujeto que ha emitido una respuesta, aumenta la probabilidad de futuras respuestas de este tipo"¹.

Estos principios los aplicó en su *Máquina de enseñar*, este dispositivo incluía:

- a. un presentador de estímulos al alumno
- b. un receptor de las respuestas del alumno y
- c. un presentador de reforzamientos

Skinner consideró que el proceso de aprendizaje es más efectivo si:

- La información que debe ser aprendida se presenta en pequeños pasos.
- A los aprendices se les da retroalimentación rápida respecto a la exactitud de su aprendizaje, esto es, se les muestra inmediatamente después de su experiencia de aprendizaje si han aprendido la información correcta o incorrectamente.
- Los aprendices pueden aprender a su propio ritmo.

De acuerdo con Hergenhahn, la lectura al ser la técnica de enseñanza más utilizada —para aprender— viola las tres condiciones anteriores expuestas por Skinner.

Skinner observó además deficiencias del sistema educativo cuando hizo una visita a una clase de aritmética de su hija. Fue así que propuso una técnica de enseñanza alternativa: "el aprendizaje programado", en el cual incorporó los tres puntos planteados anteriormente. El dispositivo inventado para presentar material programado se llamó *Máquina de enseñar*.

A través de la máquina el aprendiz recibe una serie de "estímulos graduados"¹ ante los cuales debe responder de manera activa. De acuerdo con Skinner "la máquina en sí misma no enseña [...] simplemente pone en contacto al estudiante con la persona que compuso el material presentado"³. Compara la máquina con un tutor privado ya que:

- Existe un constante intercambio entre el programa y el estudiante, es decir, una actividad sostenida e inducida por la máquina.
- La máquina insiste para que el punto del tema tratado sea entendido correctamente antes de pasar al siguiente, lo cual no ocurre con el material convencional —lecturas, libros de texto y sus equivalentes—.
- La máquina va presentando sólo aquel material para el cual el alumno está preparado en ese momento.
- La máquina ayuda al estudiante a responder de manera correcta, esto ocurre por la naturaleza del programa —estructura ordenada— y también por las técnicas implicadas al proporcionar pistas y sugerencias.
- Así como un tutor privado, la máquina proporciona reforzamiento para todas las respuestas contestadas correctamente usando la retroalimentación inmediata para mantener el conocimiento fortalecido.

Características del material programado:

- Su contenido "se presenta a través de estructuras lineales y ramificadas. [...] En las estructuras lineales se presenta una serie de ítems que requieren de pequeños incrementos en el aprendizaje, se espera que el estudiante proporcione una respuesta después de cada estructura y cuando sea correcta se presenta un reforzamiento que la reafirme. El alumno recibe pistas y claves, además se cuida la secuencia en que aparecen las estructuras"¹.
- En las estructuras ramificadas los pasos del aprendizaje no necesariamente son pequeños. El alumno no construye respuestas, sino que elige de entre un grupo dado de posibles respuestas —preguntas cerradas—.
- También se le proporciona al alumno información narrada en forma de texto convencional.
- Se presentan pasos subsecuentes que dependen de la respuesta del estudiante. De esta manera cuando una respuesta es correcta se sigue una ruta específica, mientras que una respuesta errónea conduce a un camino que ayude a aclarar los conceptos no dominados o que permita aplicar en forma correcta el conocimiento adquirido. El camino tomado a partir de una respuesta errónea son ramificaciones correctivas que ayudan a aclarar el material o repiten la parte que el alumno no aprendió de manera correcta. Al diseñar estas ramificaciones se deben prever los errores que pueda tener el estudiante, para presentarle de nueva cuenta la información, ya sea con otras palabras o descomponiendo su contenido en secciones más pequeñas.

El material programado utiliza tres tipos de elementos:

- Ítems de *prueba*. Son preguntas que se hacen al aprendiz, en relación con los conceptos vistos previamente en el material programado.
- Ítems de *repaso*. Su función es recordarle al estudiante material ya antes presentado. Son utilizados cuando se requiere partir de conocimientos aprendidos anteriormente para comprender nuevo material, o bien, cuando se cree que el alumno ha olvidado algo.

-
- Ítems de *práctica*. Favorecen la retención de los nuevos conocimientos adquiridos. Requieren que el estudiante realice alguna actividad, tal como aplicar una fórmula o llevar a cabo una deducción donde aplica lo que ha aprendido.

El hecho de que Skinner ideara una forma de ayuda instrumental para el aprendizaje humano a través de su *Máquina de enseñar*, significó una gran aportación para la educación y logró trascendencia en el empleo de la computadora como un eficaz medio de enseñanza: "después de la máquina de enseñar de Skinner, gracias al desarrollo de equipos de cómputo cada vez mejores, la computadora vino a ser tal vez, la mejor *Máquina para enseñar*"¹.

1.2.1.2 BORK

Alfred Bork ha trabajado desde la década de los setenta en aspectos relacionados con el empleo de la computadora en el aprendizaje. En 1980 afirmaba que el uso de la computadora produciría un cambio en la forma en que las personas aprenden, "dando lugar a la creación de sistemas de aprendizaje totalmente distintos"¹.

Como partidario del empleo de la computadora en el medio educativo enunció dos de sus ventajas:

- El aprendizaje posee una naturaleza interactiva. Bork consideraba un error el no reconocer el potencial interactivo con que cuenta la computadora, ya que afirmaba que un aprendizaje eficiente requiere de un proceso dinámico.
- Es posible individualizar la experiencia de aprendizaje de acuerdo con las necesidades del alumno. Con esto hacía referencia a uno de los mayores problemas de la educación en la actualidad: no contar con alumnos que siempre desempeñen un papel activo en el proceso de aprendizaje debido a que los grupos de alumnos son numerosos.

Haciendo referencia a Sócrates menciona: "en el método socrático de enseñanza, dos o tres alumnos trataban estrechamente con el maestro respondiendo preguntas y por lo tanto, comportándose como aprendices activos", y agrega más adelante: "no podemos proporcionar o formar suficientes maestros para basar nuestro sistema de educación en el método Socrático. Pero podemos desarrollar nuevos materiales de aprendizaje basados en el empleo de la computadora con los cuales el estudiante esté siempre activo". De acuerdo con varios autores el método didáctico preferido por Sócrates continúa vigente: "se trata de pensar e indagar *dialogando*, a través de un proceso que hoy en día se podría denominar dialéctico"¹.

Algunas recomendaciones hechas por Bork para alcanzar mejores niveles en la enseñanza a través de la computadora son:

- Proporcionar mayor cantidad de material pictográfico. Esto se debe a que el educando promedio requiere de una buena información visual.
- Presentar el material en líneas cortas, esto es más recomendable cuando se trata de lectores no muy hábiles.
- Enfatizar las palabras y frases importantes.
- Presentar información en más de una forma, por ejemplo, texto y voz, o bien como texto e imagen —fija o en movimiento—.
- Permitir a los alumnos controlar la velocidad con la que se presenta un texto y proporcionar diversos controles —botones, cuadros de diálogo, barras de desplazamiento— al lector.
- Utilizar índices para localizar las lecciones o temas, también hacer uso de hipertexto.
- Incluir información adicional al mensaje de 'correcto/ incorrecto' cuando el alumno proporcione una respuesta.

Cabe mencionar que estas características las poseen los materiales multimedia descritos en capítulos posteriores.

1.2.2 PIAGET

Piaget (1896-1980) mostró gran interés por la Biología y recibió su doctorado en esta materia a los 21 años. A pesar de que nunca tomó un curso en Psicología pronto fue reconocido internacionalmente por su trabajo sobre el desarrollo intelectual de los niños. Llamó "esquema" al potencial para actuar de cierta forma o desarrollar un tipo de conducta. El esquema está constituido por los recuerdos, pensamientos y conocimientos adquiridos a través de la experiencia. El esquema que se encuentre disponible en el individuo determinará el cómo responderá éste ante su ambiente físico. Por ejemplo, un niño no comprendería lo que es un ave si no posee un esquema para las aves. Por otro lado si el niño contara con un esquema para las aves que sólo incluye recuerdos, pensamientos y conocimientos acerca de su periquito, conforme el niño crezca este esquema puede cambiar, reorganizando la información dentro del mismo esquema o agregando nuevos conocimientos: "cosas que vuelan" y luego "animales con alas, algunos de los cuales vuelan y otros no" (o en otro caso generando un nuevo esquema).

El número de esquemas disponibles para un individuo en un momento dado, constituye lo que Piaget llamó "estructura cognitiva". Así la proporción en que una persona entienda su entorno y pueda responder a él dependerá de los esquemas que tenga disponibles ante cada experiencia. En otras palabras, el individuo desde su infancia hasta la edad adulta responde a su ambiente de acuerdo con su experiencia previa —asimilación— pero cada experiencia contiene aspectos distintos a cualquier otra experiencia previa. Estos aspectos únicos de cada experiencia provocan cambios en la estructura cognitiva dando lugar a la acomodación. Este proceso dinámico de acuerdo con Piaget, es el motor principal en el desarrollo cognoscitivo, aunque no es el único, pues descubrió que también la interacción social juega un papel importante, incluyéndose además la maduración y la enseñanza directa por parte de otras personas.

Piaget encontró que ciertas habilidades mentales tienden a aparecer en ciertas etapas del desarrollo:

- Todos los niños pasan por cada una de esas etapas, independientemente de la raza o cultura.
- El orden en que atraviesan las etapas es invariante, aunque la edad en que se presentan puede variar de niño a niño o de cultura a cultura.

De acuerdo con Piaget existen cuatro etapas del desarrollo:

- **1ª Etapa. SENSOMOTRIZ.** Va desde el nacimiento hasta los dos primeros años de edad y se caracteriza por la ausencia del lenguaje, dando énfasis en la experiencia sensorial y motora.
- **2ª Etapa. PREOPERACIONAL.** Comienza alrededor de los dos y termina aproximadamente a los siete años. En esta etapa se observan avances significativos en el lenguaje. Es la edad de los niños preescolares y de primer grado de primaria. Ya no necesitan que los objetos estén presentes para entenderlos. Son incapaces de ver las cosas desde el punto de vista de otras personas —egocéntrico—. Pueden resolver problemas pero no pueden retroceder en sus pasos, lo que se conoce con el nombre de irreversibilidad. Tampoco pueden atender a más de una dimensión de los problemas —focalización—.
- **3ª Etapa. OPERACIONES CONCRETAS.** Empieza aproximadamente a los siete años y continúa hasta los once o doce años. Es la edad de los niños de primaria. Pueden realizar operaciones mientras se refieran a objetos concretos que están presentes y con los cuales puedan trabajar pero no pueden resolver problemas abstractos. Tienen mejores destrezas de clasificación que en las etapas previas.

-
- **4ª Etapa. OPERACIONES FORMALES.** Dura desde los once o doce años hasta la edad adulta. En esta etapa los individuos pueden resolver problemas abstractos utilizando conceptos que no han experimentado y objetos a los cuales no pueden manipular activamente. Comienzan a razonar en forma correcta, realizan inferencias lógicas y comprenden relaciones causales.

Piaget consideró que algunas personas nunca alcanzan el cuarto nivel. Mientras que Arlin, por su parte, habla de una 5ª etapa de "búsqueda de problemas", que se construye a partir de las habilidades adquiridas en la 4ª etapa de Piaget. Menciona que los individuos que la alcanzan además de resolver problemas pueden hacer inferencias y pensar de manera creativa.

Piaget creía que la experiencia educacional debe ser construida en torno a la estructura cognoscitiva del estudiante, y como ésta puede variar entre niños de la misma edad y cultura, por lo tanto se debe crear el tipo apropiado de experiencia en el aprendizaje. Por lo que recomienda que el profesor determine para cada aprendiz el tipo de estructura disponible. Hergenhahn resume el alcance de la teoría de Piaget advirtiéndole que "la individualización es necesaria para una óptima educación"³.

Por su parte, Good y Brophy concluyen que el trabajo de Piaget muestra la utilidad de cualquier ayuda visual adicional para facilitar el aprendizaje, y además sugiere que el aprendizaje requiere una respuesta activa por parte del alumno. Fournier propone el uso de computadoras en el aprendizaje a través del empleo de tutores, simulaciones o multimedios que sean adecuados a estas necesidades.

1.2.3 VYGOTSKY

Levs. Vygotsky (1896-1934) tuvo una formación de abogado y filósofo, además de ser un destacado psicólogo Ruso. Murió de tuberculosis a los 38 años y su obra fue suprimida en la Unión Soviética hasta 1956. Para Vygotsky el individuo no se limita a responder a un estímulo sino que utiliza instrumentos a través de los cuales modifica el estímulo y de esta manera actúa sobre él. Distinguió así dos clases de instrumentos:

- Las herramientas que actúan materialmente sobre el estímulo modificándolo, por ejemplo, un martillo que actúa directamente sobre un clavo modificando así materialmente el entorno.
- Los sistemas de signos o símbolos que permiten al individuo actuar sobre la realidad —la cultura está constituida principalmente por estos—. Algunos ejemplos de sistemas de signos son: los sistemas de medición, la Aritmética, etcétera; pero el que se utiliza con más frecuencia es el lenguaje. Según Pozo a diferencia de las herramientas, los sistemas de signos no modifican materialmente el estímulo sino modifica a la persona que lo utiliza "actuando así sobre la interacción de esa persona con su entorno"⁷.

Estos instrumentos son proporcionados por la cultura, en el medio social y son usados por el individuo para su aprendizaje, pero es necesario interiorizarlos mediante la inmersión en actividades culturalmente organizadas. Es por esto que la interacción social —influencias sociales y culturales como el ambiente familiar, las relaciones con los compañeros, los alimentos que consumen y las ropas que visten— juega un papel fundamental en la teoría de Vygotsky.

La interiorización es un proceso individual y al mismo tiempo un proceso constructivo de los hechos externos. Comienza "entre personas (interpsicológica) y después en el interior del niño (intrapsicológica)"⁷, lo cual se refiere a "la integración de lo interno y lo externo"¹ originado por una relación dialéctica —de diálogo— entre lo interpsicológico y lo intrapsicológico"¹. Esto significa que la cultura, las instituciones sociales y las costumbres son factores determinantes en el desarrollo cognoscitivo del individuo, en otras palabras reaprendemos a usar los instrumentos cada vez que estamos inmersos en actividades sociales y culturales.

Vygotsky consideró que "el aprendizaje es una construcción social del conocimiento" y en esta construcción el lenguaje es la parte central. En este aspecto hace énfasis en la cooperación del profesor al considerar que el "pensamiento superior" se origina a partir de las relaciones entre individuos que dialogan. Sin embargo las palabras pueden tener distintos significados para diferentes personas, por lo que el objetivo del profesor es "generar un diálogo" de manera que todos puedan entender lo mismo —y así se de la construcción del conocimiento—. Lo anterior es un aspecto del aprendizaje contemporáneo ya que Vygotsky sitúa los procesos de aprendizaje en estrecha relación con la instrucción.

Vygotsky desarrolló al mismo tiempo el concepto de Zona de Desarrollo Proximal (ZDP), la cual definió como "la diferencia entre el nivel de dificultad de los problemas que el niño puede afrontar de manera independiente [sin ayuda] y el [nivel de dificultad de los problemas] que pudiera resolver con ayuda de los adultos"⁸. Esto es, el grado en que los "niños pueden y logran aprender por sí mismos, en comparación con su potencial para aprender con la ayuda de un adulto o maestro"⁵. En otras palabras "lo que el niño puede hacer hoy con ayuda, podrá hacerlo mañana por sí mismo"⁵. Lo cual significa que el progreso en la Zona de Desarrollo Proximal depende de la interacción social.

De acuerdo con González Castro la teoría de Vygotsky sugiere que los conocimientos se impartan utilizando conjuntamente palabras y representaciones visuales, tal recomendación está implícita en las características de un sistema multimedia. Por otra parte, debido a que el individuo utiliza diversas herramientas para su aprendizaje, Vygotsky recomienda proveer al aprendiz de estas herramientas para resolver situaciones problemáticas: "las herramientas culturales [proporcionadas por la cultura], en el momento presente son [...] las nuevas tecnologías de información y comunicación"¹, lo cual hace referencia a los programas computarizados como los multimedia.

Debido a que Vygotsky hizo hincapié en la intervención productiva de otras personas y herramientas culturales en el proceso de cambio cognitivo en la ZDP, Fournier advierte que precisamente en esta zona es donde está actuando activamente el usuario de un sistema tutorial o de un multimedia, ya que se le presentan problemas que debe intentar resolver de manera independiente —sin ayuda— y si falla se le proporcionan pequeñas ayudas o la solución final en varios pasos, lo cual hace posible el cambio cognoscitivo.

1.2.4 TEORÍA DE LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES

Como resultado de investigaciones acerca de la naturaleza y realización del potencial humano, H. Gardner reconoció que los individuos poseen diferentes estilos cognoscitivos. Definió así Inteligencia como "la habilidad para resolver problemas o crear productos que resultan valiosos en uno o más escenarios culturales o comunidades"¹. De esta manera sugirió la existencia de ocho formas de inteligencia que cada individuo posee en diferentes grados:

- Inteligencia *Lingüística*. Es aquella que presentan los poetas o compositores.
- Inteligencia *Musical*. Es la habilidad para poder apreciar la armonía en la música y relacionar los sonidos y silencios. Es la que presentan los músicos y cantantes.
- Inteligencia *Lógico-Matemática*. Es de carácter científico, lógico y matemático.
- Inteligencia *Espacial*. La manifiestan los ingenieros, pintores y escultores entre otros. Es la habilidad para formar el modelo de un mundo espacial y tener la capacidad para maniobrar y operar ese modelo.
- Inteligencia *Corporal-Kinestética*. Es la habilidad para resolver problemas o crear productos utilizando el propio cuerpo. Como ejemplos se pueden nombrar a los bailarines, atletas y artesanos.
- Inteligencia *Intrapersonal*. Es la capacidad de formarse un modelo exacto y verídico de uno mismo y de poder usarlo para operar de manera efectiva en la vida. Está orientada al interior del individuo.
- Inteligencia *Interpersonal*. Es la capacidad de comprender a otras personas: cómo trabajar en equipo con ellas, cómo se sienten, cómo trabajan, etcétera. Entre las personas que poseen esta habilidad se encuentran los vendedores, líderes religiosos y políticos.
- Inteligencia *Ecológica*. Es la capacidad de comprender las posibilidades y los problemas de la naturaleza.

De acuerdo con Gardner cada cultura tiende a enfatizar inteligencias particulares. Por ejemplo, estudió la gran capacidad espacial que poseen los habitantes de las Islas Carolina, quienes usan esa habilidad para navegar sus canoas en el océano. En la sociedad contemporánea las inteligencias que resultan más relevantes son la Lógica-Matemática y la Lingüística, sin embargo todas las inteligencias deben considerarse de igual importancia, ya que todas funcionan de manera conjunta en la resolución de problemas y en la orientación hacia diversos tipos de vocaciones.

Por otro lado está convencido de que no todas las personas tienen los mismos intereses ni las mismas habilidades, por lo que no todos aprenden de la misma forma, el modo de presentación del material educativo puede hacer la diferencia entre una experiencia exitosa o de fracaso. Cita como un ejemplo de ayuda cognoscitiva a un programa de computadora, mediante el cual el aprendiz puede dominar el material que le resulte difícil representar mentalmente.

Algo que también debe tomarse en cuenta es que en la actualidad ninguna persona puede aprender todo aquello que existe por aprender, por lo que es "inevitable tener que seleccionar [...] de acuerdo con] las habilidades e inclinaciones individuales"¹. Esta aseveración la resume cuando habla sobre "una educación centrada en el individuo", lo cual puede lograrse mediante el uso de simulaciones y multimedia.

1.2.5 TEORÍA DEL PROCESAMIENTO HUMANO DE LA INFORMACIÓN

De acuerdo con esta teoría el proceso de aprendizaje “involucra activamente el procesamiento, almacenamiento y recuperación de información”, por lo tanto enseñar implica ayudar a los aprendices a desarrollar sus habilidades de procesamiento de información y aplicarlas sistemáticamente.

Este procesamiento de información involucra varios aspectos de la memoria:

- a. La información que es recordada. No debe ser considerada como una simple grabación en la mente, ya que no depende de lo que es presentado en el momento sino de lo que el individuo ya sabe o conoce —su conocimiento base—. Por ejemplo, al intentar leer: A a α, la mayoría de las personas identifica cada uno de los símbolos como la letra “a” aunque estos no son idénticos. Esto se debe a que su conocimiento de lo que constituye la letra “a” forma ya parte de su conocimiento base, mantenido de manera más o menos permanente en la memoria de largo plazo (MLP).
- b. Agrupar la información. La información recordada conformada por trozos individuales de datos se agrupa en unidades mayores denominadas CHUNKS con la finalidad de incrementar la cantidad de información que puede retenerse. Por ello cuando es necesario recordar una gran cantidad de elementos resulta ser de gran utilidad el combinar elementos para formar un número más pequeño de grupos, cada uno de estos grupos es un chunk de la información. Por ejemplo, si se desea recordar de manera más eficaz la lista de compras (manzanas, shampoo, sopa, pan, crema dental, cebollas, jitomate, naranjas) lo mejor será agrupar —combinar— los elementos que son parecidos, esto disminuye el número de unidades que se deben recordar a 4 grupos: {manzanas, naranjas}, {shampoo, crema dental}, {sopa, pan}, {jitomate, cebollas}. Al agrupar la información en chunks de acuerdo con un criterio específico o lógico, el proceso de recordación es más eficiente.

Se destaca el *conocimiento base* del individuo, pues le permite identificar o asignar un significado a una nueva pieza de información, debido a que lo conecta con la información mantenida dentro de la MLP: “la retención del nuevo aprendizaje depende de la naturaleza y fuerza de las asociaciones entre el nuevo aprendizaje y el aprendizaje previo (almacenado en la memoria)”¹. Cooper resume: “cuando decimos que algo ha sido aprendido queremos decir que ha sido exitosamente codificado en la memoria de largo plazo y puede ser posteriormente llamado cuando lo necesitemos”.

Esta teoría acepta un modelo general de tres etapas para el procesamiento humano de la información (Figura 2) donde quedan involucradas la Memoria Sensorial (MS), la Memoria de Trabajo (MT) y la Memoria de Largo Plazo (MLP):

Memoria Sensorial. Procesa e interpreta los datos sensoriales — estímulos recibidos a través de los sentidos, principalmente ojos y oídos que permiten establecer contacto con el ambiente— que se convertirán a una forma que luego puede recordarse. La información almacenada desaparece muy rápido, menos de un segundo para la información visual y cuatro segundos para la información auditiva, aunque este tiempo varía entre individuos y distintos niveles de desarrollo. En este lapso la información se identifica, clasifica y transfiere a la Memoria de Corto Plazo (MCP) en caso de que no se opte por olvidarla.

Memoria de Largo Plazo. Se trata de los conocimientos y habilidades que se mantienen de manera más o menos permanente, esto conforma el llamado *conocimiento base*. La información almacenada en la MLP debe recuperarse antes de poder ser usada de nuevo, por lo que se puede recurrir a ella de forma accesible, ya que está en espera de ser activada; aquella que es activada con mucha frecuencia como caminar y hablar, puede posteriormente ser accesada de manera automática sin necesidad de altos niveles de concentración. Así cuando una persona puede recuperar —recordar— una pieza de información almacenada aquí, esta información fluye a la MT para su utilización.

El *conocimiento base* —conocimiento previo— es almacenado en una red de información estructurada, que a su vez se conecta a otras redes de información. Estas redes son referidas como "esquemas", existe una red o esquema para cada conocimiento o habilidad específica y cada esquema se vuelve más detallado y complejo conforme se adquieren más conocimientos en el área en cuestión. Como ejemplo se muestra en la Figura 1 un esquema para carros:

Los partidarios de esta teoría han establecido algunas diferencias entre los individuos considerados expertos y los novatos en un área:

1. Los expertos cuentan con esquemas expansivos.
2. Los expertos a diferencia de los novatos muestran una gran capacidad de automatización, esto es, habilidad para desarrollar tareas sin necesidad de altos niveles de concentración.

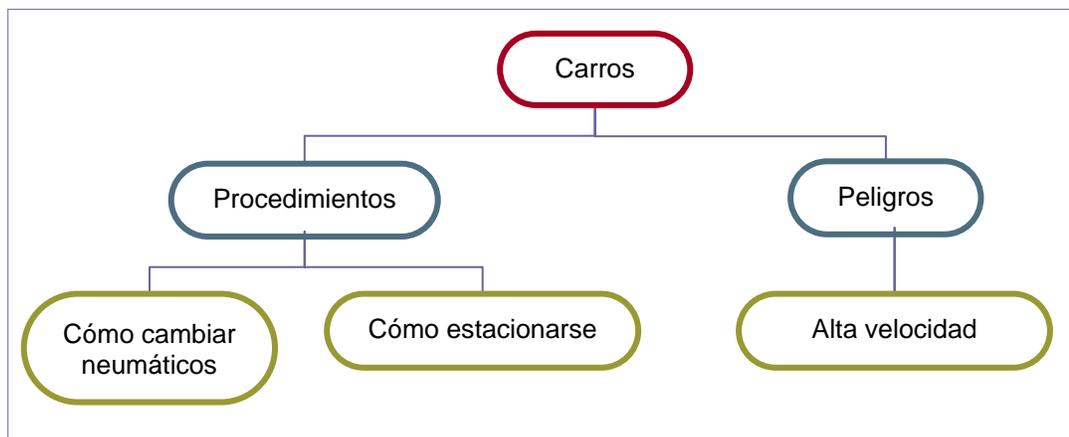


FIGURA 1. Esquema (red de información) para el conocimiento de carros

Memoria de Trabajo. Es la parte de la Memoria de Corto Plazo (MCP) que está disponible para realizar operaciones mentales —al pensar o resolver problemas—, aquí se lleva a cabo el trabajo consciente. La información que se encuentra en ella puede codificarse o no, si se da la codificación la información puede almacenarse en la MLP para su uso posterior. Su capacidad está limitada a lo más siete elementos a la vez, aunque puede expandirse ligeramente cuando se hace uso de más sentidos al captar la información. Por ejemplo, cuando parte de la información se presenta visualmente y la otra parte se presenta auditivamente, es más fácil poner atención que cuando se presenta a través de un solo sentido.

Sin embargo se aconseja para no saturar la memoria, limitar el número de cosas a las que se debe poner atención al mismo tiempo, ya que cuando la capacidad es excedida parte de la información se pierde.

Como ejemplo del uso de la Memoria de Trabajo se tienen dos operaciones:

$$\begin{array}{r} 54 \\ + 2 \\ \hline = 56 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 98'843'567 \\ 67'943'765 \\ + 56'432'312 \\ \hline =223'219'644 \end{array}$$

La primera operación puede resolverse mentalmente sin complicaciones —sin usar lápiz ni papel—, sin embargo la segunda operación es tan grande que en la mayoría de los casos es casi imposible resolverla mentalmente. En el último caso la capacidad de la MT ha sido excedida.

Según Cooper, áreas como el Cálculo Diferencial e Integral y la Programación, son consideradas "difíciles" debido a la gran cantidad de información requerida —y construida dentro de esquemas— para poseer un conocimiento base experto en el área. También toma en cuenta el elemento de "alta interactividad" requerido, que hace referencia a la necesidad de ocuparse de relaciones entre conceptos —elementos— debido a que estos no pueden ser comprendidos de manera aislada, lo cual provoca que se excedan los recursos de la MT. Esta situación dependerá también del nivel de experiencia del individuo, ya que siendo un experto en el área contará con esquemas de alto nivel —grandes y complejas redes de conocimiento— por lo que su MT necesitará considerar sólo unos cuantos elementos para mantener la información a ser aprendida y la capacidad no será excedida. Mientras que al tratarse de un novato se cuenta con esquemas de bajo nivel —redes constituidas de pocos elementos, pequeñas y simples— o tal vez no contará con ningún esquema, por lo que la MT necesitará atender muchos elementos para mantener la información a ser aprendida.

Se recomienda como una técnica de aprendizaje incluir en el material educativo ejemplos ya trabajados, ejemplos que muestren directamente, paso a paso el procedimiento requerido para resolver diferentes tipos de problemas, ya que contienen información explícita que iguala a los esquemas y facilita la automatización. Existen diversos multimedios que incluyen este tipo de ejercicios, por lo que esta ventaja se añade a este tipo de material educativo.

Las características de la memoria sensorial son importantes al considerar los materiales didácticos como los multimedios, ya que estos además de utilizar texto e imágenes utilizan voces "que acompañan la lectura de un texto"¹, diferentes sonidos y música. Se advierte que gran cantidad de información (texto, imágenes y sonidos) puede provocar saturación de la memoria sensorial —ya que existe un límite de estímulos que puede procesar— por lo que es recomendable dosificar el material mediante sesiones cortas y proporcionar mucho refuerzo y repeticiones para las partes más importantes.

En cuanto a la MT debe cuidarse la cantidad de información que se le proporcione de manera simultánea a través de un multimedios.

Se considera que la forma más eficiente de almacenar intencionalmente material en la MLP implica identificar el nuevo material y los materiales que ya se hayan retenido en una forma organizada "desarrollando imágenes para complementar la forma semántica del material, pensando acerca de sus aplicaciones o respondiendo preguntas al respecto"¹. Por lo que un multimedia o una simulación diseñados adecuadamente pueden provocar este tipo de procesamiento de la información.

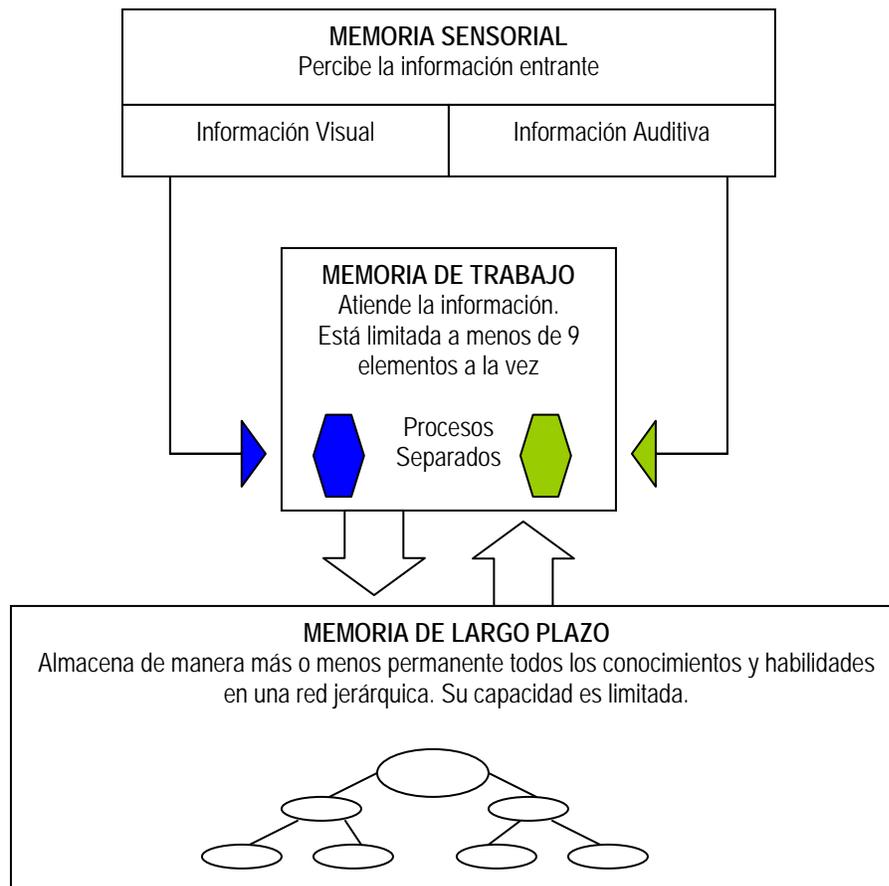


FIGURA 2. Modelo de tres etapas para el procesamiento de la información

1.2.6 CONSTRUCTIVISMO

El constructivismo es una teoría relativamente reciente, aunque sus bases filosóficas se remontan hasta el siglo V a.C. cuando Sócrates desarrolló su método de enseñanza en el que combinaba el planteamiento de preguntas y el razonamiento lógico —método de enseñanza Socrático—. Está influenciada por diferentes corrientes pedagógicas que le precedieron como los trabajos de Piaget, quien creía que el aprendizaje requiere invención y comprensión; además de la teoría Sociocultural del Desarrollo de Vygotsky que planteaba que "los individuos actúan entre sí en situaciones sociales para negociar socialmente el significado"⁵.

Los constructivistas creen que una meta importante en la educación debe ser "disfrutar del aprendizaje"² y lo consideran como una función de los profesores ya que estos deben contribuir a que los estudiantes aprendan a amar el aprendizaje. Suponen que cuando las personas experimentan en su ambiente, relacionan la información obtenida en esta experiencia con los conocimientos adquiridos anteriormente —*conocimiento base* guardado en la MLP— para **construir** nuevos significados. En esta última frase se percibe una clara influencia por parte de la teoría del Procesamiento Humano de la Información.

El proceso mediante el cual los individuos construyen nuevos significados ya había sido mencionado por Ausubel, quien distinguió el aprendizaje memorístico del aprendizaje significativo. El aprendizaje memorístico o por repetición es aquel en el que los contenidos están relacionados entre sí de un modo arbitrario, por lo que "carece de significado" para la persona que aprende. Por el contrario el aprendizaje significativo está relacionado con experiencias, hechos u objetos; si el alumno puede establecer una relación "sustantiva y no arbitraria" —relación significativa— entre el nuevo material de aprendizaje y sus conocimientos previos, integrándolo de esta manera a su estructura cognoscitiva, entonces podrá atribuirle un significado y por lo tanto habrá llevado a cabo un aprendizaje significativo, lo que le permitirá tener una mejor retención de lo aprendido: "algunos alumnos no recordarán mucho de una lección o no serán capaces de responder preguntas de transferencia; podríamos llamarlos los que no 'aprenden'; otros recordarán bastante información, pero no serán capaces de usarla activamente para resolver problemas o explicar algo, a estos podríamos llamarlos los que no 'comprenden' (o que aprenden de memoria); finalmente algunos alumnos pueden ser capaces de recordar información y de usarla creativamente para resolver nuevos problemas; ellos son los que 'comprenden'"¹⁵.

Para Pozo el aprendizaje significativo tiene tres ventajas con respecto al aprendizaje memorístico:

- Produce una retención más duradera del material aprendido.
- Facilita nuevos aprendizajes relacionados.
- Produce cambios significativos —profundos— que permanecerán a pesar de olvidar detalles concretos.

Para los constructivistas el aprendizaje es un proceso de construcción del conocimiento y por otro lado conciben la enseñanza como una ayuda —impulso— en este proceso de construcción. Un proceso de construcción compartido por alumnos y profesores donde el papel desempeñado por el educador se vuelve más complejo, ya que además de favorecer la organización de actividades y situaciones de aprendizaje, debe orientar y guiar a sus alumnos hacia la generación de un aprendizaje significativo.

Algunos lineamientos de la teoría Constructivista son:

- La escuela debe promover la creatividad, la profundidad en la comprensión y la calidad del aprendizaje, este último se caracteriza por el nivel de creatividad del aprendiz.
- El aprendizaje consiste en crear nuevas comprensiones del entorno en el que se interactúa.
- La cooperación es la fuerza principal de la motivación, por ello los estudiantes aprenden la información que tiene valor personal para ellos. Para esto se debe considerar que el descubrimiento de nuevas relaciones entre los conceptos y el desarrollo de nuevos significados es motivante.
- La información debe organizarse de una manera que simplifique y haga más sencillo su aprendizaje.
- El docente debe invitar a los estudiantes a descubrir la información y la ayuda, es decir, animar a sus alumnos a crear el aprendizaje. Para ello debe apoyarlos para alcanzar una comprensión más profunda, utilizando los intereses personales de los alumnos para motivarlos así como la competencia dentro del grupo.

Varios lineamientos de esta teoría han sido considerados en la creación de tutoriales, simulaciones y multimedios, ya que en su diseño se busca que el acervo de conocimientos previos requeridos por el usuario sea mínimo y esté bien delimitado; por otro lado la "secuenciación y dosificación de los materiales da lugar a que el aprendiz construya el conocimiento [modificando su estructura cognoscitiva]"¹.

1.2.7 MATERIALES CONVENCIONALES E INNOVADORES

Para Diana Laurillard "la enseñanza no debe consistir simplemente en impartir conocimiento descontextualizado", por el contrario se debe situar el conocimiento dentro de un contexto real que sea relevante para el estudiante, donde este pueda experimentar y usar esta experiencia —reflexionando— para modificar perspectivas y "cambiar la forma en que experimentan el mundo"¹. Por eso sostiene que el proceso de enseñanza implica la construcción de medios que impulsen el aprendizaje. Para esta construcción de medios aconseja "no sólo entender hacia donde deben llegar los estudiantes, sino también dónde se encuentran al iniciar un curso"¹. En este aspecto se puede citar la enseñanza de las Matemáticas y la computación como ejemplos de materias donde la falta de conocimientos previos es una causa frecuente de fracasos.

Otras consideraciones importantes son la motivación y el desarrollo intelectual. Destaca el uso de actividades donde se actúe "sobre el mundo y sobre descripciones del mundo", además de subrayar la importancia de la retroalimentación por parte de los medios de enseñanza.

Debido a que el proceso de aprendizaje debe estar "constituido como un diálogo entre el profesor y el estudiante"¹, este último debe ser adaptable, interactivo —estudiantes actúan y el profesor proporciona retroalimentación— y reflexivo —reflexionar en la experiencia—. En este aspecto reflexivo es de gran utilidad que la velocidad del proceso de aprendizaje pueda ser controlada por el estudiante, "de manera que se pueda tomar el tiempo necesario para reflexionar cuando sea adecuado".

Laurillard ha analizado diversos medios de enseñanza, entre ellos destaca los medios adaptables, dentro de los cuales ha clasificado a los programas, simulaciones y sistemas tutoriales. De acuerdo con su opinión, estos medios son los que "más se acercan a cubrir la gama de actividades esenciales para el aprendizaje [...] y en especial combinados con otros medios [...] son alternativas potencialmente efectivas al diálogo uno a uno entre profesor y estudiante"¹. Señala al mismo tiempo la ventaja de que el estudiante tome control de los medios, debido a que se requiere controlar lo que se hace y cuándo se hace.

1.3 PRINCIPIOS DEL APRENDIZAJE

Como un refuerzo a estas teorías se agrega a continuación una serie de principios psicológicos básicos del aprendizaje para contar con una idea más objetiva sobre el tema en cuestión.

- Ley de la intensidad. De acuerdo con este principio se aprende mejor con una experiencia dramática o fuerte que con una experiencia débil.
- Ley del efecto. Las personas tienden a repetir las conductas agradables y a evitar aquellas que les resultaron no satisfactorias.
- Ley de la prioridad. Se puede recurrir al dicho: "la primera impresión jamás se olvida" ya que estas tienden a ser más duraderas.
- Ley de la transferencia. "Un determinado aprendizaje [experiencia previa] puede ser ampliable a nuevos aprendizajes que sean análogos o parecidos"².
- Ley de la resistencia al cambio. Es difícil consolidar un aprendizaje que "implica cambio en la organización de la propia personalidad"².
- Ley de la pluralidad. Mientras más sentidos —vista, oído, tacto, olfato, gusto— estén involucrados en el proceso de aprender, será más consciente y duradero el aprendizaje.
- Ley del ejercicio. El contenido del aprendizaje que se practica y se repite, se arraiga más.
- Ley del desuso. "Un aprendizaje [...] no utilizado en mucho tiempo puede llegar a la extinción"².
- La motivación. De acuerdo con Einstein los "avances reales en el conocimiento se dan en personas que hacen lo que les gusta hacer".
- La autoestima. Las personas que cuentan con un elevado concepto de sus capacidades tienen mayor asimilación del contenido del aprendizaje.

1.4 MATERIAL EDUCATIVO POR COMPUTADORA

1.4.1 TECNOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN

Desde los años 50's Skinner ya vislumbraba la demanda de educación por parte de grupos cada vez más numerosos de la población: "la demanda no podrá ser enfrentada con la simple construcción de más escuelas y el entrenamiento de un número mayor de profesores, es preciso que la educación sea más eficiente"⁹. Lo anterior aunado a la escasez de profesores preparados o dispuestos a trabajar en ciertas zonas, a un mayor cúmulo de conocimientos que deben ser empleados y aprendidos, y a los avances tecnológicos, han llevado al desarrollo de una serie de tecnologías que se aplican a la educación.

El uso de estos dispositivos tecnológicos tiene la finalidad de alcanzar a un mayor número de estudiantes de manera simultánea e individualizar la enseñanza. A la aplicación sistemática de conocimientos científicos y tecnológicos en la construcción de instrumentos y equipos para la solución de problemas educacionales se le denomina Tecnología de la Educación. Los fundamentos psicológicos de la Tecnología de la educación se encuentran en las teorías del aprendizaje que se describieron en capítulos anteriores.

Entre las tecnologías más utilizadas en el contexto educativo se encuentran los medios masivos de comunicación —radio, televisión y video— y las tecnologías desarrolladas en el campo de la computación. Los expertos en la materia recomiendan no utilizar de manera aislada estos medios, sino como un complemento al trabajo del docente o bajo la guía de un tutor —humano— que oriente al estudiante en caso de dudas.

De acuerdo con Sarramona, el texto impreso es el primer gran medio de comunicación —pionero—, además de que posee una naturaleza *individualizadora* del aprendizaje, lo cual se logra través de la repetición, aceleración y selección del mensaje de acuerdo con los intereses del lector.

Otro medio de comunicación utilizado en la educación es la radio educativa. En México la primera alusión a ella se encuentra en la memoria de la Escuela Nacional de Maestros (ENM) 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..."¹.

Las películas y los videos también han sido utilizados con fines educativos. Entre sus ventajas se encuentran los "costos relativamente bajos [...] ya que los requerimientos técnicos para su elaboración y empleo son relativamente accesibles y se pueden utilizar un número ilimitado de veces"¹. Han sido empleados eficazmente con grupos escolares de todos los tipos y para estudio individual. Además facilitan la presentación de recursos de los que normalmente no se puede disponer en un aula, lo cual incrementa la motivación de los aprendices. Aunque los especialistas consideran que el uso excesivo o exclusivo de películas o videos lleva a una enseñanza pasiva, donde no existe respuesta a las dudas o inquietudes del estudiante.

Entre los medios de comunicación más destacados que han experimentado un crecimiento en su empleo en la enseñanza se encuentra la televisión educativa. Gracias a los esfuerzos de diversas instituciones como la Asociación Nacional de Educación en 1953 se transmitió el primer programa oficial de televisión educativa en Estados Unidos, seguido por Europa en 1958 y Japón. Dado que la televisión es una rápida y gran difusora de ideas, ha tenido una importante participación en la reducción del índice de analfabetismo a nivel mundial. Ha sido empleada en educación formal e informal para adultos así como para la enseñanza directa y suplementaria en las aulas.

En México, comienza en 1965 un plan por parte de la Dirección General de Educación Audiovisual, para utilizar la televisión al servicio de la alfabetización, posteriormente se tiene la iniciativa para impartir todas las asignaturas y actividades que figuran en el plan de estudios del ciclo básico de educación media, quedando establecido el Servicio Nacional de Telesecundaria en 1969. Una de sus desventajas es que "para la producción se requiere de un equipo con alto grado de calificación tanto en los aspectos técnicos como en lo referente a la realización de guiones [televisivos], cuyo contenido debe manejarse con suma habilidad para alcanzar los objetivos y cubrir las temáticas instruccionales"¹. Por otra parte, ofrece motivación y fijación de la atención, ya que la imagen dinámica sirve para fijar al alumno en el campo temático; también humaniza los contenidos "dotándolos de emotividad" y difunde los conocimientos en una forma más democrática, sin distinguir clases sociales, sexos ni edades: "su público es siempre grande, heterogéneo y anónimo".

1.4.2 USO DE LAS COMPUTADORAS EN LA ENSEÑANZA

En el verano de 1954 B. F. Skinner mostró su máquina de enseñar a deletrear y aritmética. En un artículo posterior de la revista Science en 1958 comentó la utilidad de las máquinas de enseñar, apuntando que el aspecto vital no era la máquina en sí, sino el arreglo de los materiales, acomodados de tal manera que el estudiante pueda hacer respuestas correctas y recibir reforzamiento cuando cuente con ellas. Esto influyó para que en esa época se produjeran más máquinas que programas hasta los inicios de 1960, cuando reconoció que los programas más que las máquinas eran el componente más importante de esta aproximación instruccional, lo cual originó un movimiento que fue conocido con el nombre de "Instrucción Programada". A finales de los años sesenta este movimiento declinó y a pesar de no haber durado mucho revivió las tempranas ideas de una educación individualizada, además de que proporcionó la infraestructura tecnológica necesaria para el desarrollo de un nuevo movimiento llamado "Instrucción Asistida por Computadora" (CAI).

La CAI ya había comenzado a emplearse en la educación y en la capacitación en los años cincuenta, fue desarrollada principalmente por IBM con su primer curso de lenguaje escrito. El objetivo de la CAI fue la "investigación e instrumentación de técnicas de producción de programas de software educativo"¹. Entre las modalidades generadas por varios proyectos en universidades se encuentran:

- a. Ejercicios y prácticas por computadora
 - b. Tutoriales
 - c. Simulaciones
 - d. Juegos exploratorios
-
- a. Los ejercicios y prácticas por computadora tienen la finalidad de proporcionar "experiencia o práctica en un determinado tema, utilizan 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 [...] proporcionando alguna sugerencia o ayuda"¹. Esta modalidad está basada en la idea de que para obtener ciertos tipos de conocimiento es necesario practicar con múltiples ejercicios, además tiene la ventaja de que el alumno puede conocer casi de inmediato si ha realizado bien o mal una tarea y puede ejercitarse con ejercicios variados en grado de dificultad de acuerdo con sus conocimientos actuales. Diversos autores recomiendan utilizar como un reforzamiento positivo el elogiar al estudiante y llevar un control de los aciertos obtenidos durante los ejercicios.
 - b. Los Sistemas Tutoriales tienen como objetivo enseñar sobre un tema específico mediante diversas opciones. Permite que el alumno avance de manera progresiva conforme revise las lecciones por lo que se puede considerar como una instrucción autoguiada. Estos sistemas simulan una especie de discusión —Socrática— donde las preguntas y la retroalimentación dependen de las respuestas del estudiante. Esta modalidad además proporciona corrección y estrategias para generar una instrucción más significativa.

Debido a que son difíciles de desarrollar algunos autores lo recomiendan sólo para aquellas situaciones donde se cuenta con la información bien definida del tema que se va a presentar, además se destaca su alto costo de producción.

Entre esta clase de materiales desarrollados en México se encuentran los Sistemas Tutoriales en la enseñanza de las Matemáticas, creados en la Unidad Xochimilco de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) que surgen como auxiliares para docentes y alumnos en el aprendizaje de esta disciplina; su objetivo es la revisión de aquellos conocimientos previos requeridos en un curso y para la reafirmación de temas recién enseñados pero aún no dominados.

Estos tutoriales utilizan secuencias en las que se presentan conceptos y ejemplos resueltos seguidos por una o varias preguntas y ejercicios para validar la memorización, la comprensión y la abstracción, así como para propiciar en los alumnos un proceso de síntesis de la información. 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 nuevamente los puntos no aprendidos pero en forma desglosada. Este tipo de material ha sido utilizado como complemento en el aula y presenta la ventaja de dividir los temas y ejemplos en diferentes niveles de complejidad como básico, intermedio y avanzado si así se requiere.

- c. Las simulaciones permiten explorar y experimentar eventos que por su alto costo o por el tiempo necesario para su experimentación directa no son accesibles o sería imposible tener. Presentan situaciones de la vida real, de las cuales se eliminan algunos de los elementos verdaderos ya sea por razones de seguridad, falta de disponibilidad de equipo costoso o complicado o por el tiempo requerido. Es por esto que estos ambientes electrónicos cuentan con su propio conjunto de reglas. Un ejemplo de simulación es LA FABRICA. El escenario para esta simulación es una fábrica donde un jugador selecciona entre tres tipos diferentes de máquinas para producir un producto y participantes adicionales pueden ser retados para recrear el producto producido por el primer jugador. Esta simulación fue diseñada para desarrollar habilidades en la resolución de problemas para niños de 9 a 15 años de edad.

Las primeras simulaciones fueron desarrolladas como sistemas computarizados de entrenamiento de pilotos, otros fueron creados con objetivos específicos de laboratorio de Biología, de Química y Economía. Entre sus ventajas se pueden considerar como sistemas que motivan y facilitan la interacción social y el aprendizaje a través del descubrimiento, individualizando la instrucción y reflejando la esencia de elementos de situaciones del mundo real.

- d. Los juegos exploratorios son juegos educativos cuyo objetivo es "desarrollar la creatividad, las habilidades relacionadas con la resolución de problemas y aumentar los conocimientos". Algunos expertos en la materia los consideran apropiados para alcanzar metas relacionadas con el desarrollo de independencia, autoaprendizaje, creatividad, resolución de problemas y formación de conceptos propios. Proporcionan práctica en las aplicaciones de información, habilidades y conceptos al usar un formato competitivo que sea motivante. Uno de los primeros juegos computarizados fue desarrollado en la Universidad de Stanford. Su juego "Aventura" (Adventure) proporciona un ambiente simulado que da al aprendiz poderes imaginarios para probar su potencia y un mundo no real.

1.4.2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El término de Inteligencia Artificial fue ideado en 1950 por el inglés Alan Turing, quien escribió un artículo titulado “Maquinaria Computacional e Inteligencia” donde hace referencia a una máquina inteligente, intentando eliminar la distinción entre inteligencia natural e inteligencia artificial; posteriormente diseñó la primera computadora capaz de jugar ajedrez y estableció la naturaleza simbólica de la computación. Después del fallecimiento de Turing, su trabajo fue retomado en Estados Unidos por John Von Neuman quien tuvo la idea de diseñar computadoras tomando como modelo al cerebro humano.

Más adelante en la Universidad de Carneige-Mellon, Shanon y Newell, Shaw y Simon diseñaron el primer programa inteligente, basado en su modelo de procesamiento de información —esta teoría queda incluida en el capítulo anterior—, “basándose en los estudios sobre la memoria asociativa [...] construyeron] los primeros lenguajes de procesamiento de información [...] utilizados en el diseño de su Logic Theorith Machine que se convirtió en la primera máquina inteligente”¹², ya que era capaz de memorizar y aprender.

En un principio la IA sólo estuvo relacionada con juegos de ajedrez y damas, estos programas aprendían de sus errores consiguiendo así derrotar en el juego incluso a sus creadores.

En 1960 Cornell's Frank Rosenblatt desarrolló en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) un proyecto llamado Perceptron, el cual reconocía letras y otros patrones colocados frente a sus ‘ojos’. Poco después otro investigador del MIT, David Mar, modeló las primeras fases de la percepción de objetos y escenas. Estas últimas aproximaciones se conocen como Instrucción Inteligente Asistida por Computadora (ICAI), esto es, la Inteligencia Artificial aplicada a la Instrucción Asistida por Computadora, usada en un principio en el área de la Enseñanza Procedimental y Razonamiento de Estrategias en la Resolución de Problemas.

En general, la ICAI hace referencia a aquellos programas que proporcionan una retroalimentación extensiva y enseñanza a partir de las respuestas dadas por el alumno.

A inicios de los años setenta se desarrollaron dos diferentes aproximaciones en relación con el uso de computadoras en la educación desde la perspectiva de la IA:

- a. **Sistemas Tutoriales Inteligentes.** Basados en el diálogo, fueron diseñados para dar a los estudiantes más control sobre las computadoras. Son capaces de identificar los errores de los estudiantes o malos entendidos para proporcionarles sugerencias alternativas. Algunos autores los consideran en esencia como máquinas pasivas basadas en profesores que responden a preguntas de los estudiantes, evalúan sus respuestas y hacen críticas de las soluciones propuestas.

Como un ejemplo se tiene el Tutor de Geometría, sistema ICAI desarrollado por John R. Anderson y sus colegas en la Universidad Carnegie-Mellon cuyo propósito es “entender cómo los aprendices alcanzan soluciones a los problemas y determinar las mayores dificultades en el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas”¹².

- b. **Ambientes de aprendizaje basados en la computadora.** Su finalidad es crear micro mundos simulados en combinación con juegos, simulaciones o programación con máquinas basadas en tutores capaces de involucrar al aprendiz en un diálogo.

En esta misma década se crearon los Sistemas Expertos. Uno de los primeros fue el Sistema DENDRAL creado en la Universidad de Standford en 1967, que manejaba gran cantidad de conocimientos presentados en forma de reglas de producción, "el sistema determina la estructura química de un compuesto orgánico a partir de los datos obtenidos de un espectrógrafo de masas"¹. Otro Sistema Experto desarrollado también en la Universidad de Standford en 1977 es MYCIN, el cual puede realizar el diagnóstico e indicar la terapia adecuada para enfermedades infecciosas de origen bacteriano.

Los Sistemas Expertos son un conjunto de programas inteligentes de computadora capaces de resolver problemas en ciertas áreas del conocimiento. Entre sus funciones básicas se encuentran la resolución de problemas basados en conocimientos especializados acerca de una rama específica del saber y la forma de comunicar este conocimiento, así como determinar cual es la forma de razonamiento empleado.

1.4.2.2 ROBÓTICA

En 1921 el escritor checoslovaco Karel Capek dio origen al término Robot en su obra “Rossums Universal Robots/ R.U.R.” a partir de la palabra checa *Robbota*, que significa fuerza de trabajo. El término Robótica fue creado más tarde por Isaac Asimov, refiriéndose así a la ciencia que estudia a los robots.

Entre los pioneros de la robótica se encuentra H. Maillardet, quien en 1805 construyó una muñeca mecánica capaz de hacer dibujos y como un trabajo muy posterior se cita el pequeño brazo robot de accionamiento eléctrico creado en 1971 por la Universidad de Stanford.

Desde los años setenta del siglo XX los investigadores de la Universidad de Stanford han dado origen a lenguajes experimentales de robots orientados a computadoras, los cuales se utilizan para programar el robot: “a pesar de que las computadoras estuvieron presentes desde el nacimiento de la industria robótica, la economía no estaba dispuesta al empleo de una pequeña computadora como el controlador del robot hasta la última mitad de los años setenta”^{web4}. En la actualidad la mayoría de los robots comerciales utilizan controles informáticos, sin embargo el campo de la robótica es considerado como una combinación de tecnología, de máquinas-herramienta y de informática.

Actualmente la robótica ha sido aplicada en los procesos de enseñanza-aprendizaje, aplicación a la que se le ha llamado Robótica Pedagógica y es la disciplina que se encarga de crear y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien en el estudio de las Ciencias. En numerosos países como Canadá, Francia, Bélgica, Suiza y Estados Unidos la robótica ha sido empleada en la Educación Básica y Media, en México apenas inicia a través de negociaciones en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), en el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE) y principalmente en la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación (SMCE), aunque aún no ha progresado lo necesario de acuerdo con la demanda de desarrollo tecnológico en el país.

Como un ejemplo de los proyectos desarrollados en México se tiene a PANCHITO un niño robot — humanoide— que promueve esquemas de aprendizaje lúdico en alumnos de edad preescolar y escolar. Interacciona con su auditorio mediante audio-video y es completamente móvil además de estar elaborado a partir de material reciclable. El equipo de este proyecto invita a los niños a controlar el movimiento del robot después de proporcionarles los conceptos necesarios para explicar el funcionamiento de PANCHITO e incluso se les narra una anécdota relacionada con la creación del robot.

Este tipo de proyectos busca proporcionar ambientes de aprendizaje interdisciplinarios “donde los estudiantes adquieran habilidades para estructurar investigaciones y resolver problemas concretos [...] y dar respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual”^{web5}.

Algunos expertos opinan que los logros de los estudiantes que participan en este ambiente de aprendizaje son:

- La construcción de estrategias para resolución de problemas.
- Utilizar un vocabulario especializado y construir sus propias concepciones acerca del significado de cada objeto que manipulan.
- Reconocer y clasificar, ya que algunos proyectos implican la selección de piezas de construcción como ejes, engranajes, poleas que son útiles según el diseño de robot propuesto.
- Interiorizan diversos conceptos tecnológicos.

Otro país que ha sido pionero en Robótica Pedagógica en América Latina es Colombia. Entre los proyectos desarrollados por este país se encuentra la creación de Clubes de Robótica para alumnos de primaria que funcionan en horarios extracurriculares. Para estos talleres han adquirido sets de robots a través de Internet a un costo accesible, \$ 200 USD. Esto podría considerarse una ventaja si se compara su utilidad y costo con otras tecnologías educativas, además estos robots utilizan lenguajes de programación de naturaleza gráfica y lógica que resulta clara y fácil de usar a los niños. Más aún, expertos chilenos consideran que las piezas de un robot pueden obtenerse de juguetes y de cosas que haya en la casa e incluso la programación puede bajarse de Internet, por lo que no resulta difícil fabricar sus propios tipos de robots en forma independiente.

1.4.2.3 REALIDAD VIRTUAL

El concepto de Realidad Virtual (RV) surge en 1965 cuando Ivan Sutherland publicó un artículo titulado "The Ultimate Display" donde describía el concepto básico de Realidad Virtual. Posteriormente en 1982 Donald Schon usó por primera vez la expresión *Mundos Virtuales* para referirse a las imágenes del entorno en el cual interactúa el individuo.

Aunque no existe una definición oficial de lo que es la RV, este término ha sido aplicado a "cualquier desarrollo tecnológico [...] desde juegos de computadora hasta películas tridimensionales"^{web6}. De acuerdo con Roehl la Realidad Virtual es una "simulación de un ambiente tridimensional, generada por computadoras" donde el usuario es capaz de ver y manipular —interacción— los objetos en ese ambiente, es decir, esta simulación proporciona información *sensorial* con la finalidad de que el participante sienta que está en un cierto lugar. A esto añade Escarpín: "es, en su definición más simple, una manera de amplificar o sustituir uno o más sentidos; cuando la percepción de los sentidos es amplificada se pueden sobrepasar algunas de las limitaciones del cuerpo humano"^{web6}.

En la época actual, buena parte del ambiente que se considera real es en gran medida ficción que se asimila a través de diversos canales disponibles, como las revistas o la televisión, por lo que es importante hacer distinción entre lo real y lo virtual: "la realidad es la cualidad o estado de ser real o verdadero; lo virtual es lo que resulta en esencia o efecto, pero no como forma, nombre o hecho real"^{web7}.

También se da el caso en el que se confunde la RV con la Multimedia, a continuación se enuncian algunas diferencias:

- La multimedia por su parte se refiere a una información previamente elaborada y programada que se presenta a través de una interface novedosa, mientras que la RV es dinámica y cambiante.
- La multimedia es principalmente bidimensional, constituida por un conjunto de imágenes planas presentadas secuencialmente en una pantalla; la RV es tridimensional.
- La multimedia sólo permite seleccionar una secuencia diferente para presentar la información grabada, sin que pueda alterarse el material o añadir, sin embargo la RV es interactiva y maleable por naturaleza.

La tecnología de la RV ha sido utilizada para fabricar simuladores de vuelo, como ejemplo se puede citar a General Electric, quien en 1972 bajo comisión de la armada norteamericana desarrolló el primer simulador computarizado de vuelo, cuyo objetivo era "producir un ambiente que sea indiferenciado a la realidad física"^{web7}.

Gracias a la RV se puede reproducir en una computadora el interior de una pirámide egipcia cuya visita en el mundo real sería un riesgo para su conservación. A través de una galería virtual los usuarios pueden ver una representación bidimensional de cualquier artículo de toda una colección; si se tratara de un museo virtual se tendría la ventaja de acceder al acervo en bodega al cual sólo tienen entrada unos cuantos especialistas, además el visitante puede localizar y ver objetos relacionados con el tema de interés. En países desarrollados ya están funcionando bibliotecas virtuales donde los usuarios navegan a través de una representación visual de los estantes con libros, hasta elegir el volumen deseado para después "entrar" al libro, leerlo y si es necesario copiar las secciones convenientes.

También se benefician las profesiones que utilizan de manera habitual maquetas o prototipos, ya que la RV permite al diseñador presentar a sus clientes simulaciones —tridimensionales— de la obra antes de iniciar un proyecto.

Entre las aplicaciones de la RV a la enseñanza se encuentran: a) el estudio y diseño de “modelos virtuales” en Ingeniería Mecánica, Industrial, Civil y Arquitectura; b) el entrenamiento mediante ambientes simulados en Ingeniería Mecánica, Industrial, Química y Eléctrica; c) el estudio de fenómenos en las disciplinas como Matemáticas, Física y Química.

Algunas investigaciones sugieren que los alumnos educados con herramientas de RV se desempeñan igual o mejor que los educandos instruidos de manera convencional, debido a la interactividad que caracteriza a la RV, lo cual por otra parte resulta motivante para los alumnos, quienes disfrutan el trabajo con los ambientes virtuales, aunque una desventaja es el cansancio ocular que puede provocar el uso prolongado de estas herramientas. Por otra parte puede beneficiar a alumnos desde el nivel primario hasta el universitario.

1.4.2.4 MULTIMEDIOS

Varios autores coinciden al definir Multimedia como la conjunción de distintos medios de comunicación, tales como texto, sonido e imagen —fija o en movimiento— “para comunicar ideas, vender productos, educar y entretener”¹. El origen de los multimedios ocurre con la llegada de las tarjetas de sonido, los CD-ROM y la posibilidad de generar gráficos e imágenes en una computadora; posteriormente el Internet dio un mayor impulso a esta tecnología.

En el área de la multimedia se habla de dos tipos de dispositivos: los que sirven para generar aplicaciones multimedia —scanner, tarjeta de sonido y tarjeta digitalizadora de video— y los dispositivos necesarios para utilizar las aplicaciones multimedia —CD-ROM y tarjeta de sonido—. En los inicios de los multimedios, las computadoras de la marca Macintosh fueron pioneras en utilizar la tecnología multimedia, pero en la actualidad todos los equipos cumplen con un mínimo de dispositivos instalados para utilizar materiales multimedios, como son:

- Tarjeta de sonido, que digitaliza el sonido y lo reproduce.
- Unidad lectora de CD-ROM, que permite leer y reproducir discos compactos.
- Altavoces, que amplifican el sonido procedente de la tarjeta de sonido.
- Micrófono, que digitaliza la voz con una tarjeta de sonido.
- Joystick, el cual se utiliza para controlar los juegos de computadora.

Las partes que componen una aplicación multimedia son: texto (narrado o escrito), sonido (banda sonora y música), imagen o video (gráficos, dibujos, animaciones, 3D, fotografías). Estos componentes hacen referencia a los distintos formatos en los que se puede presentar la información en una aplicación de este tipo. Pueden aparecer simultáneamente o por separado, cambiando frecuentemente entre texto, animación, gráficas, silencio y sonido, pero deben ser presentados mediante una interfaz que sea intuitiva e interactiva.

Un programa multimedia se caracteriza por permitir al usuario navegar de manera sencilla — intuitiva— a través de sus distintas pantallas. Generalmente se cuenta con un menú principal a partir del cual arrancan las demás pantallas. Este menú principal suele mostrar diferentes opciones —en forma de menús, botones u objetos— que después de hacer clic sobre ellas con el ratón despliegan nuevas pantallas, éstas a su vez muestran nuevas posibilidades —de seleccionar diferentes idiomas o niveles de profundidad de la información—, por lo que al final se tiene una serie —de árbol— que crece según se desciende por los nodos.

Al utilizar aplicaciones multimedia el usuario dispone de los métodos de navegación —para recorrer todo el conjunto de pantallas desde la pantalla inicial— que hayan sido habilitados por el programador, estos pueden ser:

- Acceso lineal, desde la primera pantalla hasta la última de manera secuencial.
- Acceso indexado, accediendo de una pantalla a otra utilizando las entradas de uno o varios índices; “es como un acceso secuencial a saltos, según un criterio establecido”¹³.
- Acceso circular, al llegar a la última pantalla —mediante un acceso secuencial o indexado— se accede de nuevo a la primera de una manera cíclica.
- Acceso en estrella, después de alguna pantalla se puede acceder a cualquier otra.
- Acceso múltiple, es la combinación de algunos o todos los accesos anteriores.

Entre las aplicaciones multimedia se encuentran:

- Enciclopedias temáticas. Son como las clásicas enciclopedias, pero con un soporte distinto al papel impreso, es decir, cuentan con un soporte interactivo multimedios el cual les permite narrar la información acompañada de música, gráficos e ilustraciones interactivas —que responden a la acción del usuario— o ejemplos prácticos en formato de video o animación. También permite al lector elegir la forma de acceder a la información.
- Atlas. Presentan gran cantidad de información mediante mapas ilustrados interactivos tales como mapas geográficos, médicos, de carreteras, oceanográficos, etcétera. Permiten seleccionar el destino de un viaje y el programa indica los caminos posibles, los kilómetros a recorrer, la gasolina que se gastará y el tiempo que se tomará entre otros aspectos.
- Cuentos interactivos. Son una especie de libros en un soporte multimedios. A diferencia de los cuentos tradicionales escritos la historia no es lineal, sino que el lector elige el camino por el cual avanzará en la historia. El usuario puede interactuar con los personajes y estos responden de una manera determinada acompañándose de música, animaciones y/ o videos.
- Programas educativos. Combinan historias, cuentos y juegos con los contenidos didácticos y educativos, logrando así una forma más amena y divertida de asimilar los conceptos que podrían resultar aburridos. Pueden considerarse dentro de este tipo de multimedios aquellos creados para el aprendizaje de idiomas. Éstos han aprovechado las herramientas que proporcionan los entornos multimedia y que son idóneos para el estudio y la comprensión de una lengua extranjera de manera práctica y divertida. Existen además programas que intentan estimular el desarrollo de la creatividad y de la imaginación dirigidos principalmente al público infantil, los temas que manejan son el dibujo y la música entre otros. Otras aplicaciones multimedia tienen el objetivo de dar formación a una serie de profesionales en alguna tarea específica, utilizándose como un sistema de autoaprendizaje, por ejemplo, existen multimedios que incluyen una serie de lecciones donde se muestra cómo dar mantenimiento a una PC.

Los CD-ROMs —discos compactos sólo de lectura óptica— son el dispositivo común para reproducir material multimedia debido a su capacidad de almacenamiento de datos y de sonido, además de que logran una reproducción con la calidad de un disco compacto de audio. Tienen la característica de ser medios fijos, ya que el usuario no puede añadir ni tomar nada, sólo son de lectura, es por esto que algunos autores opinan que la interactividad proporcionada por los CD-ROMs multimedios es mínima comparada con la interacción humana porque se da al usuario el control sobre los aspectos de quietud —puede navegar a su propio ritmo—, secuencia y elección de la siguiente actividad, lo cual es benéfico, pero representa la "ilusión de una abertura más democrática" del medio. Sin embargo debe considerarse que los multimedios están hechos no solamente para acceder con facilidad a cualquier punto de la información, sino además ver diferentes representaciones de los mismos datos y/o profundizar en ellos, lo cual convierte a la computadora y por lo tanto a los multimedios en un recurso interactivo por definición. No es precisamente la combinación de medios lo que brinda importancia a este tipo de material, sino que esta combinación ocurra en la computadora y permita al usuario el control interactivo de la presentación, es decir, la secuencia **dependerá de la respuesta** del usuario ante una lista de opciones o preguntas.

El uso de la tecnología multimedia puede satisfacer los estilos de cada usuario para aprender y trabajar, ya que permite ver las lecciones que necesitan las veces que les sea conveniente. Esta metodología de auto estudio le da al alumno el control tanto de su tiempo como de su proceso de aprendizaje. No existe una razón para desperdiciar el tiempo de una persona explicándole temas que ya conoce, en vez de eso puede invertir más tiempo en desarrollar nuevas habilidades y reforzar áreas que considere débiles, lo cual es una ventaja. También permite que todos los usuarios obtengan la misma información y estén expuestos a ambientes de aprendizaje idénticos, ya que la calidad de la información y la presentación del material son siempre consistentes de usuario a usuario y de sesión a sesión.

Entre algunos aspectos educacionales que no son cubiertos a través de este tipo de materiales se encuentra la enseñanza efectiva de las habilidades interpersonales, afectivas o motoras. Algunos expertos sospechan que al educar mediante la computadora se disminuye la interacción social, debido a que existe poca interacción cara a cara con el profesor, asesores o compañeros, lo cual puede tener consecuencias graves en la habilidad de comunicación y en el desarrollo integral de los alumnos.

En ocasiones el uso de un CD-ROM multimedios requiere un procedimiento complejo de navegación, donde los aprendices deben decidir qué hacer seleccionando desde un conjunto de opciones hacia donde desean ir para la siguiente pantalla, con la posibilidad de elegirlo a su propio ritmo. Algunos estudiantes no cuentan con las habilidades necesarias para interactuar con un CD-ROM —no están familiarizados con la convención de moverse a través del texto o tienen dificultades para juzgar el paso apropiado para desplazarse, ya que no tienen la noción sobre el tamaño del espacio donde se encuentra la información a través de la cual se están moviendo— debido a que no han estado expuestos lo suficientemente a ellos; o los profesores no están adecuadamente preparados para integrar el multimedios en las actividades de enseñanza y aprendizaje; o bien el diseño de la interface (creado por el programador) es tan engorroso que frecuentemente resulta inadecuado para las necesidades de los usuarios.

El proceso de leer un texto escrito tiene algunas diferencias con la experiencia de leer un CD-ROM multimedios: la lectura no es forzosamente lineal. Al comenzar la lectura de un libro las especulaciones iniciales generan un marco de referencia con el cual se interpreta lo que viene después, pero el material que se presenta posteriormente puede retrospectivamente transformar el entendimiento original, por lo que cada secuencia abre un horizonte, el cual es confirmado, cambiado o indeterminado por el próximo. En otras palabras, se lee hacia atrás y hacia delante simultáneamente, prediciendo y recolectando información. Este proceso de ajuste constante y reinterpretación del texto es más difícil dentro de un multimedios debido a que gran parte del texto anterior y posterior, dado en cualquier punto, es invisible y comparado con los libros es inaccesible ya que sólo se muestra una pantalla a la vez, pues el ver todo simultáneamente sería contrario al propósito de un CD-ROM.

Lo anterior se debe a que los multimedios presentan la información en un formato conocido como hipertexto. La palabra *hipertexto* fue ideada en 1965 por Theodore Holm Nelson en la Universidad de Harvard, quien tuvo la idea de diseñar un sistema de manejo de textos que permitiera a los escritores revisar, comparar y corregir su trabajo con menos complicaciones. Theodore definió este sistema como “lectura no secuencial”, otros autores lo definen como “la presentación de información [...] en forma de] una red de nodos enlazados a través de los cuales los lectores pueden navegar libremente en forma no lineal, [...] permite la ampliación de la información en forma casi ilimitada y crea múltiples rutas de lectura”^{web9}. También puede considerarse como “un texto compuesto de bloques de palabras [...] electrónicamente unidos en múltiples trayectos, cadenas y recorridos”¹.

El sistema de hipertexto puede señalar los puntos de enlace como textos subrayados en pantalla, cuando el usuario selecciona el enlace marcado haciendo clic sobre éste con el ratón, el sistema recorre, busca y exhibe el nodo que está al otro extremo del enlace. Entre las características más importantes del hipertexto se encuentran las siguientes:

- No es lineal. Los lectores pueden “saltar” por el documento como lo deseen, por eso se dice que el hipertexto da mayor control a los usuarios. Según Jacob Nielsen “un verdadero hipertexto debe... hacer sentir a los usuarios que pueden moverse libremente a través de la información, de acuerdo con sus propias necesidades”^{web9}. Esta característica no debe usarse para fraccionar textos lineales extensos en varias páginas, por el contrario, su objetivo es permitir al lector seleccionar.
- Es interactivo. Es decir, permite seleccionar los temas que sean de interés para el lector; en esta dependencia a la respuesta del usuario reside su interactividad.
- Permite al autor del texto ofrecer un amplio contexto de información relacionada con el tema principal. Ya que se puede estructurar el texto como una red de información con enlaces interrelacionados usando éstos para resaltar las ideas principales.
- Permite al usuario leer y comprender de manera significativa. Al presentarse la información en forma de red, los lectores pueden acceder a esta de la manera que consideren más apropiada de acuerdo con sus intereses. Por otra parte, al ser una red enriquecida con enlaces relacionados con el tema principal, ofrece diversos medios para entender el contexto. Algunos la comparan con la red de asociaciones que la gente utiliza cognitivamente para guardar y recuperar información.

Un hipertexto eficaz es aquel que es fácil de entender; esto es, los lectores captan con rapidez cómo se navega y cuáles son los comandos básicos para localizar la información. Además entienden la estructura básica de la red y de los enlaces, recuerdan con facilidad la estructura general y pueden encontrar la ruta que recorrieron por la red, reconociendo los contenidos marcados; cuando los lectores encuentran pocos errores en el hipertexto, rara vez continúan por un enlace que los conduzca a donde no quieren ir, o bien, pueden regresar fácilmente al lugar anterior si así lo desean. Un hipertexto debe ser amigable ya que esto evita el sentimiento de frustración o decepción en los lectores al seguir los enlaces, haciéndolos sentir que tienen el control y pueden navegar libremente por la red.

Es por esto que la versatilidad del hipertexto requiere de un lector activo y constructivo. Lo que ha llevado a considerarlo como una gran herramienta para el aprendizaje gracias a que guían al estudiante hacia un pensamiento no lineal y desarrollan en los principiantes hábitos para enlazar ideas y contextos.

1.4.3 MATERIAL MULTIMEDIOS EN MÉXICO

Actualmente la mayor parte de la información que se encuentra en Internet contiene material multimedia —páginas Web donde se implementan presentaciones interactivas, en el sentido de seleccionar la ruta a seguir, en tiempo real acompañadas de sonido e imágenes fijas o en movimiento—. Este tipo de material ha sido desarrollado en México desde hace varios años a través de agencias de publicidad especializadas en el Diseño Web y en la creación de presentaciones avanzadas en CD-ROM multimedios. Estas agencias han dado gran impulso a la comercialización de los productos que promueven aprovechando las características de la multimedia; como ejemplo se puede citar a los CDs de música comerciales que en años recientes comienzan a incluir material multimedia como videos e incluso juegos; también gran parte de los programas de cómputo —comerciales— presentan tutoriales en plataformas multimedia.

Aunque en el ámbito educativo mexicano ya se contaba desde hace tiempo con CD-ROMs multimedios, estos eran elaborados en España, Inglaterra, Estados Unidos y Francia, donde se compraban los derechos de autor de volúmenes, siendo después editados en versiones especiales para México. Afortunadamente ya se ha rebasado la etapa inicial donde se experimentaban combinaciones de medios así como la narrativa al presentar la información en cuestión, por lo que en la actualidad distintas instituciones y organismos del ámbito académico, científico y gubernamental han asumido el papel de generadoras de este tipo de materiales, ya sea para la divulgación o para la enseñanza.

Entre las instituciones y organismos que promueven materiales multimedia se encuentran:

- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)
- Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE)

La UNAM cuenta desde 1993 con un laboratorio de multimedia que depende de la Coordinación de Servicios Educativos en red. Su objetivo es desarrollar programas multimedia interactivos para ser difundidos como CD-ROMs y páginas Web para apoyar a la Universidad en su labor de educación, difusión y divulgación de las ciencias y humanidades. Entre otras funciones del laboratorio se encuentra la de contribuir a la formación de personal especializado en la creación, edición e integración de medios, razón por la cual organiza diplomados de multimedia y cursos de desarrollo de aplicaciones multimedia entre otros. El laboratorio ha participado en proyectos multimedia en coordinación con distintas facultades e institutos, entre los cuales se tiene el CD-ROM titulado "Arquitectura para la Salud", creado para la Facultad de Arquitectura como un curso interactivo de planeación, diseño, construcción y conservación de edificaciones para la salud; o bien el CD-ROM "La Revolución Mexicana a través de sus imágenes" realizado en colaboración con la Dirección General de Actividades Cinematográficas (DGAC) de la UNAM, que tiene como objetivo difundir parte del acervo fílmico sobre la Revolución Mexicana que la UNAM tiene en resguardo. Cabe mencionar que en distintas Facultades y Escuelas de la UNAM también se elaboran, aunque de manera aislada, materiales multimedios con fines específicos.

Por su parte la UAM no posee un centro dedicado especialmente a este tipo de programas, sin embargo de manera continua se desarrollan proyectos multimedia —de carácter independiente— por parte de académicos e integrantes de cada una de las Unidades. Como ejemplo se tiene una página Web con enlaces a los distintos proyectos generados por alumnos de la carrera de Diseño Gráfico, de la Especialización en Nuevas Tecnologías y Línea Hipermedios, además de estudiantes del Postgrado en Diseño de la Unidad Azcapotzalco. Entre los proyectos que se han impulsado se encuentran multimedios para la difusión cultural de la Zona Arqueológica de Palenque, un CD-ROM interactivo para la Secretaría de Turismo del Estado de Michoacán donde se presenta la diversidad cultural de la entidad, un curso de capacitación interactivo para la enseñanza de la Electricidad Básica y un programa para el aprendizaje del idioma Italiano entre muchos otros.

En la Unidad Iztapalapa (UAM-I) se cuenta con un centro virtual de documentación en Filosofía Latinoamericana e Ibérica, creado por el departamento de Filosofía de esta Unidad que contiene materiales de consulta, calendario de actividades y enlaces a otras páginas, todo esto en una plataforma multimedia. En general cada uno de los Departamentos Académicos propicia la generación de materiales multimedios para funciones específicas en las distintas áreas del conocimiento a partir de proyectos desarrollados en los distintos Talleres, Diplomados, Licenciaturas y Postgrados que ofrece esta institución.

Debido a la aceptación de materiales multimedia en diversas instituciones educativas, en 2002 se crea la Asociación de Multimedios Universitarios AC (AMU) la cual está conformada por profesionales que pertenecen a diferentes grupos académicos desarrolladores de sistemas multimedia dentro del ámbito universitario o institucional. Esta asociación se dedica a realizar Talleres para el Desarrollo Multimedia y Concursos para promover las Tecnologías Multimedia; tiene su sede en la UNAM, la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) y la UAM —Xochimilco—.

El ITESM por su parte cuenta con laboratorios de producción digital para la realización de proyectos de diseño gráfico, animación, edición de video, efectos especiales y desarrollo de páginas Web. La institución ha creado además el Centro de Electrónica y Telecomunicaciones (CET) que brinda apoyo a las maestrías en Sistemas Electrónicos y Telecomunicaciones, realiza desarrollo de tecnología y transferencia de conocimiento, además proporciona educación continua a través de seminarios, cursos y diplomados. Entre las líneas de investigación del CET se tiene la tecnología de multimedios, como ejemplos de multimedios desarrollados por esta institución se puede citar un CD-ROM multimedia creado para el proyecto "Programa de Liderazgo Empresarial" (PLEI) que contiene información sobre México, sobre el sistema ITESM y sobre las principales empresas y organizaciones del país; fue utilizado por alumnos del TEC como carta de presentación en una visita realizada al Pacífico Asiático y a América del Sur.

El ILCE es un organismo internacional sin fines de lucro, integrado por trece países miembros de Latinoamérica: Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay y Venezuela siendo México el país sede. Entre sus objetivos se encuentra la elaboración de cursos interactivos que pueden ser desplegados en CD-ROM o Internet e incluyen video, audio y animaciones en dos dimensiones entre otros elementos; así como el diseño de programas interactivos multimedia para ser usados localmente en CD o Internet.

Las características de los materiales multimedia han influido para que esta tecnología de la educación sea empleada como una tecnología adicional en la Educación a Distancia —se agrega a radio educativa, redes televisivas, laboratorios de televisión interactiva, boletines, teleconferencias o videoconferencias, documentales en video, libros impresos y electrónicos— llegando a convertirse en el elemento básico para el desarrollo de cursos virtuales a través de Internet y CD-ROMs, esto gracias a la disponibilidad masiva de computadoras personales incluyendo los discos compactos y redes computacionales (Intranet e Internet), lo cual representa una forma de presentar más información y de proporcionar mayor interacción entre estudiantes y profesores que las tecnologías previas, haciendo la educación a distancia más efectiva y accesible. Las opciones de educación a distancia surgen como una alternativa para aquellas personas que invierten gran parte de su tiempo en el trabajo, la familia, que se encuentran alejadas del lugar físico donde se ofrecen ciertos servicios educativos o cuyo tiempo libre no coincide con los horarios establecidos por los modelos de educación presencial. La educación a distancia es una gran oportunidad para ofrecer servicios educativos pertinentes, equitativos, descentralizados y que impacten de manera definitiva en la población.

En general el desarrollo de materiales multimedia con fines educacionales, ya sea para su presentación en línea —Internet y/o Intranet— o en CD-ROMs multimedia, implica un trabajo interdisciplinario desarrollado por un comunicólogo guionista además de especialistas en pedagogía, diseño gráfico, comunicación y computación entre otros, quienes deben cuidar los aspectos pedagógicos como la secuencia del contenido, el uso adecuado de elementos de motivación, así como la inserción de opciones para que el usuario pueda controlar los tiempos de presentación y de aprendizaje. Se debe proporcionar además una estructura y un sistema de navegación que permita al usuario descubrir los mensajes y contenido con fluidez y facilidad.

El costo es un factor importante en un proyecto de este tipo, debido a que la etapa de análisis y desarrollo de las aplicaciones requiere de recursos humanos calificados y del equipo de cómputo necesario; por lo que estos rubros deben ser considerados dentro del presupuesto a diferencia de la producción de otros medios como manuales y folletos. Esto representa exigencias superiores a las habituales en el desarrollo de material educativo convencional, por lo que es primordial asegurar la posibilidad de ampliar plazos cuando así se requiera. En lo que concierne a la implementación y mantenimiento de estos materiales la inversión es relativamente baja, ya que en comparación con el aprendizaje guiado por un maestro o la capacitación basada en documentación escrita, el costo disminuye cada vez que la aplicación es utilizada por el usuario.

Entre los programas para crear y presentar producciones multimedia se encuentran: HyperCard, Macromedia Director, Macromedia Authorware Professional, Photoshop, InDesign, Free Hand, Dreamweaver, Flash, Final Cut LinkWay Live!, HSCInteractive, Action!, ToolBook, AVC, AuthorWare, Director, IconAuthor, Visual Basic y muchos más que aparecen con regularidad.

Es importante señalar que el éxito en el desarrollo de estos proyectos requiere de un adecuado diseño del material que se va a presentar en este tipo de plataforma, por lo que es necesario que el diseñador del contenido de estos materiales cuente con un alto grado de experiencia y con el apoyo de expertos en pedagogía entre otros profesionales.

Después de haberse concluido la etapa de producción de este tipo de material se puede considerar una gran ventaja la manera tan rápida en que puede distribuirse con la ayuda de medios electrónicos como el Internet y la Intranet por ejemplo. Dentro de instituciones educativas se pueden distribuir también en los centros de cómputo para alumnos y en las bibliotecas, incluso, al menos en un principio se deben poner a disposición de los profesores para que estos los conozcan y puedan recomendarlo a sus alumnos. Por otra parte cuando se desea actualizar el material, el tiempo empleado para ello es sumamente corto comparado con el de materiales educativos convencionales como los libros de texto.

Es de suma importancia tener expectativas realistas sobre este tipo de materiales, ya que no deben ser considerados como algo que mágicamente lleva al dominio del conocimiento sin esfuerzo alguno por parte del estudiante. En otras palabras sólo se deben considerar como auxiliares en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que su función es el de herramientas de instrucción y no el de guías. Esto lleva a tomar conciencia sobre el uso más adecuado posible que se les debe dar, lo que puede implicar emplearlo unas cuantas horas en todo un curso o utilizarlo en gran parte del tiempo del mismo, siempre teniendo claro el objetivo que se busca alcanzar, considerándolo también como un estímulo para los alumnos y como una forma amigable de adquirir conocimientos.

1.5 CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

Actualmente se considera a las Matemáticas como el fundamento de todas las ciencias y de la tecnología llegando incluso a convertirse en un instrumento cotidiano de disciplinas que no son de naturaleza técnica como la Psicología, la Sociología, la Medicina y la Pedagogía, debido al desarrollo de la Matemática de lo incierto o aleatorio: la Estadística. Ha mantenido vigente su gran importancia también porque forma parte del patrimonio cultural y a que la sociedad exige cada vez más información científica y técnica: "desde la revolución industrial los programas de Matemáticas de casi todo el mundo no difieren sustancialmente en contenidos y resulta sorprendente que sea la única materia que se enseña en casi todos los niveles educativos en cualquier parte del mundo (Howson 1991)"²³.

En un boletín publicado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se explica que las Matemáticas son básicas en cualquier materia donde se requiera una estructura lógica —tradicionalmente por razonamiento matemático se entiende el razonamiento lógico— es decir, donde se requiera matematizar. Matematizar un tema significa convertirlo en la forma de una ciencia matemática abstracta donde se pueda manipular con números y símbolos. Se considera además que esta rama de la ciencia ayuda a propiciar la construcción de conceptos útiles y puede ayudar a desarrollar habilidades intelectuales o estrategias para el razonamiento que pueden transferirse a otras áreas del conocimiento.

Por la importancia de esta materia no es raro que se hayan llevado a cabo diversas reformas educativas en los países de primer mundo principalmente en la década de los 70's, las cuales tenían como eje central la enseñanza de las Matemáticas. Esto propició un aumento del gasto en educación y en ciencia, introduciéndose también cambios en la forma de dar clase del maestro, lo que implicó más atención individualizada y menos clase frente al grupo.

Sin embargo en los últimos años el público en general y los gobiernos han pretendido eliminar del currículo de educación media y media superior buena parte de las Matemáticas que se enseñan, "tal vez porque las Matemáticas no siempre son fáciles, tal vez por resentimiento o ignorancia, tal vez porque los conocimientos matemáticos no producen frutos inmediatamente"¹⁸. Puede resumirse como falta de aceptación social de la ciencia y de las Matemáticas en particular, lo cual se debe a que la gente no tiene idea alguna de las aportaciones de la ciencia, sólo cuentan con una vaga noción de su relación con los servicios tecnológicos como el teléfono y la televisión, más aún desconocen si hay científicos trabajando en el país. De acuerdo con De la Peña no es reconocida la importancia fundamental del trabajo de los científicos, a pesar de que se trata de un mundo cuyo funcionamiento depende progresivamente de los avances científicos y tecnológicos.

Presentan motivos como el que las Matemáticas sólo sirven para contar: "alguna vez en Alemania, una señora en un autobús me preguntó a qué me dedicaba, luego esperó el momento en que estaba yo a punto de bajar para decirme: Matemático, debe ser horrible pasarse todo el día haciendo cuentas"¹⁸. Esta conceptualización se restringe a la eficiencia vinculada con la diversidad de interacciones con el dinero e intercambio comercial, las personas se ven obligadas a construir día a día conocimiento matemático porque lo necesitan para resolver problemas cotidianos al operar con billetes, kilos de naranjas, metros, etcétera. Mientras que por otro lado se piensa que los matemáticos no tienen un campo laboral particular y por lo tanto no tienen futuro.

En lo que respecta a México se tiene una cultura matemática escasa, se carece de programas atractivos de enseñanza-aprendizaje en esta materia y se dispone de cada vez menos matemáticos por número de habitantes y de estudiantes matriculados en educación superior. A partir de las reformas de corte constructivista realizadas al Plan de Estudios de la SEP en 1993, se realizó un estudio para conocer la opinión de los maestros de Educación Básica en la República Mexicana. Entre los resultados se encuentran opiniones sobre las diferencias entre el plan anterior y el plan actual: la no memorización, la no mecanización y la participación de los niños, todo apunta a una mejora de la enseñanza de esta disciplina en la educación básica. Sin embargo cuando se pide a los profesores que definan las Matemáticas se encuentran frases como: "es el arte de saber contar", "es un arma que sirve para la vida", "todo lo relacionado con la medida". De los 16 profesores que participaron sólo unos cuantos ofrecieron una respuesta diferente: "las Matemáticas son una ciencia que nos hace reflexivos". En la opinión de muchos el problema en México es el bajo nivel académico del profesorado de los niveles elemental y medio, la mayoría de ellos no alcanzan fácilmente los niveles requeridos, plantean problemas con escasa frecuencia y tienen dificultades al aceptar la validez de otros procedimientos desarrollados por los alumnos, no necesariamente enseñados en la escuela ni conocidos por el profesor.

En un ambiente como este, los estudiantes creen que las Matemáticas se definen como la solución del problema sin considerar que importa más el desarrollo que el resultado final. Se enfocan a conseguir el "número mágico" en lugar de dar importancia al proceso del pensamiento involucrado para la obtención de la respuesta: "la percepción generalizada de la gente no es que el estudio de las Matemáticas les permite desarrollar sus capacidades de razonamiento lógico, sino que los faculta para realizar 'cuentas' (¿para qué, si todos tenemos calculadoras?); las clases de Matemáticas no les ayudan a resolver problemas importantes, sino que los obligan a aprender cosas extrañas e inútiles ('el conjunto de cubos grandes y azules')"¹⁸.

Esto se repite en la secundaria y en el bachillerato, les transmiten sólo fórmulas que deben aprenderse sin ninguna aplicación. Los alumnos van creciendo con la idea de que las Matemáticas no les servirán en su vida diaria y sólo son para torturarlos, además de considerarlas como muy difíciles y llenas de dificultades, lo que en ocasiones los desanima. Otro ejemplo de ello es la desaparición en México de la enseñanza de la teoría de conjuntos en la primaria en los años ochentas del siglo XX, mientras que en secundaria se continuó hasta hace poco tiempo: "el libro para el maestro de educación secundaria (1994) informa que entre los cambios al programa anterior están la desaparición de los temas de lógica y conjuntos, mientras que se rescata [...] el uso de la calculadora"¹⁸. Por lo que se puede considerar que el énfasis de la enseñanza de las Matemáticas sigue estando en las mecanizaciones y en la memorización.

Lo anterior ha derivado en algunos problemas con los alumnos de nuevo ingreso en niveles de bachillerato y superiores, quienes poseen una deficiente preparación académica desde el nivel básico, situación que se ve agravada por el tamaño de los grupos y el escaso tiempo de los profesores. Por otra parte en las escuelas o facultades de Matemáticas, la interacción de esta materia con las otras disciplinas inclusive tan cercanas como la Física es escasa, lo cual puede ser la causa de que el interés en las Matemáticas surja de la Matemática misma y no de la interacción con las otras ciencias, menospreciándose así las aplicaciones.

Este tema se ha convertido en una preocupación mundial y dentro del contexto nacional se pueden mencionar diversas instituciones que están tomando medidas para afrontar estas dificultades como la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) donde se ha formado una comisión encargada de idear estrategias para mejorar el aprendizaje de las Matemáticas de los alumnos de primer ingreso. En la Unidad Azcapotzalco de la misma institución se realizó un estudio con los alumnos de primer ingreso encontrando un deficiente grado de habilidad matemática: "se nos informa que muchos de los estudiantes que ingresan a la universidad no saben mucho de aritmética o álgebra, no pueden trabajar en un nivel abstracto y no pueden relacionar las Matemáticas con el mundo a su alrededor". En la Unidad de Xochimilco se tiene un panorama similar: "se han evidenciado serias deficiencias que no son cubiertas satisfactoriamente con los programas vigentes, las cuales se han traducido en una elevación de la tasa de no acreditación" en las Licenciaturas de Administración, Economía, Política y Gestión Social.

Por parte de la UNAM (Escuela de Trabajo Social) se realizó en la Ciudad de México una encuesta diseñada por De la Peña y Michael Barot; en la cual se mostró que la pregunta: "si al echar dos volados con una moneda normal obtiene usted águilas, ¿qué obtendrá con mayor probabilidad al echar el tercer volado?"¹⁸, sólo era contestada correctamente por 38% de los encuestados, mientras que entre los estudiantes de la UNAM se obtuvo un 47% de respuestas correctas, lo cual puede dar un panorama de las habilidades matemáticas de los alumnos en esta Casa de Estudios.

1.5.1 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNAM

En la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se imparten las carreras de Actuaría, Biología, Ciencias de la Computación, Física y Matemáticas debido a las características de índole científico de las materias que se incluyen en el mapa curricular correspondiente a cada una de ellas. Todas incluyen materias de Matemáticas con propósitos particulares para cada campo de acción; los Físicos por ejemplo, toman la materia de Álgebra en el primer semestre, al mismo tiempo los Biólogos cursan la materia de Matemáticas I; mientras que los alumnos de Actuaría, de Ciencias de la Computación y de Matemáticas toman la materia de Álgebra Superior I en el tronco común.

De acuerdo con las listas de calificaciones finales a las que se nos permitió el acceso, durante el primer semestre del 2004 se contaba con 592 alumnos inscritos en la materia de Álgebra Superior I, mientras que la matrícula de la materia de Matemáticas I era de 367 alumnos. El Cuadro 1 resume algunas características de estos grupos en dicho semestre.

Cuadro 1 Características de los grupos de Álgebra Superior I y Matemáticas I (2004-1)

Facultad de Ciencias, Semestre 2004 - 01

MATERIA	PROMEDIO CALIFICACION FINAL	NUMERO GRUPOS	NUMERO TOTAL ALUMNOS	TOTAL DESERCCIONES	PROMEDIO ALUMNOS POR GRUPO	PROMEDIO DESERCCIONES POR GRUPO	PROPORCION PROMEDIO DESERTORES
Algebra Superior I	8.26	15	592	283	40	19	48%
Matemáticas I	8.32	14	367	98	26	7	27%
TOTAL	8.29	29	959	381	33	13	39%

Es notoria la ventaja en el número promedio de alumnos por grupo en la materia de Álgebra Superior I con respecto a Matemáticas I, debido a que los primeros están conformados por alumnos de tres distintas carreras: Actuaría, Ciencias de la Computación y Matemáticas, siendo Actuaría la más solicitada de todas las que se imparten en la Facultad.

Precisamente es Álgebra Superior I la materia que presenta un mayor número total de deserciones a lo largo del semestre. De acuerdo con el Cuadro 2 la contribución a esta deserción es similar por cada una de las carreras, ya que el 50% aproximadamente de los alumnos inscritos tanto en Actuaría como en Ciencias de la Computación y Matemáticas desertan de esta materia, mientras que sólo el 27% de los alumnos de Biología abandona Matemáticas I.

Cuadro 2 Deserción en los grupos de Álgebra Superior I y Matemáticas I

Facultad de Ciencias, Semestre 2004 - 01				
MATERIA	CARRERA	TOTAL ALUMNOS	NUMERO DESERTORES	% DESERCIÓN
Algebra Superior I	ACTUARÍA	320	136	43%
	CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN	84	48	57%
	MATEMÁTICAS	188	99	53%
TOTAL Algebra Superior I		592	283	
Matemáticas I	BIOLOGÍA	367	98	27%
TOTAL Algebra Superior I		367	98	
TOTAL		959	381	

Esto es un indicador de la situación que se presenta en la Facultad de Ciencias a la que se supone ingresan alumnos con formación científica, adquirida principalmente desde el tercer año del bachillerato, preparación que lleva implícita la apropiación de conocimientos matemáticos, necesarios e imprescindibles para interpretar gran diversidad de fenómenos. Sin embargo los altos porcentajes de deserción muestran un escenario similar al que se ha visto en las áreas de Ciencias Sociales y Humanidades, por lo que los problemas con la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas no pueden considerarse exclusivos de algún área del conocimiento en particular.

Durante este estudio se llevaron a cabo entrevistas estructuradas a algunos profesores y alumnos de las materias en cuestión (Álgebra Superior I y Matemáticas I) con la finalidad de captar sus opiniones sobre uno de los temas fundamentales en Matemáticas: Análisis combinatorio, el cual debe formar parte del conocimiento base de todo alumno que pretenda desempeñarse en una carrera de índole científico. Es por ello que esta materia se imparte principalmente durante los primeros semestres de todas las carreras en esta Facultad.

Se entrevistó a ocho profesores tanto del turno matutino como vespertino. Ante la pregunta: "¿qué opina del tema de Análisis Combinatorio?" algunos profesores mencionaron que no les llama mucho la atención: "tal vez se deba a que cuando la llevé tuve un curso malo y no me resultó interesante", mientras que otros reconocieron que el tema es una herramienta de gran utilidad para materias de semestres posteriores y que además se presta para muchas aplicaciones, es tangible y no abstracto, lo que les resulta atractivo. Un profesor consideró que el nivel al que se imparte el tema en esta parte del curso de Álgebra es bajo, lo cual lo coloca al nivel de un curso introductorio, que sin restarle mérito les servirá a los estudiantes cuando lo vuelvan a manejar en otras materias como Probabilidad y Estadística. En este punto viene a colación cómo la deficiente preparación matemática con la que llegan los alumnos de primer ingreso obliga a crear materias como ésta para homogeneizar el conocimiento base de todos los discentes en los primeros semestres.

Con respecto a la pregunta: ¿qué opina del tiempo que se le da a la teoría y a la práctica en este tema? sólo tres de los ocho profesores mencionaron que el tiempo es apenas suficiente: "el programa está apretado", mientras que dos académicos consideraron que es un buen tiempo "sabiéndolo administrar", subrayando además que el programa de la materia está diseñado para que los alumnos trabajen más afuera del aula, cosa que no hacen debido a que no están acostumbrados a estudiar por su cuenta, no son críticos y quieren la información digerida, ya que así se les ha proporcionado desde la educación básica, esto obliga muchas veces a los profesores a detenerse más tiempo en el tema provocando retrasos en el calendario establecido.

Algunos profesores al detectar que no todos los alumnos llegan con un mismo nivel de preparación en el área adoptan un nivel académico menor al que se debería tener en los cursos, lo que frecuentemente provoca la "aburrición" de los estudiantes bien preparados que llegan a considerar tedioso el hecho de hacer tanto énfasis en un tema que supuestamente ya debería ser conocido por todo el grupo. Este cambio de nivel académico a veces no resulta lo suficientemente bueno para los alumnos con menor conocimiento y mucho menos es favorable para quienes ya dominan los contenidos, pues implica emplear más tiempo en intentar homogeneizar los conocimientos del grupo restándole tiempo a temas vitales en el programa: "se regresa en temas y hace mucho énfasis", "es lo mismo que vi cuando iba en cuarto de prepa [...] los conceptos como que ya son muy conocidos". Mientras que a los estudiantes que no han visto el tema les ayuda mucho: "es la primera vez que lo veo", "te lleva desde el principio", "es lógico que se regrese para que todos estemos al mismo nivel".

Por su parte la gran mayoría de los estudiantes entrevistados de la carrera de Biología subrayan que los profesores no relacionan los temas de Matemáticas con su carrera, lo cual les haría más interesante la clase y los motivaría a estudiar: "realmente yo no sé para qué vamos a usar factoriales o conjuntos ya estando en un laboratorio o en el campo". Por lo tanto tampoco tienen claro cómo aplicarán estos conocimientos en sus estudios posteriores: "sí tiene algo que ver, pero todavía no sé que". Algunos se contentan con saber que al menos les servirá "para agilidad mental", mientras que otros están conscientes de que la finalidad es reafirmar los conocimientos que se supone ya deberían dominar: "es como para emparejarnos a todos al mismo nivel".

A pesar de esto el tema de Análisis Combinatorio resulta interesante a los estudiantes de todas las carreras ya que se presta para ejemplos de su vida diaria y le encuentran muchas aplicaciones: "tiene más lógica que otros que son más abstractos". En algunos grupos consideran que hacen falta ejemplos mientras que en otros indican que falta tiempo para la teoría. Esto se debe a la libertad de cátedra con que cuentan los académicos, lo que les permite tomar el tiempo que juzgan necesario para los temas que impartirán dependiendo de sus intereses particulares, por lo que algunos destinan hasta cinco clases al tema, mientras que otros sólo una.

Los discentes también advierten sobre el escaso tiempo para cubrir los temarios correspondientes: "el plan de estudios está muy largo como para tratarse en un semestre, que en realidad viene siendo cuatrimestre"; "dan muchos conceptos y van muy rápido".

Llama la atención la opinión negativa de unos cuantos discentes con respecto al método y a los programas de estudio en esta Facultad: "el que no te explican bien las dudas, que seas autodidacta, que tú lo busques"; "despeja fórmulas y te revuelve un montón, en lugar de que nada más te dé las fórmulas y te diga cómo usarlas y por qué..., las despeja todas". Esto reafirma la opinión de algunos profesores entrevistados y corrobora la idea que desde educación básica sólo aprenden fórmulas de manera mecánica y no están habituados a reflexionar sobre la información adquirida. Contrario a estos comentarios sólo un estudiante mencionó la importancia de contar con "bases sólidas" (refiriéndose al conocimiento base con el que se llega al nivel universitario) en este caso para el aprendizaje de la Física.

Algunos de los estudiantes de Biología hablaron sobre las dificultades que les representan las materias de Física y Matemáticas, conflictos principalmente relacionados con conocimientos de tipo procedimental como el despeje de fórmulas que les resulta muchas veces complicado. Otros cuantos señalaron su antipatía por las Matemáticas, aunque ninguno mencionó que el temor a las Matemáticas hubiera influido en su elección de carrera. Un alumno declaró abiertamente que no le gustaban las Matemáticas mientras lo apoyaba una compañera. En otro grupo un estudiante consideró a las Matemáticas (junto con la Física y la Química) como un "sacrificio que debería afrontar en la carrera", mientras que otros se autocalificaron como "malos para las Matemáticas".

Por su parte los alumnos de Actuaría y de Matemáticas comentan con frecuencia las consecuencias de lo que consideran una deficiente enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral, indican que no entienden muchos de los temas y por ello es una de las materias que menos les gusta. Esto probablemente se deba a que los programas minimizan las aplicaciones y sólo se enfocan a demostrar teoremas y lemas: "son más abstractos", lo cual no satisface las necesidades de los alumnos de primer ingreso que requieren conocer los beneficios de estos temas en el futuro. Esta carencia de aplicaciones en los cursos no contribuye a que los estudiantes estén conscientes sobre la importancia de los temas para su preparación venidera, la mayoría sabe que les serán útiles más adelante, aunque no tienen claro de qué forma ocurrirá.

Prácticamente todos los estudiantes tanto de Biología, Matemáticas, Actuaría y Ciencias de la Computación estudian con los materiales de apoyo convencionales: libros y apuntes de clase. Ante esto la gran mayoría advierte sobre la escasez de libros y la inexistencia de versiones recientes en la biblioteca y además comentan que están descuidados. En general prefieren materiales en idioma español a excepción de los Biólogos, quienes están conscientes de que la "ciencia se escribe en Inglés" y de la necesidad de leer en otros idiomas para estar actualizados en su área: "trato de que sea en español, pero sé que lo más completo está en inglés".

Sólo en dos grupos de Biología se hizo evidente el conocimiento sobre la existencia de la hemeroteca. Cabe mencionar que muchos de los discentes no están enterados de las publicaciones dentro de la misma, debido a que prácticamente no existe promoción a menos que sea a través de los profesores que impulsan sus propios trabajos o los de algunos compañeros académicos.

Con respecto al método de estudio empleado, la mayoría indica que estudia en primera instancia de manera individual y posteriormente se reúnen con su equipo de trabajo para complementar ideas y en ocasiones comparar los resultados de tareas.

En cuanto al aspecto tecnológico dos alumnos de Biología comentaron su disgusto al emplear la computadora: "no me gusta estudiar en la computadora, me canso", actitud reflejo de la escasa presencia de equipos de cómputo en los hogares. En otro grupo de Biólogos resaltaron el problema de que muchos compañeros de primer ingreso no contaban con computadora. A este entorno se añade que en primer semestre prácticamente ningún profesor exige el empleo de computadora para la realización de trabajos o tareas, mientras que en algunos grupos de Geometría o de Matemáticas Discretas los alumnos sí reciben al menos cursos introductorios para paquetería de cómputo de índole científico como el Mathematica y el Matlab.

Aunque la mayoría de los discentes conoce al menos de nombre los programas básicos de Microsoft Office (Excel, Word y PowerPoint) pocos mencionaron ser usuarios del centro de cómputo de la Facultad y parece ser que en el mejor de los casos sólo ingresan al correo o a Internet. En particular, los estudiantes de Biología afirmaron con relativa frecuencia que utilizan información de la Web para complementar sus trabajos.

Una nota significativa sobre los aspirantes a Biólogos es su postura crítica ante el empleo del Internet que no se percibe en alumnos de las otras carreras. Consideran que en varias ocasiones la información proporcionada en la red no está actualizada, no proviene de fuentes serias, o son datos incompletos, lo cual no les sirve de mucho: "está muy cambiada", "vienen muchos errores", "es falsa o es muy antigua", "es una herramienta que se ha deteriorado mucho porque bajas una página y entregas un trabajo muy fácilmente". Tales comentarios dan una idea de cómo un número importante de Biólogos aprovecha la tecnología a su alcance, empleando con mayor frecuencia la Internet para fines académicos y no sólo como diversión a diferencia de algunos estudiantes de Actuaría, Matemáticas y Ciencias de la Computación que tienen acceso a una computadora.

Durante las entrevistas sólo en dos ocasiones se mencionó la existencia de un tutorial multimedia para Cálculo Diferencial e Integral consultado en Internet, ya que la mayoría desconoce este tipo de materiales. También se destacó la existencia de una página Web que contiene libros de la biblioteca escaneados —los llamados libros electrónicos— pero debido a que se trata de un sitio dedicado especialmente a investigadores se requiere de una clave de ingreso, por lo que muchos alumnos no pueden aprovechar ese recurso. En un grupo de Biología hicieron referencia a materiales educativos multimedia para el área de Ciencias Biológicas, los cuales se encuentran en el centro de cómputo.

Con base en las opiniones de los profesores y alumnos entrevistados, resulta importante tomar conciencia sobre las dificultades que afrontan cotidianamente los miembros de esta Facultad. En lo que respecta al proceso de enseñanza-aprendizaje en general esto es sólo un ejemplo de lo que ocurre en un nivel global, donde es necesario tomar medidas para hacer más eficiente el trabajo de los profesores así como el aprendizaje de los estudiantes de carreras de Ciencias. Con respecto a los materiales el compendio de libros en la biblioteca es atrasado e insuficiente, por lo que con frecuencia no cubre las necesidades de la comunidad estudiantil. Esta situación se repite a lo largo del país en las primarias, secundarias, preparatorias y universidades públicas.

1.5.2 LA INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA

Ante la existencia de alumnos que no disfrutaban del empleo de la computadora, resulta conveniente considerar algunos aspectos del impacto que tiene la incorporación de tecnología —la computadora, el Internet y el correo electrónico— en el ambiente educativo.

Frecuentemente se tiene la idea de que la incorporación de tecnología proporciona grandes beneficios de alcance masivo para el desempeño académico de los estudiantes restando importancia al papel desempeñado por el profesor: "cuando se trata de mejorar el propio desempeño, los maestros van más allá del uso de la tecnología, e incluyen su experiencia y compromiso con la enseñanza, [así como...] la ubicación de los medios educativos en el proceso de enseñanza y aprendizaje"¹⁶. Tampoco se reflexionan ciertos aspectos aunados a una implementación de este tipo: "toma tiempo adoptar la tecnología y comenzar a percibir los beneficios de su uso, [por otra parte] los estudiantes experimentan la emoción inicial de su uso, pero una vez que la "magia" se ha ido, la frustración y la ansiedad se vuelven más que aparentes, lo cual indica que sus expectativas no se han cumplido"¹⁶.

Los expertos recomiendan precaución ya que la tecnología no debe ponerse en un pedestal que no le corresponde, simplemente es una herramienta, un auxiliar que puede ayudar a cubrir o reforzar aspectos académicos que supuestamente ya deberían ser dominados. De ninguna forma es un instrumento "mágico", ni siquiera autónomo que enseña por sí mismo sino requiere del conocimiento base del alumno y de la experiencia del profesorado que lo emplea como un apoyo adicional.

Es por esto que "no se puede hablar de una adopción automática de la tecnología desde el punto de vista de los maestros y estudiantes"¹⁶. La apropiación de la tecnología implica un largo proceso que pasa por varias etapas, además no resulta ser una experiencia similar para todos los usuarios, depende entre otras cosas de las habilidades e intereses particulares: "no es suficiente con llevar una computadora, un DVD o televisión por cable al salón de clases cuando existe rechazo de maestros y estudiantes para usar esas tecnologías debido a que no se sienten suficientemente capacitados"¹⁶. De acuerdo con Morales no debe esperarse que se desarrollen actitudes positivas por el simple hecho de proporcionar información sobre la tecnología utilizada, incluso con la ejercitación en los talleres de prácticas. Por otra parte señala la importancia de dar a los participantes la oportunidad de establecer lazos más personales, de manera que este acercamiento los conduzca a experiencias exitosas en el manejo de la tecnología.

De acuerdo con un estudio realizado en Japón sobre el impacto de las nuevas tecnologías en la enseñanza y el aprendizaje de distintas áreas del conocimiento, se detectó que en las carreras de Literatura los estudiantes no parecen conocer las computadoras tan bien como los estudiantes de Ciencias: "los estudiantes de Ciencias perciben que las computadoras son importantes, mientras que los grupos de Literatura, y Vida y Salud mostraron un interés selectivo en el uso de la computadora"¹⁶. Se argumenta que los estudiantes del grupo de Ciencias tienen más oportunidades de ver a otros pasantes o maestros utilizar equipos de cómputo en el trabajo, por lo cual su concepto del uso de la computadora les lleva a no quedar satisfechos con simplemente utilizar el procesador de palabras, sino que los motiva también a ser capaces de trabajar sistemas: "no sólo han visto a otros maestros utilizar las computadoras como parte de sus actividades diarias, sino que les han hablado de aspectos tales como que las redes se componen de servidores, que los problemas de la computadora y de la red son difíciles de resolver, etcétera"¹⁶.

En contraste, los estudiantes de Literatura se conforman con sólo enviar y recibir correo electrónico, ya que han tenido pocas oportunidades de ver a sus compañeros o maestros utilizar las computadoras, lo que al parecer contribuye a que los estudiantes carezcan de confianza en su empleo y por lo tanto rechacen su manejo.

Otro resultado de este estudio japonés revela que varios profesores de los grupos de Arte mostraron niveles bajos de interés en el uso de las computadoras: "no sólo no estaban interesados en el correo electrónico, la WWW y el uso de la computadora en sus trabajos, sino que también pensaron que no era importante que sus estudiantes se familiarizaran con las computadoras"¹⁶.

Por su parte el grupo de Humanidades mostró un bajo interés hacia el correo electrónico, la WWW, los multimedia y el uso de las computadoras en el trabajo, aunque opinan que sus estudiantes se beneficiarían utilizando las computadoras.

También se detectó que en algunas áreas de especialización, los estudiantes universitarios de primero y segundo año tienen actitudes más positivas hacia la tecnología que los estudiantes de tercero y cuarto años: "parecen ser consistentes con los hallazgos en otras parte del mundo"¹⁶. En México las entrevistas realizadas en la Facultad de Ciencias revelan que aún existen muchos estudiantes en los primeros semestres que no han tenido un acercamiento a la computadora, principalmente porque no cuentan con este dispositivo en casa, hecho que influye en el desarrollo de una actitud negativa hacia la PC.

Otra investigación desarrollada en México dentro de secundarias integradas al programa de informática educativa a través del cual los niños tienen acceso a computadoras, revela que existe una disposición general positiva hacia la tecnología y a la escuela, además de una baja tendencia hacia el aislamiento y la frustración en el uso de la computadora: "parece ser que el medio preferido es la computadora, seguida de la TV"¹⁶. Más aún, a los estudiantes de este nivel se les dificulta en mayor medida la escritura en comparación con el uso de la PC: "se inclinan a destacar a la PC como la herramienta con la que aprenden más, seguida de la lectura"¹⁶. Naturalmente los discentes que cuentan con PC en casa consideran de mayor utilidad el uso de correo electrónico a diferencia de los que no tienen y además prefieren la PC frente a la TV, a la lectura y a la escritura.

La dificultad percibida ante la lectura y la escritura es preocupante, ya que son herramientas principales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Algunos expertos consideran en particular que la escritura resulta difícil porque exige un ejercicio de "análisis y síntesis, de pensamiento reflexivo y sobre todo, de expresión de ideas y socialización del conocimiento, aspectos que probablemente estén poco desarrollados en los estudiantes debido a la organización y funcionamiento de la institución escolar [...], o bien, al carácter de los mensajes elaborados por los medios de comunicación, en especial los visuales, de mayor velocidad y dirigidos hacia la percepción"¹⁶.

Un último resultado relevante de este estudio en escuelas secundarias confirma la presencia aún escasa de la computadora en el medio social mexicano: "menos de una cuarta parte dijo usar la PC en la casa"¹⁶. Con respecto al empleo del Internet en casa se tiene: "de una población encuestada de 590 sujetos, sólo 30 (un 5%) afirma tener acceso a Internet en casa, es decir, que de cada 4 sujetos que usan la PC en el hogar, 1 tiene conexión a Internet"¹⁶. Los resultados muestran que las posibilidades de tener acceso a la WWW desde el ámbito familiar son sumamente limitadas: "Internet es por ello un recurso presente de manera casi excepcional en los hogares de los estudiantes mexicanos"¹⁶.

Las situaciones descritas en párrafos anteriores suceden con frecuencia a nivel global, pero resalta el hecho de la escasez de equipos de cómputo, carencia que probablemente influye de manera más determinante en la aceptación y entendimiento de la tecnología.

1.5.3 ANSIEDAD Y ACTITUDES NEGATIVAS HACIA LAS MATEMÁTICAS

El miedo a las Matemáticas también es conocido como "Ansiedad hacia las Matemáticas"¹⁴, esta ansiedad puede considerarse como una fobia excesiva a cometer errores, un pánico importante cuando falla la memoria y una ignorancia sobre cómo persistir en la resolución de problemas. Este temor inhibe el éxito del alumno: "se asocia a una disminución en el grado de atención, a la interferencia en la recogida de información desde la memoria y a una menor eficacia en el razonamiento"¹⁴. Algunos lo describen como un bloqueo emocional o "barrera psicológica" entre el alumno y las Matemáticas, para dar a entender que la emoción puede bloquear la razón.

Existen varios mitos que fomentan este temor, entre los que se encuentra la idea de que para entender Matemáticas se requiere ser súper inteligente, o bien que las Matemáticas están hechas sólo para hombres, poniendo las Matemáticas en un pedestal que no les corresponde, ya que son tan importantes como cualquier otra ciencia y requieren de dedicación como toda materia a aprender.

En este aspecto muchas veces no se toman en cuenta los distintos estilos de aprendizaje propios de cada estudiante, así como la hora del día en que un alumno es más ávido para el estudio o si se cuenta con un ambiente que sea matemáticamente estimulante. Este miedo en general se atribuye a la carencia de éxito en la materia, sin embargo detrás se encuentran algunas de las causas reales del surgimiento de la ansiedad hacia las Matemáticas:

- La falta de adecuación del método de enseñanza usado para la transmisión de esta materia, el cual ha estado basado por mucho tiempo en la memorización y no en la comprensión y el razonamiento. Y por otra parte, la forma de transmitir los conocimientos sin tomar en cuenta las características y necesidades de los alumnos.
- La ausencia de una plataforma de conocimientos necesarios. Las Matemáticas tienden a ser difíciles ya que el estudiante debe ir acumulando un conocimiento base, conocimientos previos sobre los cuales debe apoyarse para construir nuevos conocimientos matemáticos. Los estudiantes se encuentran con la necesidad de absorber grandes volúmenes de información en poco tiempo, muchas veces sin la suficiente oportunidad de digerir el material. Existe presión para aprender nuevos términos a partir de un gran volumen de materiales, los cuales pueden ser bastante nuevos en un corto tiempo, lo que puede provocar atrasos de algunos alumnos cuyos conocimientos matemáticos pueden volverse obsoletos en el nuevo contexto. Por lo que el tratar de introducir nuevos datos puede provocar la aparición de reacciones de estrés.
- Muchos estudiantes piensan que la habilidad para las Matemáticas es un elemento innato: "si no se nace con él es imposible adquirirlo a través de la educación"¹⁴. Esta falsa creencia provoca baja autoestima en el alumno, lo que puede influir negativamente en la posición que adopte ante las Matemáticas, llegando a considerar imposible que él sea uno de los "pocos elegidos". Comenzará a desarrollar una actitud pasiva y en caso de tener éxito se excusará con el argumento de que en poco tiempo se producirá el fracaso. Auzmendi considera que el profesor de Matemáticas contribuye en gran medida a esta falsa situación, cuando en clase se subraya repetidamente la dificultad de la materia y la necesidad de una mente despierta y ágil para el éxito en este campo; lo que se da sólo en el área de las Matemáticas y no en otras disciplinas como la literatura, ¿acaso las otras ciencias no requieren también de una mente despierta y ágil?

-
- La confusa precisión del idioma de las Matemáticas, ya que si bien es conocida la precisión del lenguaje matemático, los términos matemáticos no están totalmente libres de connotaciones, esto ha permitido una escasa atención a la iniciación correcta de los estudiantes en el vocabulario y normas gramaticales de esta ciencia.
 - Debido a que las Matemáticas se conciben como una ciencia exacta, los alumnos se ven presionados a contestar de manera clara y precisa, cuando esto no es posible surge el temor y el estrés.
 - El miedo también puede surgir a partir de situaciones en las cuales los estudiantes no quieren parecer demasiado listos o demasiado tontos, lo cual les resta "valor" para preguntar al profesor sobre algún tema que no entendieron.
 - Ante un problema difícil el alumno se plantea si se merece o no tratar de resolver un problema que parecería ser una pérdida de tiempo o surgen en ese momento dudas sobre su capacidad para resolverlo. Este diálogo interno puede provocar reacciones de ansiedad, ya que la persona pierde auto-confianza porque no se ve capaz de analizar el problema e incluso llega a dudar de su propia inteligencia.

Expertos opinan que este proceso de ansiedad hacia las Matemáticas se hace más manifiesto en el nivel universitario, principalmente en el área de las Ciencias Sociales, donde se presentan muchos casos de ansiedad elevada, por lo que "los profesores se ven obligados a impartir clases que se convierten en meros recetarios de cocina"¹⁴ tratando de disminuir la ansiedad cuyo origen más probable se haya dado desde antes en los niveles de bachillerato, secundaria y primaria.

Entre otros signos de la ansiedad matemática se encuentran el extremo cuidado al practicar Matemáticas, la sensación de inferioridad frente a personas exitosas en la materia, el responder las preguntas de Matemáticas rápidamente, el enfadarse cuando no se obtiene el resultado correcto al primer intento y el pensar que lo único importante es obtener la respuesta correcta. Estos síntomas no se presentan de manera aislada sino combinados.

Como una prueba tangible de este panorama se presentan los resultados de la evaluación de PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) realizada en el año 2003 por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)³⁰. La muestra de estudiantes evaluados estuvo integrada por jóvenes de 15 años de edad e inscritos en alguna escuela de los 32 países participantes.

La Figura 3 muestra los resultados de esta evaluación; del lado izquierdo se encuentra el nivel promedio de ansiedad hacia las Matemáticas por parte de los participantes, cada dato se puede comparar con un intervalo del lado derecho que representa el puntaje promedio obtenido en la evaluación de Matemáticas.

México presenta en primera instancia un puntaje promedio en Matemáticas por debajo de la media (OCDE) y al mismo tiempo es el cuarto país con mayores niveles de ansiedad hacia esta disciplina; ocurre lo contrario con los países con menores niveles de ansiedad. Este resultado muestra la magnitud en que el nivel de ansiedad matemática puede afectar el aprendizaje de esta rama de la ciencia.

Por otra parte las actitudes son disposiciones de comportamiento, adquiridas a través de la experiencia y que influyen sobre las respuestas del individuo. El papel de las actitudes de los estudiantes ante alguna materia es muy importante, ya que "se aprende mejor aquello que concuerda con las propias actitudes o lo que produce mayor agrado y una educación adecuada puede mejorar las actitudes de los estudiantes ante un área determinada"¹⁴. Así mismo un alumno con facilidad para alguna disciplina disfruta más que aquel que tiene problemas en su estudio.

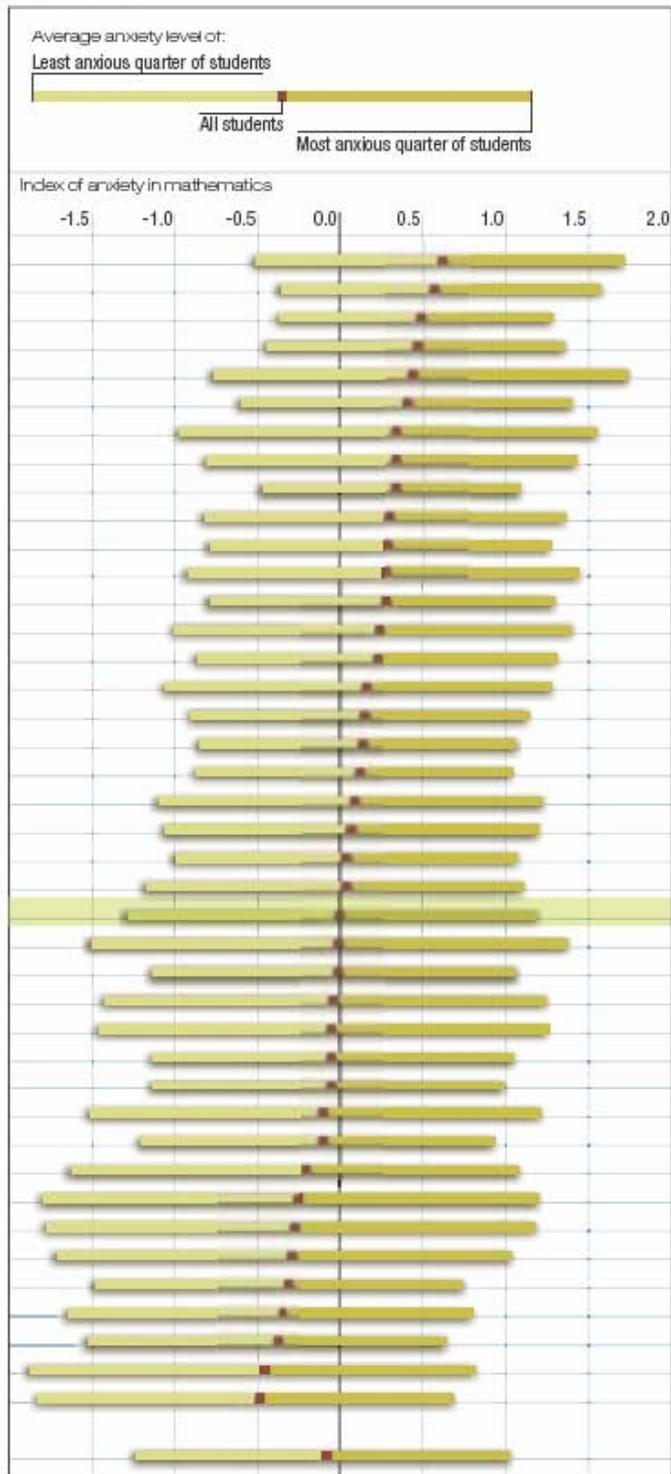
Un sujeto puede mostrar agrado por algunos aspectos de la materia y disgusto por otros, por lo que desde edades muy tempranas los alumnos muestran actitudes generalmente de carácter positivo hacia las Matemáticas hasta el sexto grado, las cuales van evolucionando paulatinamente y se van haciendo menos positivas a medida que el alumno accede a cursos superiores. En 1970 Aiken consideraba que estas actitudes negativas adquiridas a través de los primeros años se mantienen con el paso del tiempo y no evolucionan favorablemente en los cursos universitarios.

Las actitudes negativas hacia las Matemáticas también pueden deberse a la falta de conocimientos matemáticos previos con que los alumnos llegan a cursos de Matemáticas, ya sea porque no han recibido la educación adecuada o porque habiéndola adquirido necesitan reaprenderla, lo que conlleva el no éxito en la materia ya que es a partir del conocimiento base que los alumnos construyen los nuevos conceptos y estructuras Matemáticas.

Auzmendi comenta que estas actitudes no son propias de aquellas personas que tienen dificultades en esta rama de la ciencia, también se presentan en los estudiantes que no conocen la relevancia de la materia para sus vidas o bien, la amenaza afectiva adquirida en los primeros cursos de Matemáticas provoca esta reacción emocional negativa: "la forma en que una persona se posiciona ante una materia, no depende únicamente de la mayor o menor exposición previa a la que ha estado sometido, sino también a cómo ha sido vivida esa experiencia"¹⁴. Por ello cuando una persona ha experimentado muchos fracasos ante una disciplina desarrollará sentimientos adversos ante la misma, los cuales influirán en su realización presente y futura con esa área del conocimiento; por el contrario los estudiantes con experiencias positivas durante su ejecución académica previa, elaborarán sentimientos positivos.

Muchos autores coinciden en que los alumnos con mayor experiencia previa —conocimiento base— en este campo manifiestan un menor nivel de estrés y por lo tanto de ansiedad, además de que este bagaje previo influye en las actitudes posteriores de los estudiantes. Esto queda confirmado por varios estudios, entre los cuales se encuentra el realizado por Morris, Kellaway y Smith en 1978 a una muestra compuesta por estudiantes de Psicología y Matemáticas donde se reafirma la hipótesis de que la ansiedad en el campo de las Humanidades es mayor, debido a sus conocimientos previos en el área.

How anxious students are about mathematics



Relationship of anxiety with performance

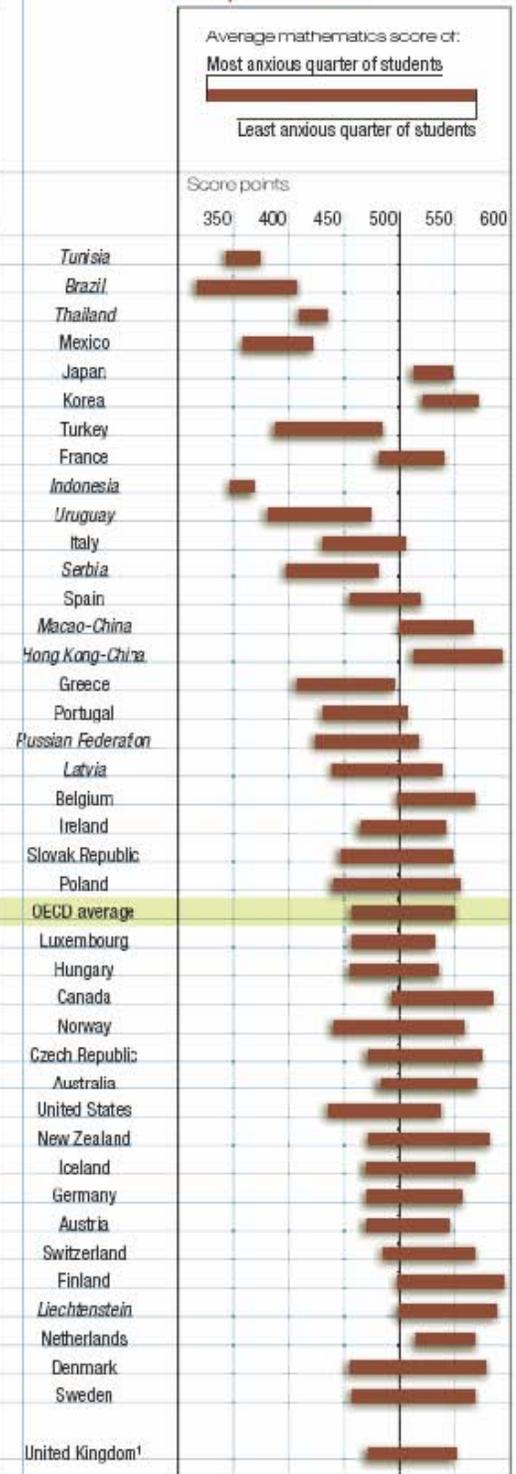


FIGURA 3. Resultados de la Evaluación de PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes). Tomado del sitio Web: <http://www.pisa.oecd.org/>

Con respecto a las actitudes y el rendimiento en el área de Estadística, se han realizado estudios con muestras de estudiantes de cursos de Introducción a la Estadística —Feinberg y Halperin en 1978— encontrando que las actitudes presentan una relación positiva con el éxito en este campo, además del conocimiento base con que se cuenta al inicio de un curso.

La motivación es otro factor importante en las actitudes, donde el hecho de recompensar le permite al profesor brindar gran motivación a sus alumnos, esto sin menospreciar la otra parte que le toca por hacer al maestro: hacer interesante el tema.

El papel de género que adopta cada uno de los estudiantes ha adquirido un mayor significado en los últimos tiempos; algunos afirman que los alumnos —hombres o mujeres— que asumen un papel más masculino tienen una mayor habilidad matemática y viceversa, sin embargo esto no ha sido confirmado en forma unánime. Las expectativas de éxito o fracaso ante una tarea determinada son otra parte fundamental en las actitudes, ya que en los niveles universitarios las mujeres suelen mostrar unas expectativas más negativas que los hombres, tal vez debido a la presión social: "el problema no radica en que las mujeres sean, por naturaleza, más ansiosas ante este campo sino en que, generalmente, su preparación previa es más inadecuada"¹⁴. En diferentes estudios realizados por Brush (1978) el conocimiento base matemático —previo— resulta ser fundamental. Utilizando una escala para medir las actitudes hacia las Matemáticas (MARS) encontró que aquellas mujeres con un mayor número de cursos en Matemáticas manifestaban niveles de ansiedad que no diferían de los de los hombres, por lo que surge la pregunta sobre ¿qué es lo que hace que la mujer abandone antes que el hombre esta área? La respuesta según Auzmendi debe ser dirigida al fenómeno de la presión social, ya que cuando la ansiedad o el temor comienzan a aparecer en las mujeres, estas son animadas a abandonar su estudio mientras que a los hombres se les motiva para continuar a pesar de todas las dificultades.

De acuerdo con Tobías el temor a las Matemáticas produce estaticidad en el cerebro ocasionando que el cerebro deje de funcionar y no pueda trabajar. Algunos creerían que esto es consecuencia de que no se puede pensar, sin embargo la respuesta es lo contrario: no se puede pensar porque el cerebro ha dejado de trabajar, por lo que se recomienda conseguir que el pensamiento siga funcionando, identificando el momento en que aparece el estrés y distinguiendo el bloqueo del sistema de pensamiento mediante un método para conseguir el auto-control: "dibujar una línea que atravesase una hoja de papel; en uno de los lados colocar los pensamientos y sentimientos [recomendaciones para hacer más fácil el trabajo], y en el otro [describir lo que resulta difícil del] trabajo"¹⁴. Este método de auto-control permite al alumno darse permiso para explorar su confusión y el hecho de escribir le impide quedar totalmente bloqueado o paralizado.

Ante la ansiedad matemática se puede echar mano de materiales multimedios donde se dé reconocimiento al trabajo y esfuerzo desarrollado por el estudiante, pero asegurándose de que estos materiales son sólo un instrumento de ayuda en el aprendizaje y que no juegan de ninguna manera el rol principal. Incluso cuando las Matemáticas no se enseñan bien por falta de capacidad creativa de los profesores y/o por falta de instrucciones específicas en los textos, se tiene como una alternativa para elevar la calidad del proceso de aprendizaje el uso de materiales multimedios que incluyan instrucciones precisas para estos niveles académicos. Estos materiales adecuadamente diseñados pueden desencadenar procesos constructivos, interactivos y reflexivos sobre el conocimiento base.

En general el uso de la computadora en la enseñanza de las Matemáticas cumple una serie de requisitos adicionales al material convencional:

- Supone un cambio en el método de aprendizaje que busca ofrecer una experiencia suficientemente nueva sin ser una modificación brusca del sistema de enseñanza.
- Permite utilizar datos reales, lo cual puede redundar en una mayor auto-confianza en su habilidad ante esta materia.
- Permite el manejo de cierto grado de complejidad de la materia, disminuyendo la dificultad para algunos estudiantes poco acostumbrados al cálculo.
- Permite una mayor libertad de acción al alumno, ya que pueden elegir entre un mayor número de alternativas.

Auzmendi hace referencia a diversos estudios donde la computadora fue empleada para enseñar Matemáticas. En 1978 "Wheeler"¹⁴ colectó las opiniones de 1320 profesores de Matemáticas respecto a la importancia de la computadora en el aprendizaje académico, lo cual dio un número considerable de opiniones positivas sobre el uso de estos instrumentos, sobre todo porque se consideran un buen elemento para motivar a los alumnos y complementa el trabajo continuo de profesores innovadores, reduciéndose así el resto de los problemas de enseñanza-aprendizaje.

En 1990 "Varnhagen y Zumbo"¹⁴ llevaron a cabo un estudio con 134 estudiantes asistentes de un curso de introducción a la Estadística en el departamento de Psicología, los objetivos fueron evaluar y comparar el impacto de la enseñanza asistida por computadora y de la instrucción tradicional, sin embargo no encontraron diferencias significativas en el aprendizaje en función del método de enseñanza utilizado. "Ferrel"¹⁴ por su parte realizó otro estudio en 1986 con el mismo propósito, su muestra consistió en 90 alumnos de los cuales 50 formaban parte del grupo experimental y 40 del grupo control, descubrió una diferencia importante entre ambos grupos la cual favorecía a los alumnos que habían recibido instrucción mediante la computadora. Otro estudio realizado por "MacGregor, Shapiro y Niemiec"¹⁴ en 1988 los llevó a concluir que la influencia de la instrucción asistida por computadora estaba función de las características personales de los educandos, lo cual incluye sus intereses particulares.

En general la mayoría de este tipo de estudios ha revelado que los estudiantes con mejores resultados son quienes en su proceso de aprendizaje se apoyaron en la computadora como un instrumento auxiliar. Precisamente se trata de los alumnos que confían más en su habilidad ante este método de aprendizaje y aquellos que se sienten confiados ante una computadora, tal confianza puede deberse a que han estado más en contacto con la tecnología.

Algunos expertos consideran que el método de enseñanza asistido por una computadora produce un ambiente favorable para el incremento de la confianza y de la responsabilidad del alumno ante la materia, sin que esto implique una modificación en sus actitudes académicas, sin embargo otros opinan que sí modifican de manera positiva las actitudes de los alumnos hacia las Matemáticas. Auzmendi considera que la aplicación de la enseñanza asistida por una computadora no tiene un efecto inmediato en la realización matemática sino hasta después de un entrenamiento adecuado. Por su parte Weaver¹⁴ opina que no es precisamente la computadora la que aumenta las actitudes positivas hacia las Matemáticas sino la aproximación al mundo real proporcionada por este instrumento.

1.6 APRENDIZAJE DEFICIENTE DE LAS MATEMÁTICAS

De acuerdo con una comisión —encargada de elaborar estrategias para mejorar el aprendizaje de las Matemáticas— formada por profesionales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) así como de las tres unidades Académicas de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), las Matemáticas representan un vehículo para el desarrollo del razonamiento lógico, además de ser una herramienta para el estudio y la comprensión de otras disciplinas, por lo que un mejor aprendizaje en las Matemáticas ayudará a los estudiantes a desarrollar más sus capacidades y a lograr una formación profesional de mayor calidad.

Coinciden en que los alumnos llegan con una preparación matemática deficiente, lo que les impide un aprovechamiento aceptable en los cursos de nivel superior, lo cual es superado por un pequeño porcentaje de estudiantes que continúan en los cursos, y se traduce en una alta proporción de reprobación y de deserción.

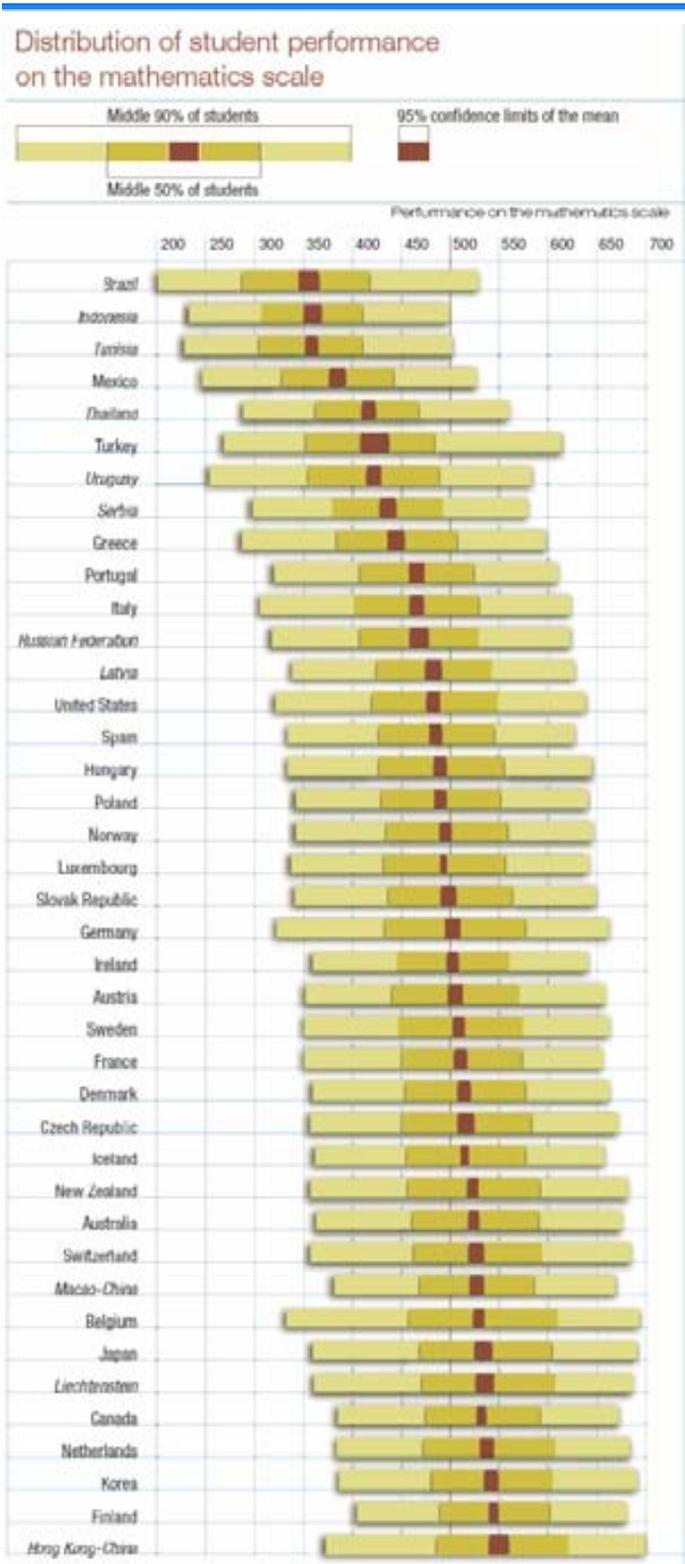
A partir del primer informe de esta comisión han surgido varias consideraciones fundamentales: la problemática es compartida por la mayor parte de las instituciones de educación superior del país, públicas y privadas; por otra parte no se limita a México sino afecta a una buena parte del mundo, lo cual podría verse agravado por la globalización.

Otra de las observaciones es que debido a la naturaleza de las Matemáticas cuando un estudiante no consigue el dominio mínimo sobre un tema no puede continuar con el estudio de los subsecuentes. Esto hace referencia al fenómeno de seriación progresiva de conocimientos, lo cual no es propio de las Matemáticas pero aquí se hace indispensable.

Se señala la escasez de órganos de difusión cultural, ya que los pocos que funcionan se restringen a la promoción de la pintura, el cine, la escultura o la música y, en menor grado, a la literatura y el conocimiento humanístico, y ocasionalmente se aborda a la ciencia y a la técnica. Esto puede ser contraproducente ya que este tipo de difusión también incide en la formación de los estudiantes, incluso se carece de espacios propicios para el debate con profesionales en la materia y alumnos donde podrían darse a conocer los resultados de trabajos de investigación e invitar a usuarios de la ciencia y de la técnica para que planteen sus problemas y necesidades. Este tipo de ambientes académicos tendrían entre otras ventajas la posibilidad real de vinculación de la comunidad universitaria con otros sectores de la sociedad, así como egresados con una preparación más profunda y una mayor comprensión de los problemas de su disciplina frente a los retos del país.

Entre algunas causas que inciden en las dificultades de los estudiantes para tener un rendimiento escolar satisfactorio tanto en Matemáticas como en todas las disciplinas se mencionan: los problemas de comprensión de lectura, la dificultad y la falta de habilidad para la redacción, hábitos de razonamiento poco precisos y en ocasiones incorrectos; haber olvidado los antecedentes necesarios mínimos para las asignaturas del currículo; hábitos de estudio inadecuados y la falta de motivación.

Señalan que ni los profesores de Matemáticas ni de las demás disciplinas ven interrelaciones entre las Matemáticas y otras especialidades, ni tampoco las aplicaciones; tanto los profesores como los alumnos están convencidos de la necesidad de incluir las Matemáticas en los planes de estudio, sin embargo no tienen una idea clara del por qué. De este modo los planes de estudio no tienen una justificación clara, lo cual ocasiona que se piense en la eliminación de las Matemáticas de los programas.



Afirman que una buena parte del profesorado piensa que su compromiso docente queda cubierto con la impartición de sus cursos y que eso basta para que los alumnos lleguen a cursos posteriores con la preparación adecuada. Estas situaciones también han tenido eco en la Facultad de Ciencias donde la mayoría de los profesores da mínima importancia a las aplicaciones, ocasionando así que un buen número de estudiantes no le encuentren sentido a la materia y tampoco se sientan motivados.

Por otra parte en el ámbito universitario los profesores a pesar de tener una formación matemática amplia y dominar muchos temas avanzados, no manejan algunos aspectos básicos con suficiente soltura y no ubican correctamente los puntos finos para propiciar su enseñanza-aprendizaje. Además es común que exista separación entre la docencia y la investigación.

El aprendizaje deficiente de las Matemáticas ha tenido resonancia mundial, de acuerdo con los últimos resultados de la evaluación de PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) realizada en el año 2003 por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) el desempeño en Matemáticas por parte de los estudiantes de México es mucho menor comparado con otros países como puede verse en la Figura 4 ³⁰, desafortunadamente este panorama se ha presentado en evaluaciones de años anteriores.

FIGURA 4. Desempeño en Matemáticas. Evaluación de PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes). Tomado del sitio Web: <http://www.pisa.oecd.org/>

Desde hace varios años esta evaluación proporciona un seguimiento periódico de los resultados de los sistemas educativos en un gran número de los países integrantes. Sus resultados se publican cada tres años en términos de los logros de los alumnos evaluados dentro de un marco común internacionalmente acordado.

Partiendo de este objetivo se deduce que los bajos puntajes obtenidos por estudiantes mexicanos son sobre todo un reflejo del deficiente sistema de educación básica y media de este país, lo cual ha tenido grandes repercusiones en diversas disciplinas como ocurre con las Matemáticas.

1.6.1 LECTURA DEFICIENTE

A partir de la aplicación anual de una serie de exámenes con fines de diagnóstico a alumnos de nuevo ingreso del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Sur, entre los que se encuentra el de comprensión lectora, se evaluó a 3,983 alumnos de la generación 1998. La prueba consistió en la presentación de un texto sobre cuyo contenido se elaboraron 10 reactivos de opción múltiple y los resultados obtenidos mostraron que toda la población reprobó, exhibiendo deficiencias en el proceso de inferencia y en el reconocimiento de conceptos.

De acuerdo con Argudín la preocupación por la deficiente comprensión lectora de los alumnos, su desinterés por la lectura y ausencia de criticidad se hace evidente debido a que el texto escrito continúa siendo el vehículo privilegiado en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Expertos opinan que el interés por la lectura se apaga con el paso del tiempo; las causas pueden ser la edad mental, el dominio de la lengua, la madurez emocional y social, "pero sobre todo la influencia de los padres, maestros y la televisión, [...] los textos que se pide leer a niños y jóvenes los rebasan en cuanto a la posibilidad de comprenderlos y están alejados de su experiencia cotidiana"²² por lo que la lectura les llega a parecer irrelevante y sin utilidad para la vida.

Esta deficiencia obstaculiza el aprendizaje en general y por supuesto el aprendizaje de las Matemáticas. Desafortunadamente la mayoría de los estudiantes de educación media superior y superior carece de las habilidades y destrezas lectoras básicas que se supone deberían haber adquirido en los primeros grados de la educación formal, con frecuencia no entienden el significado de las palabras que leen, ni el sentido general de la lectura, no captan las ideas que el autor expresa. Se trata de lectores pasivos que son incapaces de ejercer la crítica e interpretar textos: "leer como se debe implica ser un buen pensador"²² debido a que el proceso lector conduce al desarrollo del aprendizaje significativo, las habilidades de razonamiento y propicia el pensamiento crítico.

Por otra parte se ha considerado por mucho tiempo que educar es básicamente transmitir conocimientos e información que sólo ayuda a los estudiantes a aprobar cursos y a pasar el rato. Este proceso continúa mientras va disminuyendo el hábito de la lectura, la capacidad de reflexión y de crítica frente a la información recibida, lo cual ha contribuido al fenómeno de lectura superficial, donde leer muchos libros conduce con facilidad a la acumulación de datos sin ningún esfuerzo reflexivo, convirtiendo el texto en un recetario donde el lector acepta como propio el razonamiento del autor, simplemente repitiendo lo leído: "mientras más ha leído considera que sabe más, cuando simplemente almacena información"²².

Un lector activo es aquel que está capacitado para integrar información nueva con la que ya tiene, la lectura se enfrenta como un proceso de resolución de problemas y establece un diálogo con el autor, lo cual le permite razonar por sí mismo. Por esto un lector experto al comprender un texto construye su significado, lo cual es el caso contrario a la concepción tradicional donde el lector desarrollaba una actitud pasiva y mecánica que sólo propiciaba habilidades memorísticas.

Se trata de un proceso de interpretación y de construcción donde juegan un papel importante los conocimientos previos o conocimiento base, ya que el significado del contenido del texto se relaciona con las ideas y conocimientos antes adquiridos. Este conocimiento base provee un marco para asimilar la nueva información, le ayuda al lector a enfocar su atención en lo que es importante del texto, le ayuda a hacer inferencias y le permite la búsqueda ordenada de información para construir un significado. Si no se llevara a cabo este enlace entre el conocimiento previo y el nuevo, sólo podría esperarse la memorización de conocimientos inconexos.

Argudín elaboró el perfil del lector experto y del lector novato: "el lector novato tiende a abordar cada tarea como si fuera una experiencia nueva con la que tiene que luchar cada vez"⁶, mientras que el lector experto ha adquirido práctica y sabe enfrentar los diferentes problemas de lectura.

Así mismo alude a grupos de estrategias que permiten al leyente extraer información, valorarla y utilizarla en los procesos de razonamiento, estas tácticas son la lectura selectiva, la lectura crítica y la lectura de comprensión:

La lectura **selectiva** se refiere al desarrollo de habilidades de predicción como una estrategia de lectura. El lector deberá plantearse por qué y para qué lee un texto, lo que le permitirá seleccionar el material de lectura que le sea útil, así como identificar el grado de dificultad que presente el texto, eligiendo también las estrategias apropiadas para abordarlo, tales como identificar y seleccionar en forma rápida, práctica y efectiva la información específica que le interese: "la lectura selectiva entrena al alumno para evaluar por primera vez el texto"⁶.

La lectura **crítica** permite al lector evaluar la confiabilidad y argumentación del texto. El lector debe inferir el significado de las palabras que no conoce por su contexto, debe dejar de leer palabra por palabra y ejercitarse en la captación de las ideas generales, también habrá de evaluar e identificar el grado de confiabilidad del texto a través del análisis de la reputación del autor en cuanto a la calidad de sus escritos anteriores y en cuanto al prestigio de la editorial, por medio de la fecha y por el lugar de publicación. Reconocer qué material escrito puede ser tendencioso representa el inicio de una actitud crítica. También es necesario inspeccionar el propósito del autor —distinguir y analizar los argumentos con los que fundamenta su hipótesis central—, evaluar el sustento de las inferencias y opiniones —si una hipótesis está sólidamente argumentada—, reconocer el lenguaje que utiliza, el empleo que da a las connotaciones, así como la forma de presentar la información: "el lector crítico no sólo entiende lo que dicen un texto o autor, sino las razones por las que dice lo que dice"²². La lectura crítica permite al estudiante preguntarse: "¿estoy de acuerdo o no como persona, como profesionalista, como estudiante, etc. con la propuesta del autor?"⁶.

La lectura de **comprensión** pretende que el alumno se concentre en la identificación de las ideas clave del texto y aprenda a diferenciarlas de sus apoyos —enunciados de apoyo es el material redundante que explica, complementa y desarrolla estas ideas— además de reconocer los patrones de organización —forma como el texto está estructurado—. Ante esto el lector debe interpretar el mensaje que el autor quiere expresar.

Diversas instituciones educativas han incluido este método desarrollado en la Universidad Iberoamericana (UIA) bajo el nombre "Taller de Lectura y Redacción", "Hábitos de Estudios", etcétera. Debido a los problemas de lectura detectados incluso en la Facultad de Ciencias existe un taller de redacción.

1.6.2 MALOS HÁBITOS DE ESTUDIO

Esta situación es reconocida desde el bachillerato ya que el sistema en la educación básica no es dinámico, los alumnos no participan, sólo reciben información como si fueran recipientes. Esta enseñanza de tipo verbalista que cuenta con una larga tradición, no sólo en nuestro país y ante la cual los alumnos ya están habituados, impide a los estudiantes darse cuenta de que lo importante en Matemáticas es comprender.

Desafortunadamente la adquisición del conocimiento en general se ve como un fenómeno mecánico, en el que los alumnos van almacenando las nuevas ideas y conocimientos, sin tomar en cuenta el proceso de construcción del conocimiento, el cual es más complicado y no se lleva a cabo de manera homogénea en todos los alumnos de un curso debido a las características e intereses particulares de los sujetos.

Muchos estudiantes en lugar de estar atentos a los razonamientos y participar en clase, se limitan a tomar apuntes que después tratarán de memorizar. Los profesores contribuyen a esta actividad ya que por lo extenso de los programas no se dan tiempo para generar diálogo y fomentar las intervenciones de sus alumnos. Un porcentaje importante de los estudiantes no disponen del libro de texto que corresponde a la materia, ya sea por su costo o por que no existen suficientes ejemplares en las bibliotecas. Esto provoca que los discentes se dediquen a copiar todo lo que se escribe en el pizarrón, dejando en segundo término la comprensión. También sucede que se limiten a fotocopiar estrictamente las páginas que contienen los ejercicios, problemas o material específicamente recomendado por el profesor, lo que además fomenta el aprendizaje mecánico, acrítico y deficiente.

La falta de ejemplos que muestran la relación de la materia con el resto del currículum y la escasa motivación con la que los alumnos aprenden, inducen a que los estudiantes limiten su esfuerzo a estudiar para pasar los exámenes cuyo contenido olvidarán pronto debido a la falta de práctica. Esto a su vez provoca que los profesores se encuentren en la disyuntiva de repasar material que ya deberían conocer los alumnos o continuar adelante con el temario.

Por otro lado no forma parte de los hábitos de estudio de los alumnos recurrir a asesorías, y en caso de que lo hagan el profesor no dispone de tiempo o carece de experiencia para atender de manera personalizada las dificultades específicas de un estudiante. Es común encontrar en las instalaciones de las distintas instituciones pocos espacios destinados para el estudio en equipo, por lo que los alumnos no están acostumbrados a esta forma de colaboración.

Mientras tanto la realización de conferencias, seminarios y talleres suele ser casi nula, lo cual tampoco propicia que los alumnos se habitúen a leer y consultar publicaciones periódicas recientes entre otros textos de carácter científico. La gran mayoría no considera que este tipo de actividades ayuden a "llenar huecos", complementar lo expuesto en los cursos, mostrar nuevas relaciones y aplicaciones.

Todos estos escenarios se conjugan para formar un contexto poco favorable para la enseñanza de las Matemáticas.

1.6.3 TIPOS DE CONOCIMIENTOS REQUERIDOS EN MATEMÁTICAS

Resulta conveniente distinguir los tipos de conocimientos requeridos para un buen desempeño en esta disciplina según Mayer:

- **Semántico.** Se trata del "conocimiento factual"¹⁵ que tiene una persona acerca del mundo, esto incluye lo que Gagné (1974) llamó "información verbal". Otros autores lo llaman conocimiento declarativo. Por ejemplo, saber el nombre de la capital de Nuevo León, cuántos lados tiene un pentágono o que el número cero tiene valor nulo.
- **Conceptual.** Se refiere a la representación que una persona tiene de los principales conceptos en un sistema. Por ejemplo, la capacidad de contestar a preguntas como: "¿cuál es la diferencia entre la columna de unidades y la columna de decenas en el algoritmo $39+45$?"¹⁵.
- **Esquemático.** Es la capacidad de distinguir entre diferentes tipos de problemas. Por ejemplo, poder diferenciar entre "problemas que requieren el uso de una fórmula del tipo tiempo-velocidad-distancia y aquellos que requieren una fórmula para el cálculo de intereses"¹⁵.
- **Procedimental.** Es el conocimiento sobre un algoritmo —una lista de pasos— que puede ser usado en una situación determinada. Por ejemplo, conocer el procedimiento para despejar una fórmula o conocer los pasos para resolver una división larga. Este tipo de conocimiento también supone la capacidad de "clasificar objetos, como las diferentes formas geométricas, en categorías o ser capaz de convertir una palabra al plural usando la regla 'añadir una -s'"¹⁵.
- **Estratégico.** Se refiere al dominio de una persona para realizar un acercamiento general sobre cómo aprender, recordar o resolver problemas, incluyendo la observación de su propio progreso, usando una determinada estrategia. Un ejemplo es la capacidad de diseñar y seguir un plan para componer una redacción o decidir una técnica para memorizar una lista de definiciones.

De acuerdo con Mayer en la resolución de problemas matemáticos los individuos requieren de cuatro habilidades:

1) Habilidad para traducir un problema

Se refiere a la capacidad de transformar cada planteamiento de un problema en una representación interna, este proceso requiere principalmente comprender la lengua que se utiliza, en este caso el lenguaje matemático. Diversos estudios han mostrado que los estudiantes parecen tener dificultades para comprender frases simples, especialmente cuando implican una relación entre las variables y si carecen del conocimiento específico que se presupone, por lo que aquí interviene el conocimiento lingüístico.

Por otra parte se requiere tener conocimiento de ciertos hechos, por ejemplo, podría ser necesario conocer la equivalencia de un metro en centímetros, lo cual tiene que ver con el conocimiento semántico. Mayer sugiere que los alumnos que saben resolver problemas son más propensos a comprender los enunciados de los problemas, especialmente a entender las frases que expresan una relación entre dos variables. Aquellos que no son capaces de resolver problemas muy probablemente carezcan de habilidades de transformación. Este es uno de los mayores impedimentos para la solución satisfactoria de problemas. Sin embargo es posible enseñar la habilidad para representar simbólicamente lo expresado en palabras en el enunciado de un problema. Aparentemente muchos alumnos llevan a cabo la tarea de resolución de problemas careciendo de los requisitos previos de conocimiento lingüístico y semántico, por lo que el autor recomienda el entrenamiento en la representación de cada frase.

2) Habilidad para integrar un problema

El objetivo es integrar cada una de las afirmaciones de un problema en una “representación coherente”¹⁵, por lo que esta composición requiere que el individuo sea capaz de reconocer los diferentes tipos de problemas, que a su vez le permitirá comprender cómo encaja el planteamiento del problema. Esto implica además poseer conocimientos previos. También se requiere distinguir entre la información relevante e irrelevante, es decir habilidad para categorizar —jerarquizar— los problemas casi de inmediato.

De acuerdo con Mayer muchos de los errores en la integración de problemas ocurren cuando una persona utiliza un esquema erróneo —carece de un esquema o utiliza un esquema equivocado— para determinar qué información es necesaria. Esto hace imprescindible la existencia de esquemas para hacer juicios precisos a partir de lo cual determinar que información es relevante en un problema y cual no. Se argumenta que la probabilidad de que un alumno recuerde correctamente un problema está en función de la frecuencia con la que el tipo de problema se le presenta en un libro de texto. Es por ello que los alumnos poseen esquemas para los tipos de problemas más comunes: “cuando se les da [...] un problema para el que no poseen un esquema apropiado, la representación del problema no es fiable”¹⁵.

Por otra parte afirma que los alumnos con y sin experiencia en la solución de problemas difieren en la forma de categorizarlos: “aquellos con experiencia son más propensos a centrarse en las características estructurales de los problemas, como el principio fundamental o la relación, mientras que aquellos que no tienen experiencia son más propensos a centrarse en las características superficiales, como los objetos descritos en el problema”¹⁵. Mayer aconseja que si un problema contiene información irrelevante los alumnos deben ignorarla y si el problema carece de información esencial, los alumnos deben reconocer que no es posible resolverlo.

Continuando con estos lineamientos, los alumnos con éxito “son más propensos a utilizar un modelo de acercamiento al problema en el que construyen un modelo mental de la situación que se describe en el enunciado del problema”¹⁵. Mientras que los alumnos sin éxito tienden a utilizar acercamientos de traducción directos para integrar el problema.

3) Habilidad para planificar la solución y supervisarla

Para ser capaces de crear y vigilar paso a paso un plan de solución se requiere conocimientos de tipo estratégico. Por ejemplo, una estrategia sería dividir el problema en submetas y resolver cada una de ellas sin dejar de supervisar lo que se está haciendo.

Por otro lado en la ejecución de la solución los individuos requieren de conocimiento de tipo procedimental, ya que este se relaciona con la ejecución automática y precisa de los procedimientos aritméticos y algebraicos. El conocimiento procedimental “se asocia al desarrollo de habilidades para ejecutar acciones y operar con reglas”³⁹, destrezas que pueden ser adquiridas gradualmente por la práctica. Mientras que el conocimiento declarativo se refiere a lo que las “personas saben acerca de los objetos del mundo y cómo operar sobre ellos”³⁹, se le denomina comúnmente *conocimiento* y se adquiere por medio de exposiciones, lecturas y reflexión. La mayor parte del conocimiento declarativo puede manifestarse verbalmente, mientras que el conocimiento procedimental no.

Para desarrollar la habilidad de planificar y supervisar la solución, el autor aconseja al alumno en caso de no poder resolver el problema propuesto intente primero resolver un problema parecido, tal como lo planteaba Polya: "a menudo es apropiado empezar a trabajar con esta pregunta: ¿conocemos algún problema que esté relacionado?"¹⁵, dando así primordial importancia en la solución de un problema al hecho de concebir un plan.

En el proceso de creación de un plan intervienen los siguientes factores: 1) encontrar un problema parecido; 2) replantear el problema y; 3) dividir el problema en subobjetivos o submetas. De acuerdo con Mayer el alumno necesita identificar un problema parecido llamado base, que pueda resolver. Después el alumno abstrae un método de solución o principio desde la base, para luego aplicar el método o principio al objetivo.

La técnica común para ayudar en la adquisición de una colección útil de problemas base —o conocimiento previo— es un amplio número de ejemplos ya resueltos que vienen en los libros de texto de Matemáticas, los cuales son muy útiles cuando los estudiantes intentan de forma activa extraer las reglas o principios fundamentales.

Entre las dificultades con que se pueden encontrar para la transformación de la solución del problema se mencionan dos: (a) cuando los alumnos no son capaces de extraer el método de solución del ejemplo ya resuelto; (b) cuando no se dan cuenta de que el ejemplo ya resuelto es relevante para resolver el problema de evaluación. En ocasiones surgen dificultades para saber cómo se relaciona un ejemplo de problema particular con un nuevo problema de evaluación.

En esta etapa de planificación de la solución resulta relevante la actitud del individuo hacia los problemas matemáticos, ya que se suele creer que para resolver un problema matemático se deben aplicar procedimientos incomprensibles: "los alumnos normales no esperan comprender las Matemáticas; sólo esperan memorizarlas y aplicar lo que han aprendido mecánicamente y sin comprender"¹⁵. Otra creencia errónea es que los alumnos que han comprendido las Matemáticas que han estudiado, serán capaces de resolver cualquier problema que se les asigne en un corto tiempo: "han trabajado a lo largo de los años con miles y miles de problemas, la mayoría de los cuales no debían de llevarles más de unos minutos resolverlos", lo que conlleva a abandonar un problema si no son capaces de resolverlo en cinco minutos —obstáculo mayor— incluso cuando pueden resolverlo si persisten.

No saber qué hacer cuando enfrentan un nuevo problema refleja la carencia de conocimiento estratégico y de una falla en la planificación, ya que deben considerar un gran número de posibilidades y variables. Sin embargo hay que reconocer que tal vez haya más de una manera correcta de resolver un problema y que encontrar un método de solución puede ser una actividad creativa.

4) Habilidad para ejecutar la solución

Para desarrollar esta habilidad es necesaria la adquisición de procedimientos de cálculo u operativos —conocimientos de tipo procedimental— lo cual implica pasar de una "progresión de procedimientos básicos a procedimientos más sofisticados y de aplicaciones tediosas de los procedimientos a aplicaciones automáticas"¹⁵. Es por ello que a medida que se adquiere experiencia los procedimientos se hacen más complejos y automáticos, desarrollándose una serie de procedimientos que pueden ser utilizados en diversos problemas de cálculo u operaciones.

Tanto Mayer como Thorndike aconsejan para mejorar el entrenamiento en procedimientos de cálculo la práctica con retroalimentación —en cuyo caso pueden considerarse como buena opción los CD ROMs multimedios— debido a que en estudios recientes se ha probado que los alumnos tienden a desarrollar nuevos procedimientos aritméticos usando aquellos que habían adquirido con anterioridad y el conocimiento conceptual de números. Por su parte Resnik (1982) argumenta que el conocimiento procedimental debe estar unido al conocimiento conceptual del alumno para hacer los cálculos más completos.

Es frecuente que muchos estudiantes de primer ingreso en el Nivel Superior no dominen las cuatro habilidades mencionadas anteriormente y en otros casos aunque conozcan el proceso para resolver problemas, la ansiedad ante las Matemáticas provoca desánimo y deserciones. Sin embargo una constante práctica en la solución de problemas puede mejorar esta situación. Por ejemplo, resolver problemas en los que se apliquen los conocimientos teóricos matemáticos a diversos campos de acción de la ciencia sería de gran utilidad para ejercitarse y así acumular un conocimiento base experto, a partir del cual los procedimientos se volverán más complejos y las aplicaciones serán automáticas.

1.7 TÉCNICAS DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA UTILIZADAS

1.7.1 CONCEPTOS DE ANÁLISIS COMBINATORIO

En este anexo se introducen algunos de los conceptos que aparecen en el CD-ROM Multimedia de Análisis Combinatorio Básico.

Definición 1. $n!$, el factorial de n . Se define el factorial de n , de la siguiente manera:

$$0! = 1$$

$$(n + 1)! = (n + 1) \cdot n!$$

$$1! = 1 \cdot 0! = 1$$

$$2! = 2 \cdot 1! = 2 \cdot 1 = 2$$

$$3! = 3 \cdot 2! = 3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$$

⋮

$$n! = n(n - 1) \cdot (n - 2) \cdots 2 \cdot 1$$

Definición 2. Si un evento A puede suceder de m formas diferentes y otro evento B puede suceder de n formas diferentes y además A y B son eventos mutuamente excluyentes (es decir que no existen elementos comunes a ambos), entonces el evento compuesto "sucede A o sucede B" puede ocurrir de $m + n$ formas diferentes: $\#(A \cup B) = m + n$ donde $\#(A \cup B)$ denota el número de elementos del evento $A \cup B$.

Definición 3. Si un evento A puede suceder de m formas diferentes y otro evento B puede suceder de n formas diferentes, entonces el evento compuesto "sucede A y sucede B" puede ocurrir de $m \cdot n$ formas diferentes: $\#(A \cap B) = m \cdot n$ donde $\#(A \cap B)$ denota el número de elementos del evento $A \cap B$.

Principio fundamental del conteo. Si cierta tarea puede realizarse de m maneras diferentes y, para cada una de esas formas, una segunda tarea puede realizarse de n maneras distintas, entonces las dos tareas juntas pueden realizarse (en ese orden) de $m \cdot n$ formas diferentes.

Definición 4. Se llama permutación de n a la colocación de todos los n elementos de un conjunto en todas las formas posibles y se denota P_n .

$$P_n = n(n - 1)(n - 2) \cdots 3 \cdot 2 \cdot 1$$

$$P_n = n!$$

El caso de las permutaciones el orden en que se seleccionan los elementos sí importa, ya que lo que se desea es formar grupos de elementos acomodados de distintas formas.

Definición 5. Se denomina permutación de n tomados de r a la colocación de r elementos escogidos de entre los n elementos de un conjunto para colocarlos de todas las formas posibles. Se denota como $P_{(n,r)}$.

$$P_{(n,r)} = n(n-1)(n-2) \cdots (n-r+1) \qquad P_{(n,r)} = \frac{n!}{(n-r)!}$$

Definición 6. Se denomina combinación de n elementos tomados de r de ellos cada vez, a aquellos grupos formados por r elementos diferentes escogidos de entre los n elementos de un conjunto. Se denota como $C_{(n,r)}$.

$$C_{(n,r)} = \frac{n(n-1)(n-2) \cdots (n-r+1)}{r(r-1)(r-2) \cdots 3 \cdot 2 \cdot 1} \qquad C_{(n,r)} = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

Observa que en el caso de las combinaciones el orden en que se seleccionan los elementos no importa, ya que lo que interesa es que se trate de elementos diferentes.

1.7.2 CONCEPTOS ESTADÍSTICOS

En este anexo se introducen en forma muy general algunos de los conceptos estadísticos que se emplearán para desarrollar el experimento y analizarlo.

Para tener alguna información acerca de la población de estudio se selecciona una muestra de n mediciones y se estudian las propiedades de esa muestra. A partir de lo que se observa en la muestra se pueden inferir las características de la población. Las mediciones en la muestra serán denotadas en general por x_1, x_2, \dots, x_n .

La media aritmética es la medida de tendencia central más utilizada en estadística y es la que se conoce comúnmente como promedio. Debido a la confusión que hay con el término los estadísticos han decidido de manera unánime llamarla media aritmética o simplemente media.

Definición 7. La media aritmética de una muestra de n observaciones x_1, x_2, \dots, x_n es igual a la suma de todas las observaciones dividida entre n (el número de observaciones). En forma simbólica:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

La dispersión de los valores x_1, x_2, \dots, x_n alrededor de la media, puede ser medida por la varianza. La varianza o la desviación estándar dan una indicación de qué tan cercanos o dispersos están los valores con respecto al valor de su media.

Definición 8. Si \bar{x} es la media de un conjunto de n observaciones la varianza muestral se denota como sigue:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

La raíz cuadrada positiva de s^2 está definida como la desviación estándar de la muestra.

Definición 9. El coeficiente de correlación (muestral) es una medida de asociación lineal entre dos variables y se encuentra entre -1 y $+1$, donde -1 indica una perfecta asociación negativa y $+1$ indica una perfecta asociación positiva.

Distribución normal. La más conocida de todas las distribuciones de probabilidad teóricas es la distribución normal, cuya forma de campana es familiar a cualquier persona que tenga un mínimo conocimiento estadístico. Se dice que una variable X aleatoria (continua) está normalmente distribuida si su función de densidad de probabilidad (FDP) tiene la siguiente forma:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(x - \mu)^2}{\sigma^2}\right] \quad -\infty < x < \infty$$

Donde μ y σ^2 , conocidos como los parámetros de la distribución, son la media y la varianza de la distribución respectivamente. Las propiedades de esta distribución son las siguientes:

1. Es simétrica alrededor de su valor medio.
2. Aproximadamente 68% del área bajo la curva normal se encuentra entre los valores de $\mu \pm \sigma$, alrededor del 95% del área se encuentra entre $\mu \pm 2\sigma$, y alrededor del 99.7% del área se encuentra entre $\mu \pm 3\sigma$.
3. La distribución normal depende de dos parámetros, μ y σ . Una vez que estos han sido especificados, se puede contar la probabilidad de que X esté dentro de cierto intervalo utilizando la FDP de la distribución normal.

Variable z normal estandarizada. Una propiedad importante de cualquier variable estandarizada es que su valor medio es cero y su varianza es la unidad.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Distribución t de Student. La variable definida como $t = \frac{z_1 \sqrt{k}}{\sqrt{z_2}}$ sigue la distribución t de Student con k grados de libertad. Las propiedades de la distribución t de Student son las siguientes:

1. Es simétrica alrededor de su valor medio, pero es más plana que la normal. Sin embargo a medida que aumentan los grados de libertad, la distribución t se aproxima a la distribución normal.
2. La media de la distribución t es cero y su varianza es $\frac{k}{k-2}$.

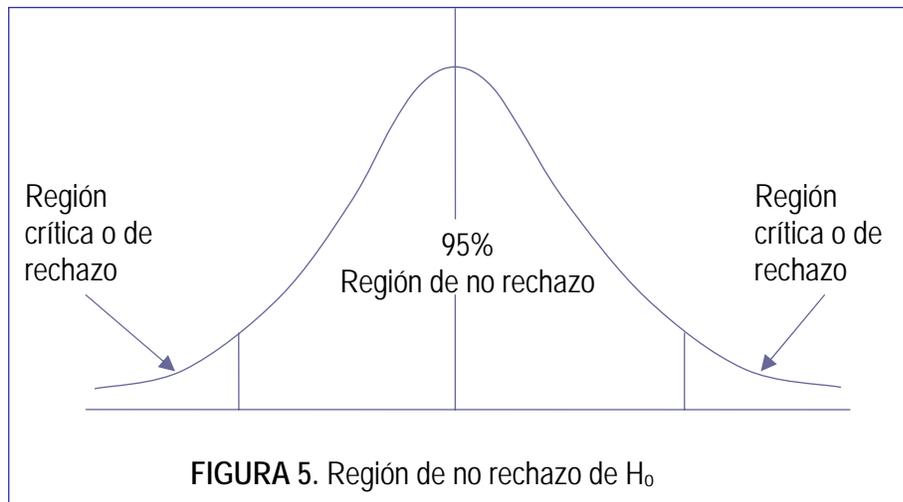
Inferencia Estadística. La inferencia estadística se puede realizar por medio de los intervalos de confianza o de las pruebas o contrastes de hipótesis, dependiendo de la información con se cuenta, en caso de desconocer totalmente los valores de los parámetros poblaciones, la técnica indicada es el cálculo de un intervalo de confianza para el parámetro deseado. Si se tiene información sobre el parámetro, por un estudio previo o por alguna especificación (valor supuesto), entonces la técnica adecuada es un contraste o prueba de hipótesis.

Prueba de hipótesis. En el problema de prueba de hipótesis se tiene una variable aleatoria X con una FDP conocida $f(x; \theta)$, donde θ es el parámetro de la distribución. Después de tener una muestra de tamaño n, se obtiene el estimador puntual $\hat{\theta}$. Puesto que el verdadero θ raramente se conoce, se plantea la pregunta: ¿puede la muestra haber provenido de FDP $f(x; \theta) = \theta^*$? En el lenguaje de pruebas de hipótesis $\theta = \theta^*$ se denomina hipótesis nula y generalmente se denota por H_0 . La hipótesis nula se prueba contra una hipótesis alterna, denotada por H_a , la cual puede plantear que $\theta \neq \theta^*$ o $\theta < \theta^*$ o $\theta > \theta^*$. La hipótesis nula y la hipótesis alterna pueden ser simples o compuestas donde el valor de θ no está especificado.

Para probar la validez de la hipótesis nula se utiliza la información muestral con el fin de obtener lo que se conoce como el estadístico de prueba. El cual se compara con el valor teórico del estadístico de prueba y se toma una decisión.

Intervalos de confianza. Si se conoce la distribución de probabilidad de un estimador $\hat{\theta}$ se puede establecer un intervalo de confianza de $100(1-\alpha)$ para el parámetro θ basado en $\hat{\theta}$ y ver si este intervalo incluye al parámetro θ . Así, si $\alpha = 0.05$ se tendrá un intervalo de confianza al 95.

En el lenguaje de prueba de hipótesis, el intervalo de confianza construido se denomina región de no rechazo y el (las) área(s) por fuera de la región de no rechazo se denomina(n) región(es) crítica(s) o región(es) de rechazo de la hipótesis nula (Figura 5). Los límites inferior y superior de la región de no rechazo se llaman valores críticos.



Análisis de varianza de un factor completamente al azar (DCA). Dadas una variable dependiente cuantitativa (VDC) y una variable independiente cualitativa (VIC) llamada factor, el análisis de varianza de un factor completamente al azar consiste en examinar el comportamiento de la VDC dentro de cada una de las k subpoblaciones establecidas por los valores de la variable independiente.

Al disponer de muestras de las k subpoblaciones establecidas por los k valores de la VIC o factor y sobre cada individuo de cada muestra se tiene una variable en escala de intervalo o de razón Y , tal que su distribución en cada una de las subpoblaciones es normal y con la misma varianza en todas ellas, el análisis de varianza se utiliza para contrastar la hipótesis nula de que las muestras proceden de j subpoblaciones en las que la media de Y denominada VDC, es la misma:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k \text{ (no existe efecto de tratamiento)}$$

$$H_a : \mu_i \neq \mu_j, i \neq j \text{ (existe efecto de tratamiento o algún par de medias es diferente)}$$

El análisis de varianza se basa en que la variabilidad total de la muestra puede descomponerse en la variabilidad debida a las diferencias entre grupos y dentro de los grupos. Para esto se proporciona el estadístico F para contrastar la hipótesis nula de igualdad de medias en los grupos o subpoblaciones, cuanto mayor sea el valor del estadístico F (Cuadro 3) más diferenciados estarán los grupos. Si el p-value asociado es menor que α , se rechazará la hipótesis nula al nivel de significación α . El análisis de varianza supone que las observaciones son normales, independientes y con la misma varianza en cada una de las j subpoblaciones.

CUADRO 3. Tabla de ANOVA para el diseño completamente al azar

Fuente de variación	g.l.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	F tablas
Tratamiento "entre"	K-1	$SC_{trat} = \sum_{j=1}^K \frac{Y^2 \cdot j}{n_j} - \frac{Y^2 \cdot \cdot}{N}$	$CM_{trat} = \frac{SC_{trat}}{K - 1}$	$F_{calc} = \frac{CM_{trat}}{CM_{error}}$	$F_{1-\alpha, K-1, N-K}$
Error "dentro"	N-K	$SC_{error} = SC_{total} - SC_{trat}$	$CM_{error} = \frac{SC_{error}}{N - K}$		
Total	N-1	$SC_{total} = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} Y_{ij}^2 - \frac{Y^2 \cdot \cdot}{N}$			

$$Y_{ij} = i - \text{ésima respuesta debida al } j - \text{ésimo tratamiento, } i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, K.$$

Diseño factorial. En el caso de que se consideren dos o más factores o variables independientes el diseño toma el nombre de factorial, este esquema consiste en examinar el comportamiento de la variable dependiente VDC en las K subpoblaciones o grupos establecidos por las combinaciones de los valores de las independientes. Se utiliza para contrastar la hipótesis nula de que las muestras proceden de K subpoblaciones en las que la media de la VDC es la misma, en otras palabras se emplea para comprobar que el comportamiento de la variable VDC es independiente del grupo o subpoblación.

El efecto de un factor indica cuánto cambia una medición en una unidad experimental al someterse a tratamiento. La inclusión de más factores al diseño aumenta la complejidad de los patrones de interacción entre los factores de tratamiento. El número de combinaciones de tratamientos aumenta tanto como se agregan factores al diseño.

El diseño estándar factorial tiene dos características notables: 1) cada nivel de cada factor ocurre con todos los niveles de los demás factores y; 2) es posible examinar la interacción entre ellos.

Diseño anidado. En cierto tipo de estudios los niveles de un factor B no serán idénticos en todos los niveles de otro factor A. Cada nivel del factor A contendrá diferentes niveles del factor B. En este caso se dice que los niveles del factor B están anidados dentro de los niveles del factor A y recibe el nombre de *Diseños de factor anidado o jerárquico*. En nuestro caso los grupos que pertenecen a una carrera no pueden pertenecer a otra, por los que no se puede hablar de un diseño factorial sino de un diseño anidado (Figura 6).

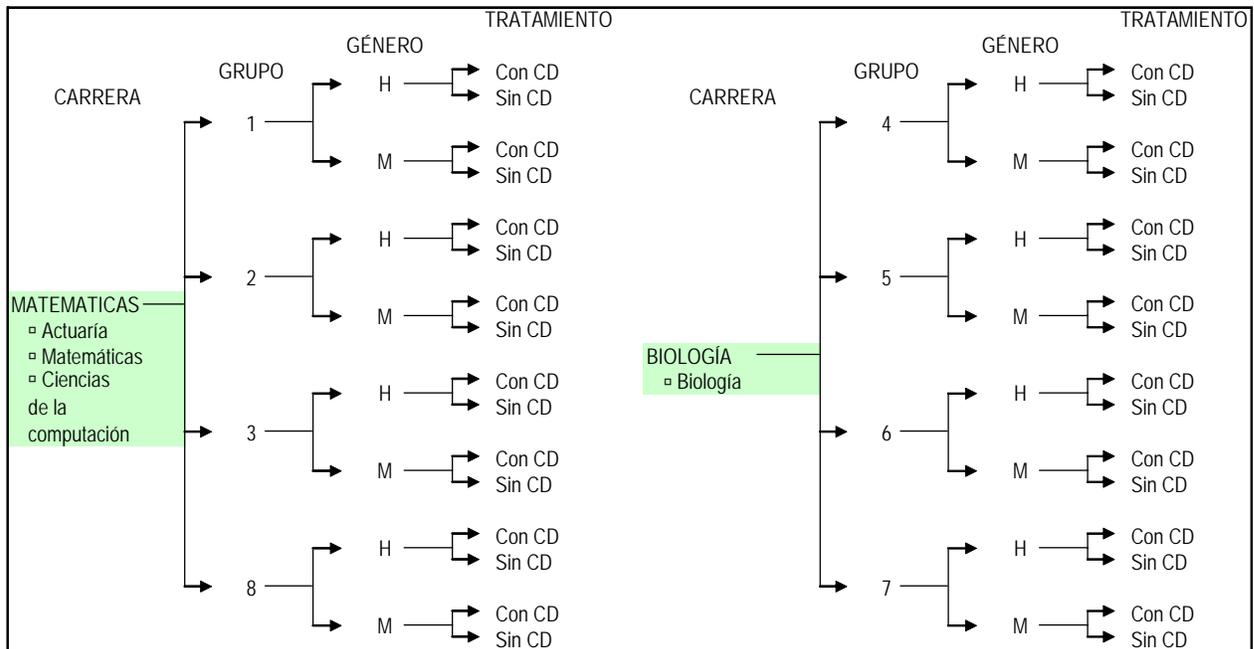


FIGURA 6. Diseño de factores anidados en un estudio de desempeño académico

Enseguida se muestra el modelo estadístico lineal para el diseño anidado de tres factores: A, B dentro de A y C dentro de B y de A. El factor C también es considerado como las réplicas, por lo que es conveniente pensar en el factor C como el error, esto es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \gamma_{k(ij)}, \quad i = 1, 2, \dots, a, \quad j = 1, 2, \dots, b, \quad k = 1, 2, \dots, n$$

La Tabla de ANOVA para este modelo se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 4. Tabla de ANOVA para el modelo empleado

Fuente de variación (FV)	g.l.	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F calculada
Factor A	a - 1	$SC_A = bn \sum_i (\bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...})^2$	$\frac{SC_A}{a - 1}$	$\frac{CM_A}{CM_E}$
Factor B dentro de A B(A)	a(b-1)	$SC_{B(A)} = n \sum_i \sum_j (\bar{Y}_{ij.} - \bar{Y}_{i..})^2$	$\frac{SC_{B(A)}}{a(b - 1)}$	$\frac{CM_{B(A)}}{CM_E}$
Error [Factor B dentro de C] C(B(A))	ab(n-1)	$SC_{Error} = SC_{C(B(A))} = \sum_i \sum_j \sum_k (Y_{ijk} - \bar{Y}_{ij.})^2$	$\frac{SC_E}{ab(n - 1)}$	
Total	abn-1	$SC_{Total} = \sum_i \sum_j \sum_k (Y_{ijk} - \bar{Y}_{...})^2$		

II. PROBLEMA A RESOLVER

En general enseñar y aprender Matemáticas resulta complicado, ya sea porque no se cuenta con el conocimiento previo necesario o bien, porque se tienen malos hábitos de estudio o una capacidad de lectura deficiente y/o los estudiantes se ven influenciados negativamente por el sistema de educación básica, el cual no forma estudiantes críticos. Estas circunstancias se combinan para que los discentes inicien su educación en el nivel superior con una preparación matemática deficiente, lo que en parte provoca una fuerte deserción y hace que los alumnos que continúan dediquen mucho tiempo y esfuerzo para aprobar los cursos básicos. Esta situación se presenta habitualmente en las Áreas de Humanidades y Ciencias Sociales, pero adquiere una mayor relevancia cuando ocurre en Áreas de Ciencias Exactas, donde se presupone que los estudiantes deben dominar ciertos conocimientos Matemáticos.

En la Facultad de Ciencias de la UNAM la materia de Álgebra Superior I (Matemáticas I) pertenece al tronco común de las carreras de Actuaría, Matemáticas y Ciencias de la Computación (Biología) respectivamente, por lo que gran parte del contenido comprendido en el temario se considera de carácter introductorio. En opinión de algunos profesores y alumnos el objetivo de estas materias es homogeneizar los conocimientos de todos los estudiantes que ingresan.

A pesar de que se trata de materias con temas de carácter "introductorio" muchos estudiantes se ven en dificultades cuando resuelven un examen sobre los contenidos ya vistos. Peor aún, el nivel de deserción en estas materias es alto, 48% y 27% (semestre 2004-1) respectivamente, como se mencionó en un capítulo anterior. Este alto porcentaje de abandono de materias provoca un gasto elevado de recursos, ya que gran número de alumnos recursadores ocupan lugares que podrían destinarse a alumnos de primer ingreso. Por eso se deben analizar e implementar soluciones factibles para que el proceso de aprendizaje de los estudiantes se convierta en un proceso eficaz.

Otra de las causas por las que un número importante de discentes fracasa en materias del primer semestre como Álgebra Superior I y Matemáticas I, es el cambio en el sistema de enseñanza que difiere del empleado en la preparatoria y de cualquier método que hayan conocido desde la educación básica. Los programas de estudio en este nivel les exigen estudiar, investigar, reflexionar y practicar por cuenta propia, contrario al método tradicional "memorístico" al que estaban acostumbrados desde niños, en el cual recibían la información digerida y simplemente la almacenaban, ya que es bien sabido que el sistema nacional educativo preescolar, básico y medio no forma habitualmente estudiantes ni reflexivos ni críticos. En estos casos la deficiente habilidad de lectura y los malos hábitos de estudio agravan la situación.

La falta de conocimientos previos —conocimiento base— resulta importante en cualquier rama de la ciencia pero es de gran relevancia en el campo de las ciencias exactas, donde se forman significados nuevos a partir de los conocimientos previos. Muchos discentes carecen de los conocimientos mínimos necesarios ya sea por olvido o por que no lo aprendieron correctamente o porque simplemente no lo vieron en cursos anteriores. Esto provoca que muchos alumnos se atrasen en algunos temas, ya que no cuentan con las herramientas intelectuales necesarias para comprenderlos. Ante esta situación algunos profesores intentan cubrir las deficiencias repasando conceptos básicos que supuestamente ya debería dominar todo el grupo, restando tiempo a temas vitales del curso, mientras que otros catedráticos se limitan a dar su clase y continúan con el programa sin atrasarse, dejando rezagada una parte del grupo. Además es común que los grupos sean numerosos y que los profesores no cuenten con el tiempo suficiente para asesorar a los alumnos de manera individual.

Entre los temas “introdutorios” impartidos durante los primeros semestres se encuentra Análisis Combinatorio que se cubrirá con más detalle dentro de materias como Probabilidad y Estadística en semestres posteriores. Este tema está incluido tanto en el programa de Álgebra Superior I como en el de Matemáticas I. La mayoría de los profesores le dedican una o dos clases, mientras que una minoría puede dar hasta cinco clases (incluyendo las horas impartidas por el ayudante). A esto se añade que de acuerdo a los intereses particulares de cada docente las clases pueden estar empapadas de teoría y sin aplicaciones, mientras que otras pueden enfocarse a ejemplos prácticos. También influye la amplitud de los programas, ya que fueron diseñados para impartirse en un semestre siendo común que los “semestres” se reduzcan a cuatro meses en vez de seis.

La carencia de ejercicios prácticos se refleja en un alto número de respuestas incorrectas en exámenes que incluyen ejemplos aplicados a la realidad, lo cual influye de manera negativa en la opinión de los estudiantes con respecto a la utilidad de los conocimientos. Saben que estos temas les serán útiles en el futuro, pero no saben exactamente cómo o para qué los utilizarán. Quienes desconocen las aplicaciones de los temas, no les dan la importancia merecida y los consideran un sacrificio que deben afrontar durante su carrera, se encuentran desmotivados, limitándose a estudiar para pasar la materia y en el peor de los casos ni siquiera lo logran, dando origen a un alto número de ausentismo y de deserción.

Las circunstancias mencionadas han motivado la prueba de materiales educativos alternativos con el fin de subsanar algunas deficiencias de conocimientos y de habilidades con las que ingresan muchos alumnos a la Facultad de Ciencias de la UNAM. El material educativo examinado en esta investigación es un CD ROM multimedia de Análisis Combinatorio Básico, cuyas características se describen más adelante.

La pregunta planteada en esta investigación es:

- ¿El CD ROM multimedia de Análisis Combinatorio Básico puede ser un material educativo auxiliar (como complemento de libros y apuntes) eficaz en el aprendizaje del tema de Análisis Combinatorio para los estudiantes de primer ingreso de la Facultad de Ciencias inscritos en las materias de Álgebra Superior I y de Matemáticas I?

III. OBJETIVOS

- Determinar si el CD ROM multimedios de Análisis Combinatorio Básico resulta ser un material auxiliar (como complemento de libros y apuntes) eficaz en el aprendizaje del tema de Análisis Combinatorio, para los estudiantes de primer ingreso de la Facultad de Ciencias inscritos en las materias de Álgebra Superior I y de Matemáticas I.

IV. HIPÓTESIS

- El incremento en el puntaje (calificación postest menos la calificación pretest) presenta diferencias significativas entre los estudiantes que utilizan el CD ROM multimedios como material auxiliar y los alumnos que no lo emplean para estudiar.
- Las diferencias significativas observadas no sólo están en función del empleo del CD ROM multimedios de Análisis Combinatorio Básico, también se ven afectadas por el género de los alumnos, la carrera y el grupo al que pertenecen los estudiantes.

V. DISEÑO EXPERIMENTAL

5.1 POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población objetivo son los alumnos de primer ingreso de la Facultad de Ciencias de las carreras de Actuaría, Ciencias de la Computación, Matemáticas y Biología durante el semestre 2004-1. El interés en esta población radica en que el tema de Análisis Combinatorio se incluye en el programa de la asignatura de Álgebra Superior I (Matemáticas I) impartida durante el primer semestre a actuarios, estudiantes de Ciencias de la Computación y matemáticos (biólogos) respectivamente.

Los grupos de Matemáticas I (formados exclusivamente por biólogos) generalmente están integrados por un promedio de 26 alumnos, mientras que los cursos de Álgebra Superior I pueden contar hasta con 50 estudiantes inscritos, lo cual resulta lógico si se considera que esta materia se imparte a discentes de tres carreras, entre ellas Actuaría, que cuenta con la mayor matrícula en esta Facultad.

Debido a la libertad de cátedra bajo la que actúan los profesores en esta Casa de Estudios, el tema de Combinatoria se imparte en tiempos diferentes para los distintos grupos, por lo cual algunos pueden ver el tema al inicio, otros a la mitad y otros al final del semestre.

Ya que los alumnos volverán a encontrar este tema en materias de semestres posteriores (Probabilidad I y Matemáticas II) gran parte de los profesores le dedican entre 2 y 5 clases semanales de una hora cada una (contando horas de ayudantía). En algunos casos los profesores delegan la impartición del tema completo al ayudante. Las sesiones están habitualmente llenas de conceptos teóricos y se presentan muy pocos ejercicios prácticos enfocados a un área determinada y de interés para los estudiantes. Dentro de los pocos ejemplos vistos en clase se encuentran los ejercicios clásicos con barajas y con dados, incluidos en el repertorio de prácticamente todos los profesores, aunque algunos llegan a emplear ejercicios adicionales.

Los profesores que imparten estas materias se han formado en la Facultad de Ciencias como Biólogos, Físicos, Matemáticos o Actuarios. Aunque ningún maestro de los grupos estudiados resultó ser actuario, sí se encontraron algunos fungiendo como ayudantes. Profesores y ayudantes conocen bien el sistema de la Facultad, sistema que exige a los alumnos estudiar, investigar y practicar por su cuenta en horas extraclase.

5.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Se trata de una muestra conveniente, debido a que la selección depende de diversos factores externos de inicio como:

- La aceptación por parte de los profesores para aplicar el pretest y el postest en su grupo.
- La disponibilidad que muestren los alumnos y su interés por participar en el experimento.

Una vez que se contactaba a un profesor se le proporcionaba información sobre el experimento y los materiales que se emplearían, posteriormente se proporcionó una copia del CD ROM multimedia de Análisis Combinatorio Básico a los profesores y adjuntos que lo solicitaron. En caso de que el profesor aceptara participar en el estudio, indicaba un día de la semana para que se acudiera a su clase y así aplicar el pretest de Análisis Combinatorio, generalmente proporcionaron los últimos 15 minutos de la sesión.

Al final se seleccionaron 4 grupos de Álgebra Superior I, dos del turno matutino y dos del turno vespertino. De la materia de Matemáticas I se eligieron también 4 grupos de los cuales, sólo uno fue del turno vespertino. El Cuadro 5 muestra como se distribuyen las carreras por grupos.

Los grupos D, E, F y G corresponden a estudiantes de la carrera de Biología y por lo tanto son alumnos activos de la materia de Matemáticas I. Los grupos restantes corresponden a Álgebra Superior I.

Anteriormente se mencionó que el número promedio de alumnos inscritos en Álgebra Superior llega en ocasiones hasta 50 y para Matemáticas la media es de 26. La muestra considera sólo a los alumnos presentes durante la aplicación del pretest y que también resolvieron el postest. El estudio comenzó en el último mes del semestre 2004-1, época en que se estima ya habían ocurrido la mayoría de las deserciones en casi todos los grupos participantes, en vista de lo cual se decidió trabajar con el doble de grupos que se habían planteado en un inicio.

Cuadro 5. Grupos seleccionados en el experimento

DISTRIBUCIÓN DE CARRERAS POR GRUPOS										
		Carrera en que está inscrito								Total
		Actuaría		Biología		Ciencias de la computación		Matemáticas		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Grupo	A	11	28%			2	33%	3	21%	16
	B	11	28%					5	36%	16
	C	9	23%					5	36%	14
	D			15	22%					15
	E			22	32%					22
	F			14	21%					14
	G			17	25%					17
	H	9	23%			4	67%	1	7%	14
	Total	40	100%	68	100%	6	100%	14	100%	128

Base porcentual por columna

Debido a que la población total de alumnos inscritos en Álgebra Superior I en este semestre era de 592 alumnos y el total de inscritos en Matemáticas I fue de 367 estudiantes, el porcentaje de la población cubierto por la muestra es del 10% y 19% respectivamente.

La muestra también guarda una proporción equivalente entre hombres y mujeres como se observa en el Cuadro 6.

Cuadro 6 Proporción de hombres y mujeres

GÉNERO DE LOS ESTUDIANTES POR GRUPO						
Grupo		Hombre		Mujer		Total
		n	%	n	%	
	A	8	50.0	8	50.0	16
	B	8	50.0	8	50.0	16
	C	11	78.6	3	21.4	14
	D	3	20.0	12	80.0	15
	E	8	36.4	14	63.6	22
	F	9	64.3	5	35.7	14
	G	8	47.1	9	52.9	17
	H	9	64.3	5	35.7	14
	Total	64	50.0	64	50.0	128

Base porcentual por renglón

El día indicado por el profesor se aplicó el pretest. Al principio se hacía una pequeña presentación explicando que los resultados de este estudio se incluirían en una tesis de licenciatura y que serían dos cuestionarios los que habrían de contestar. Sólo un profesor de Matemáticas I puso la condición de que la calificación obtenida en el postest se considerara en el promedio final del curso, mientras que los demás invitaban a sus alumnos a participar de manera voluntaria.

En cada una de las clases visitadas se dieron instrucciones por escrito al repartir el pretest a todos los alumnos presentes, indicando que no deberían usar calculadora para resolver el cuestionario. Se tomó también la decisión de hacer de conocimiento público la existencia del CD ROM multimedios de Análisis Combinatorio Básico que se planeaba probar, determinando claramente que sólo se proporcionarían copias del CD a una mitad del grupo, conformándose así el grupo experimental, mientras que la otra parte sería el grupo control. Ante la elevada posibilidad de que pudieran prestarse entre sí el CD se prometió proporcionar una copia a los alumnos restantes después de que hubieran resuelto el postest.

Mientras resolvían el pretest se seleccionó a quienes integrarían el grupo experimental. A fin de hacerlo en forma aleatoria se empezó por la primera fila y se eligió al primer alumno a partir del cual se comenzaron a repartir copias del CD a un alumno sí y al siguiente no, y así sucesivamente hasta terminar. El CD ROM multimedios de Análisis Combinatorio se prestó de una a dos semanas dependiendo de las actividades del grupo, después de ese tiempo cada uno de los profesores estableció el día para que su grupo presentara el postest.

5.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y DE EXCLUSIÓN

En la selección de la muestra sólo se incluyeron alumnos de primer ingreso, en primer lugar porque el CD ROM multimedia trata conceptos básicos del Análisis Combinatorio. La segunda razón es que en los grupos seleccionados, principalmente en Álgebra Superior I, se tiene presencia de alumnos recursadores que es de esperarse posean un mayor dominio de estos temas.

Dar seguimiento a los estudiantes que resolvieron el primer cuestionario (pretest) resultó ser una tarea complicada, ya que varios de ellos abandonaron finalmente la materia debido a la falta de éxito y de motivación, tornándose difícil su búsqueda para que contestaran el postest. Por lo tanto se excluyeron los alumnos que sólo presentaron el pretest o el postest. Entre estos se encuentran aquellos estudiantes que contestaron el pretest pero no quisieron participar en el postest o que por alguna otra causa estuvieron ausentes durante la segunda sesión.

5.4 MATERIALES

5.4.1 CD ROM MULTIMEDIOS DE ANÁLISIS COMBINATORIO BÁSICO

El material educativo que se probó en esta investigación es un CD ROM multimedia de Análisis Combinatorio Básico cuyo diseño y producción se llevaron a cabo en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X) en 1998 por parte de la Maestra María de Lourdes Fournier, actúa egresada de la Facultad de Ciencias y actual Investigadora titular del Departamento de Política y Cultura de la UAM-X, en una versión revisada y actualizada por la Mtra. María José Marques, Fernando Alberto Cantú y Evelyn Tenorio.

Se trata de un material auto contenido que requiere de conocimientos previos mínimos y que se basa en una construcción gradual del conocimiento. Este CD-ROM multimedia forma parte de una colección de material educativo por computadora conformada por:

- Dos multimedia: "La maravillosa historia de las computadoras" que funciona como una enciclopedia sobre el tema; y otro estructurado, "Análisis Combinatorio", destinado a la ejercitación y la práctica en este tema;
- Un sistema tutorial en Inteligencia Artificial, uno en Sistema operativo MS-DOS y otro en Análisis Combinatorio.

La utilidad de este compendio fue probada con varios grupos —282 alumnos— de la UAM-X a finales de 1998 como parte de un proyecto de Tesis para obtener el grado de Doctor en la Universidad de Londres, Inglaterra²⁹.

A partir de esta implementación se obtuvieron algunos resultados interesantes:

- Al usar el multimedia de Análisis Combinatorio en combinación con otros métodos, los estudiantes se ubican por arriba del valor de la mediana —de las calificaciones para el test previo y el posterior, en escala de 0 a 10— lo que refuerza la idea de que son más útiles como un auxiliar o complemento en el aprendizaje.
- También se confirmó la teoría de que el alumno necesita estar motivado de alguna manera para lograr un aprendizaje significativo recibiendo los contenidos de manera repetitiva, con el apoyo de ejemplos, ejercicios y explicaciones complementarias, sobre todo para el conocimiento procedimental.
- Resultan importantes los aspectos lúdicos como las pantallas a color, animaciones, vídeos y simulaciones según un análisis cualitativo de los comentarios de los participantes en una segunda prueba experimental. Además de que "los materiales educativos multimedia van junto con posibilidades casi ilimitadas de empleo de hipervínculos y de material gráfico de todo tipo"²⁸.
- Un consejo práctico para los docentes interesados en la creación de este tipo de material educativo es que pueden generar una buena base de conocimiento a partir del material de apoyo que utilizan en sus clases, transformando sus ejemplos y ejercicios resueltos en notas y comentarios que pueden incluirse en un CD ROM multimedia.

La Mtra. Fournier comenta que la base de conocimiento incluida en este CD ROM multimedia se formó a partir de unas notas sobre Análisis Combinatorio que escribió para el Colegio de Bachilleres. En sus notas estimulaba a los alumnos a obtener las fórmulas básicas a partir de problemas de fácil solución para dar entonces las definiciones y fórmulas necesarias pasando después a aplicaciones en problemas más complejos.

A pesar de que existe un gran número de materiales multimedia educativos para diversos temas del conocimiento (Cálculo, Probabilidad, Química entre otros) en México prácticamente no se produce y pocas personas tienen acceso a ellos. Debido a esto es loable el hecho de que en universidades mexicanas se produzca este tipo de material aún sin contar con la infraestructura necesaria y sin apoyo institucional.

IMPLEMENTACIÓN DEL CD EN LA FACULTAD DE CIENCIAS

Antes de aplicar el pretest y proporcionar el CD ROM multimedia de Análisis Combinatorio Básico se realizaron algunos ajustes y correcciones a la última versión con la que se contaba. Para ello se revisaron los árboles de las preguntas a partir de los cuales se organizan las distintas opciones o caminos a recorrer cuando se da respuesta a una pregunta; esto facilitó la revisión de secuencias remediales a partir de las respuestas incorrectas.

Se cuidaron los detalles visuales, auditivos y de enlace entre las páginas visualizadas, llevando a cabo una revisión intensiva del texto así como una selección de audio y clasificación de imágenes. En esta parte se contó con la colaboración de la Mtra. María José Marques profesora de Estadística en la Facultad de Estudios Superiores de Zaragoza (FES Zaragoza) y Fernando Alberto Cantú, quienes apoyaron en el aspecto técnico corrigiendo la notación y algunas omisiones. Ya que no se planeó comercializar el producto final la selección de fragmentos musicales no se limitó a derechos adquiridos, lo que también se aplicó al caso de las fotos fijas y segmentos de video.

Cada una de las ocho lecciones del CD multimedia cuenta con un árbol teórico de decisión, estos ocho árboles forman la base de conocimiento. A su vez los árboles están formados por un conjunto de átomos —comentarios— y de listas —preguntas y ejercicios que indican el recorrido que se ha de seguir en caso de que la respuesta sea incorrecta— para cada lección. Así mismo cada pregunta o ejercicio tiene asociada la respuesta correcta, la Figura 7 muestra el esquema del árbol de decisión para la primera lección del CD multimedia.

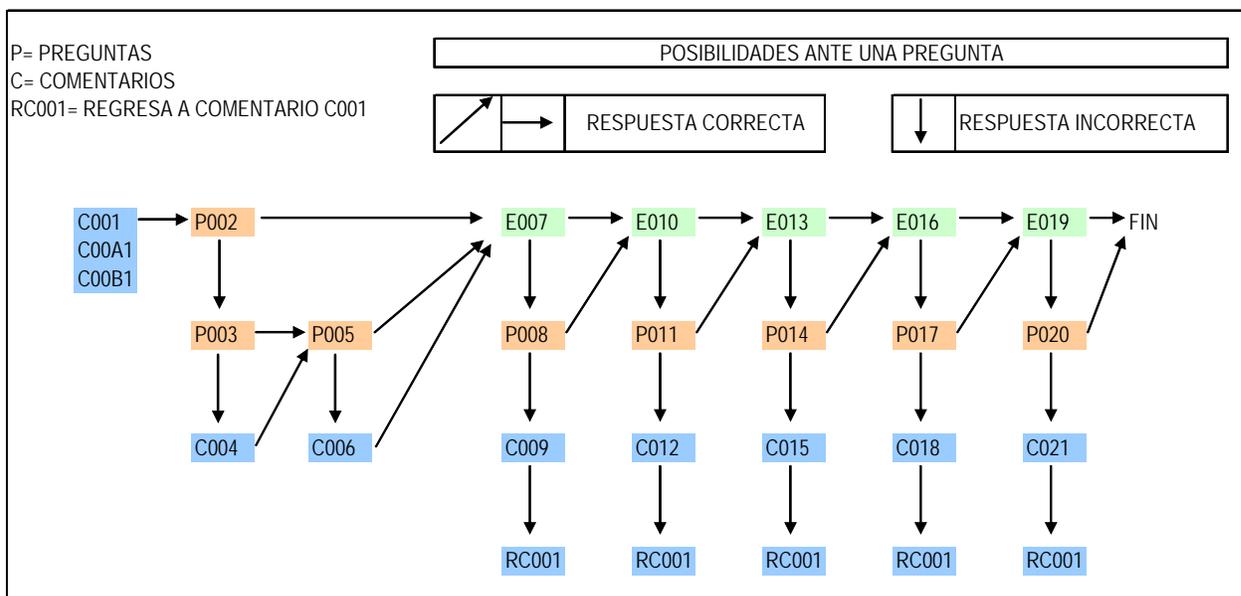


FIGURA 7. Esquema del árbol teórico de decisión para la lección 1 del multimedios de Análisis C.

En cada lección se muestran comentarios, ejemplos y ejercicios; se plantean preguntas y se pide una respuesta. En general la redacción del texto contenido en las lecciones se maneja en forma de listas o en pocas líneas.

En el diseño de las lecciones se contempló una forma de promover el proceso de memorización: “presentar al alumno un tipo de información —comentarios, definiciones, fórmulas— seguida por una o más preguntas”²⁸, debido a que en el aprendizaje de las Matemáticas parte del proceso se apoya en la memorización de cierta información como fórmulas, leyes, teoremas, valores específicos y similares (conocimiento base): “para efectuar este tipo de estructura en un sistema tutorial o un multimedios, se utilizan secuencias didácticas en las que se presentan conceptos seguidos por una o varias preguntas para validar la memorización”²⁸. Además mediante la presentación de nueva información acompañada por ejemplos comentados o resueltos, seguidos por preguntas adecuadas, se puede determinar o validar si el aprendiz logró comprender y alcanzar un nivel de abstracción sobre el material presentado —proceso de análisis—.

Se presenta la información necesaria para que al operar sobre ella, el alumno sea capaz de construir “marcos referenciales de tipo general”²⁸. En Matemáticas “se puede propiciar este proceso pidiendo al alumno que resuelva un problema determinado, ya que para hacerlo con éxito, antes deberá haber efectuado procesos de memorización y análisis”²⁸.

Para que el discente construya marcos referenciales generales a partir de marcos referenciales particulares se le plantean preguntas relacionadas con conocimientos previos, ya sea después de presentarle otra nueva información relacionada con la anterior o en cualquier momento avanzado de la sesión.

Cuando se plantea una pregunta o se pide al aprendiz que resuelva un ejercicio y su respuesta es correcta, seguirá por la ruta mínima del material, mientras que en caso contrario entrará en una secuencia remedial la cual puede llegar a ser compleja. Una secuencia remedial puede consistir simplemente en un retroceso que haga que el estudiante lea de nuevo la información base de la falla, aunque también puede incluir preguntas o sugerencias que le ayuden a recordar o descubrir por sí mismo a que se debió el error, para que así pueda llegar a la respuesta correcta. O bien se inicia la secuencia remedial redefiniendo lo necesario y se fragmenta la parte operativa del problema.

Cuando el tipo de error y de contenido lo ameritan sí se presentan amplias secuencias remediales donde se desglosa el conocimiento para reforzamiento, lo cual ayuda a la construcción por pasos pero completa del conocimiento.

Unos de los principales puntos a resaltar del CD ROM multimedia de Análisis Combinatorio Básico es el aspecto motivacional y el uso adecuado de elementos que favorecen la motivación tales como sonidos e imágenes agradables, así como el reconocimiento explícito después de cada respuesta correcta, incluyéndose la retroalimentación inmediata dependiendo de la respuesta del usuario.

Durante las entrevistas realizadas a alumnos de las materias de Matemáticas I y Álgebra Superior I los discentes señalaron algunas ventajas del CD ROM multimedia de Análisis Combinatorio Básico:

- Algunos consideraron que sí funcionó para repasar lo que ya habían visto en clase, sobre todo cuando no contaban con algún libro de texto.
- Con respecto al conocimiento de tipo procedimental que favorece este tipo de materiales educativos, una estudiante de Biología que utilizó el CD como parte de su preparación para su examen del tema indicó: "de tantos ejercicios y tantas explicaciones que te ponían, se me iban pegando más y más, y ya inconscientemente sabía que clase de problema era [...], esos ejercicios fue los que más fácil saqué".
- Otros estudiantes indicaron que la mayor ventaja es que: "vas avanzando a tu velocidad, si necesitas te regresas".
- Además de que incluye explicaciones breves y precisas: "un tanto compacta y digerible, que se te hace menos pesado".
- Les agradó la manera en que se planteaba la teoría y las preguntas, sobre todo la presentación de respuestas alternativas ante una pregunta: "con opción múltiple [...] y con las cápsulas [...] informativas", "está muy bien explicado".
- También hacen referencia a la rapidez de búsqueda de la información, ya que con un solo clic se enlazan en unos segundos a la lección seleccionada.
- El contexto donde se presenta la información, con efectos visuales y auditivos: "por la musiquita que traía y todos los dibujos, estaba entretenido".
- Sobretudo les motivó la retroalimentación: "el conocer si te equivocas y por qué te equivocaste y que te corrija el programa para conocer el procedimiento correcto", "te van dirigiendo y señalando tus errores", "aparte de que conoces un poco de teoría, ahí vas practicando y ahí mismo te dicen si estás bien o estás mal", "conforme vas respondiendo vas viendo tus resultados", "te va dando pistas".
- La manera compacta en que está almacenada la información, no tiene el tamaño de un libro y es igual de completo: "se puede guardar bastante información y conservar".
- Comentan que otra ventaja se encuentra al considerar que: "algunas personas cuando están en el aula se sienten muy inseguras de preguntar [...] en cambio si estás viendo tu computadora salen calaveras y te regresas, ¡no pasó nada!, sigues estudiando [...] no hay necesidad de pasar vergüenzas".

Indicaron además algunas desventajas:

- El riesgo de enfocarse exclusivamente al material contenido en el CD: "solamente te concentras en los problemas que vienen en el disco y no buscas otras opciones en libros". Ante esto se debe aclarar que el CD ROM multimedia debe ser empleado como material de apoyo —auxiliar— agregado a las clases del profesor, apuntes y libros. Por otra parte es recomendable ampliar la base de conocimiento, de esta manera se contaría con una buena gama de ejemplos con distintos grados de complejidad.
- Se requiere de una computadora para utilizarlo y muchos estudiantes no cuentan con ella: "se me complicó mucho porque no tengo máquina". En estos casos el centro de cómputo de la Facultad resulta insuficiente para cubrir las necesidades de un gran número de alumnos.
- Para algunos estudiantes fue aburrido ya que no contenía gráficas. Lo que puede deberse a que el Internet y las páginas Web exhiben en la actualidad gran diversidad de contenido multimedia con mayor interactividad, movimiento y gráficas 3D a lo cual se han acostumbrando los usuarios. Esta parte puede remediarse mediante la actualización del material por parte de profesionales en el diseño y el empleo de programas especializados para el esbozo de gráficas e imágenes, lo cual frecuentemente queda fuera de alcance cuando no se cuenta con apoyo institucional.
- Por otra parte a algunos estudiantes no les gusta estudiar con la computadora y consideran que si no los obligan o motivan de algún modo es fácil "votarlo por ahí y ya se olvidó". Esta situación es un reflejo de la escasez de PC's, carencia que probablemente influye de manera más determinante en la aceptación y entendimiento de la tecnología.

Unos cuantos estudiantes hicieron referencia a otros tipos de materiales educativos de apoyo como los proyectores, diapositivas, etcétera, no obstante el resto de los discentes aparentemente desconocían otro tipo de material de apoyo a parte del convencional —libros y apuntes— hasta que utilizaron este CD ROM multimedios experimental.

Después de haber empleado este CD los estudiantes dieron sugerencias para la creación de este tipo de materiales:

- Tanto los alumnos de Actuaría, Ciencias de la Computación y Matemáticas propusieron como temas para CDs multimedios a la materia de Cálculo, la que consideran de carácter "muy abstracto". Indican que este auxiliar les permite ejercitarse, conocer las aplicaciones al mismo tiempo que lo van realizando a su propia velocidad y obtienen una retroalimentación inmediata ante las respuestas, lo cual no ocurre con los libros u otro material convencional donde frecuentemente se saltan pasos en los procedimientos y lo sustituyen con notas como: "se deja la demostración al lector"; "que te lo enseñe paso a paso", "incluso los más obvios que los hagan", "los más obvios, yo creo que son los más difíciles".
- Proponen crear multimedios donde se demuestren teoremas y donde la explicación incluya gráficas e imágenes, ya que consideran que así se entienden mejor los conceptos: "ver imágenes animadas donde nos pongan el fenómeno físico y después hacer los problemas".
- Por su parte los alumnos de Biología sugieren temas de Matemáticas con aplicaciones a la Física y a la Química, y para la materia de Procariontes: "replicación en Biología, donde se expliquen gráficamente y paso a paso, tal como se ve una enzima y una proteína", que sería más fácil de entender.

Una vez que el material multimedia de Análisis Combinatorio Básico fue corregido y posteriormente empleado por los grupos, se puso a disposición del resto de los estudiantes a través de la siguiente dirección en Internet: <http://evelynit.tripod.com.mx>

5.4.2 CUESTIONARIOS

Se emplearon dos cuestionarios, un pretest y un postest como instrumentos para evaluar el desempeño del grupo experimental y del grupo control. Se aplicó el pretest antes de que se les proporcionara el material multimedia y posteriormente resolvieron el postest para valorar sus conocimientos después de haber utilizado el CD.

Las preguntas contenidas en el pretest y el postest se crearon con base en el contenido del CD ROM Multimedia de Análisis Combinatorio Básico. Este hecho no influyó en el resultado de las respuestas, tampoco en el puntaje total; debido a que los ítems o preguntas hacen cuestionamientos respecto a conocimientos que representan conceptos básicos y que se manipulan en todos los cursos de manera relativamente igual. Se podría pensar que generar las preguntas a partir de este material daría ventaja a los estudiantes que contaran con el CD ROM multimedia, sin embargo muchos ejercicios contenidos en este material pueden considerarse clásicos ya que diversas publicaciones sobre el tema los incluyen como material obligatorio.

Ambos cuestionarios están divididos en dos secciones. La primera parte del pretest contiene información demográfica y académica que puede resultar de interés en investigaciones posteriores; la segunda parte contiene 21 reactivos de conocimiento esto es, preguntas y ejercicios prácticos sobre el tema de Análisis Combinatorio. Por su parte la primera sección del postest contiene preguntas sobre los aspectos visuales, auditivos y lúdicos del material; la segunda sección contiene los mismos 21 ítems de prueba incluidos en el pretest. Los cuestionarios correspondientes se incluyen en los Anexos 1-2. Los ítems de prueba se diseñaron para evaluar los conocimientos que se han adquirido después de estudiar en un curso el tema de Análisis Combinatorio.

Para corroborar la validez del instrumento empleado en este estudio, se considera un análisis que fue realizado con la finalidad de calibrar y evaluar los ítems de prueba (reactivos de conocimiento incluidos en la segunda sección del pretest y del postest). Los resultados de este análisis forman parte de una Tesis para obtener el Grado de Doctor en Educación por la Universidad Complutense de Madrid²⁶. La prueba se construyó con un total de 21 reactivos o ítems de prueba y fue aplicada a 130 alumnos. Los resultados se capturaron como 1 cuando la respuesta era correcta y como 0 cuando era errónea. La prueba se llevó a cabo mediante un análisis por unidad básica —ítem— esto es, pregunta por pregunta. Las preguntas que se evaluaron se encuentran tanto en la segunda parte del pretest como en la primera parte del postest y corresponden a la evaluación de conocimientos de Análisis Combinatorio.

De acuerdo con los resultados obtenidos los ítems o preguntas que resultaron ser más difíciles fueron el 2, 6, 13, 19, 20, 21 (pueden consultarse los anexos 1-2). Mientras que los más fáciles fueron el 1, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15 y 18. Los ítems de mediana dificultad fueron el 14, 16 y 17. El análisis concluye que la cantidad de ítems fáciles y difíciles está balanceada; por otra parte establece que se trata de una prueba relativamente fácil aunque discriminó mejor a los sujetos con rasgo latente alto. Los ítems que no discriminan y que tienen que ser revisados o eliminados son el 4, 5, 7 y 12 además de haber resultado muy fáciles. Se supuso que los índices de discriminación de los ítems no eran iguales y que la probabilidad para acertarlos al azar era bastante baja, pero no se podía descartar esta posibilidad del todo. Como no apareció ninguna señal de alerta para alguno de los ítems, el análisis consideró que tanto el diseño de las preguntas en lo que se refiere a redacción o a alternativas de respuesta estuvieron bien elaborados.

El análisis realizado a este instrumento concluye que el test está bien elaborado para medir mejor a aquellos alumnos que obtuvieron mayor conocimiento acerca del análisis combinatorio, o sea que el test mide a los sujetos competentes, mientras que disminuye su capacidad para los menos hábiles esto es, permite discriminar a quienes son más competentes después de un curso de Análisis Combinatorio, mientras que no es posible hacer inferencias sobre los que aprendieron menos o desaprendieron.

Para los cuestionarios aplicados en la Facultad de Ciencias las respuestas a los 21 reactivos de prueba fueron calificadas como correctas (capturando un 1) o como incorrectas (asignando un 0). Posteriormente para dar un puntaje definitivo se ponderaron las respuestas de acuerdo al grado de dificultad, al grado de discriminación y al porcentaje de azar que interviene para responder la pregunta correctamente, acumulando así los 21 reactivos el total de 100 puntos.

5.5 MÉTODO

Para el análisis de los datos se empleará la versión 11.0 del paquete estadístico SPSS y la versión 5.0 del paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS. La variable dependiente será la diferencia del puntaje entre postest y pretest, mientras que los factores serán la variable de tratamiento, el grupo al que pertenecen, tipo de carrera (Matemáticas – Biología) y el género de los estudiantes.

Se utilizará una prueba t de Student para muestras pareadas con el fin de determinar si existe una diferencia significativa entre las calificaciones del pretest y del postest, usando indistintamente los puntajes de todos los estudiantes que participaron en el estudio.

Una vez que se haya determinado si existe alguna diferencia significativa entre el puntaje del pretest y del postest se utilizará un análisis de varianza (ANOVA) para un Diseño Anidado o Jerárquico donde los grupos están anidados en las carreras, el género está anidado dentro de los grupos y el tratamiento (usaron o no el CD) está anidado dentro del género. El contraste se efectuará mediante el estadístico F , si el p-value asociado es menor que α se rechazará la hipótesis nula al nivel de significación α .

VI. ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

De acuerdo con los datos recolectados en el pretest, los estudiantes de escuelas secundarias y bachilleratos de tipo privado ingresan con un promedio ligeramente mayor a los alumnos que provienen de secundarias y bachilleratos de tipo público tal como lo muestra el Cuadro 7.

Cuadro 7. Promedio obtenido durante el bachillerato y la secundaria

**PROMEDIO OBTENIDO EN EL BACHILLERATO
DE ACUERDO AL TIPO DE ESCUELA DE PROCEDENCIA**

		Media	SD	Mediana	Max	Min	n
TIPO DE ESCUELA	PÚBLICA	8.55	0.65	8.50	9.90	7.00	96
	PRIVADA	8.90	0.70	9.00	10.00	7.20	32
	TOTAL	8.64	0.68	8.60	10.00	7.00	128

**PROMEDIO OBTENIDO EN LA SECUNDARIA
DE ACUERDO AL TIPO DE ESCUELA DE PROCEDENCIA**

		Media	SD	Mediana	Max	Min	n
TIPO DE ESCUELA	PÚBLICA	8.88	0.76	9.00	9.90	7.00	93
	PRIVADA	8.96	0.69	9.00	9.90	7.00	35
	TOTAL	8.90	0.74	9.00	9.90	7.00	128

En el Cuadro 8 puede observarse que la muestra incluía a 14 estudiantes inscritos en licenciaturas que no eligieron, simplemente se les asignó a tales carreras. Esta situación puede influir en su motivación y por lo tanto en su desempeño académico.

Cuadro 8. Licenciatura en la que esta inscrito

¿ESTÁ INCRITO EN LA CARRERA QUE ORIGINALMENTE QUERÍA ESTUDIAR?

			n	%
Sí			114	89%
No	¿Qué carrera quería estudiar?	Contaduría	1	1%
		Ingeniería	1	1%
		Médico Cirujano	2	2%
		Otra	10	8%
		TOTAL		128

Base porcentual por columna

Sólo un 4% de los estudiantes han tomado cursos de computación dentro de la Facultad de Ciencias, mientras que la mayoría tomaron clases en esta rama durante su estancia en el bachillerato (Cuadro 9).

Cuadro 9. Lugares donde ha tomado cursos de computación

¿HA TOMADO CURSOS DE COMPUTACIÓN EN... ?

		El bachillerato		Fac. de Ciencias		En el trabajo		Otro		Total			
		%										n	%
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No				
Carrera en la que está inscrito	Actuaría	70.0	30.0	5.0	95.0	10.0	90.0	35.0	65.0	40	100		
	Biología	77.9	22.1	4.4	95.6	7.4	92.6	30.9	69.1	68	100		
	Ciencias de la computación	50.0	50.0		100.0		100.0	16.7	83.3	6	100		
	Matemáticas	50.0	50.0		100.0	14.3	85.7	21.4	78.6	14	100		
	Total	71.1	28.9	3.9	96.1	8.6	91.4	30.5	69.5	128	100		

Base porcentual por renglón

El 80% de los estudiantes que sí han tomado cursos de computación han asistido a clases de procesador de texto, lo cual corrobora que aproximadamente el 66% de los alumnos conoce Word y lo emplean para realizar trabajos en algunas materias.

En este aspecto una buena parte de los alumnos de nuevo ingreso a la Facultad de Ciencias comienzan la licenciatura con una relativa familiaridad ante la computadora y los programas computacionales, lo cual debería influenciar positivamente el empleo de herramientas auxiliares en el proceso de aprendizaje como los multimedia.

Cuadro 10. Temática de los cursos de Computación

¿DE QUE HAN SIDO ESOS CURSOS DE COMPUTACIÓN?		
ALUMNOS QUE SÍ HAN TOMADO CURSOS	n	%
Curso de procesador de texto	84	80%
Curso de hoja de cálculo	74	70%
Curso de windows	83	79%
Curso de programación	42	40%
Curso de paquetes gráficos	30	29%
Curso de Internet	49	47%
Otros	42	40%
Total	105	100%

Base porcentual por columna

De acuerdo con los datos recolectados el 54.7% de los participantes pertenecen a la clase social de menores ingresos (Cuadro 11), este status socioeconómico puede influir en una actitud negativa ante el empleo de tecnología en la educación debido a que disminuye la probabilidad de contar con una computadora y la frecuencia con que se utilizan programas y otras herramientas computacionales, lo que incrementa el temor o desconfianza para emplear este tipo de tecnología.

Cuadro 11. Información sociodemográfica

NIVEL SOCIOECONÓMICO	n	%
Menores ingresos	70	54.7
Clase media baja normal	40	31.3
Clase media alta	16	12.5
Mayores ingresos	2	1.6
TOTAL	128	100.0

Base porcentual por columna

Los estudiantes de Biología a diferencia de las otras licenciaturas, utilizan con mayor frecuencia la computadora durante el primer semestre, ya que cuentan con materias donde es más probable que les den instrucciones precisas para realizar consultas en la Web o para emplear programas computacionales especializados en su área (Cuadro 12). Sólo un alumno afirmó emplear la computadora 50 horas a la semana, indicando también que cuenta con esta herramienta en casa.

Cuadro 12. Tiempo a la semana durante el cual emplean la computadora

¿APROXIMADAMENTE CUÁNTAS HORAS SEMANALES USA COMPUTADORA?						
	Media	SD	Mediana	Máx	Mín	Total
Carrera						
Actuaría	8	8	6	40	0	40
Biología	9	10	6	50	0	68
Ciencias de la computación	7	3	8	10	2	6
Matemáticas	5	3	5	11	0	14
Total	8	9	6	50	0	128

El número de estudiantes correspondiente a cada uno de los tratamientos —usaron o no el CD ROM— está más o menos balanceado de acuerdo con el Cuadro 13.

Al finalizar el experimento el 41% del total de los participantes habían usado el CD ROM multimedios de Análisis Combinatorio Básico, sin embargo no se cuenta con la información precisa de cuánto tiempo lo emplearon. Algunos comentaron que sólo lo usaron una hora, mientras que otros estudiantes mencionaron que le dedicaron entre 4 y 7 horas durante la semana de prueba.

Cuadro 13. Proporción de estudiantes de acuerdo con el tratamiento

¿USARON EL CD DE ANALISIS COMBINATORIO?					
		No	Sí	Total	
		%	%	n	%
Grupo	A	7.9	19.2	16	12.5
	B	14.5	9.6	16	12.5
	C	15.8	3.8	14	10.9
	D	11.8	11.5	15	11.7
	E	6.6	32.7	22	17.2
	F	14.5	5.8	14	10.9
	G	17.1	7.7	17	13.3
	H	11.8	9.6	14	10.9
	Total	100	100	128	100

Base porcentual por columna

El empleo del CD ROM dependió en parte de la estimulación que el profesor diera a los estudiantes para usarlo y por otro lado, si el estudiante tenía demasiadas ocupaciones no usaba el CD ya que la ocupación de este material no era obligatoria.

Sólo en el grupo E de Biología el profesor tomó en cuenta el puntaje obtenido en el postest para la calificación general del curso, lo que obligó a los estudiantes a utilizar el CD y agregó una variable más al diseño del experimento, la variable "presión" que en este caso propició un mejor desempeño, ya que presentaron los puntajes más altos de todos los grupos. De hecho el 32% de alumnos del grupo E utilizó el CD multimedios de Análisis Combinatorio para estudiar. Por lo tanto el grupo experimental quedó conformado por el 44% (de un total de 68) de los estudiantes participantes de Biología y por el 37% (de un total de 60) de alumnos de las restantes carreras.

Cuadro 14. Proporción de género de acuerdo al tratamiento

El número de estudiantes por tratamiento de acuerdo con el género de los estudiantes está relativamente equilibrado, 44% son hombres y 56% son mujeres (Cuadro 14).

¿USARON EL CD MULTIMEDIOS?					
		No	%	Sí	%
Género	Hombre	41	54%	23	44%
	Mujer	35	46%	29	56%
Total		76	100%	52	100%

Los Cuadros 15A y 15B muestran comentarios dados por estudiantes que sí estudiaron con el material educativo empleado en este experimento. Con base en estos comentarios puede observarse que la percepción por parte de los estudiantes es mayoritariamente positiva. Tal aceptación como auxiliar en el proceso de aprendizaje puede deberse a la novedad del material, ya que un gran número de los alumnos sólo conocían hasta el momento materiales educativos convencionales como notas y libros de texto. Este experimento les dio la oportunidad de conocer un material educativo innovador poco empleado en este país.

Cuadro 15A Percepción de los estudiantes acerca del CD ROM Multimedia

OPINIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL SOBRE EL MATERIAL EDUCATIVO (continúa...)

		n	%
La pantalla inicial me pareció:	Con los elementos necesarios y de clara utilización	38	73.1
	Adecuada pero poco estética	12	23.1
	Otro	2	3.8
Total		52	100.0
Los botones son:	Claros en cuanto a su uso	39	75.0
	Confusos en cuanto a su uso	4	7.7
	Agradables, pero poco claros en cuanto su uso	3	5.8
	Poco estéticos, pero claros en cuanto a su uso	4	7.7
	Otro	2	3.8
Total		52	100.0
Navegación por el contenido del multimedia fue:	Difícil y confusa	1	1.9
	Clara y fácil	27	51.9
	En ocasiones complicada	14	26.9
	Sin problemas	8	15.4
	Otra	2	3.8
Total		52	100.0

Cuadro 15B Percepción de los estudiantes acerca del CD ROM Multimedia

OPINIÓN DEL GRUPO EXPERIMENTAL SOBRE EL MATERIAL EDUCATIVO

		n	%
Los sonidos de apoyo son:	Agradables	20	38.5
	Desagradables	3	5.8
	Provocan distracción	5	9.6
	Ayudan en el aprendizaje	8	15.4
	Otro	16	30.8
Total		52	100.0
Los textos de los comentarios son:	Claros y de tamaño adecuado	31	59.6
	Confusos y muy largos	5	9.6
	Difíciles de leer en pantalla	1	1.9
	Fáciles de leer en pantalla	11	21.2
	Otro	4	7.7
Total		52	100.0
Los ejercicios me parecieron:	Claros y adecuados al contenido presentado	26	50.0
	Difíciles y complicados	3	5.8
	Un apoyo para aprender	16	30.8
	Desagradables	1	1.9
	Otro	6	11.5
Total		52	100.0
Orden en que se presenta el material me parece:	Adecuado, lleva paso a paso	46	88.5
	Desordenado, me confundió a veces	4	7.7
	Otro	2	3.8
Total		52	100.0
Secuencias que se presentan al cometer error son:	Muy adecuadas al aclararme dudas	20	38.5
	No me ayudaron	4	7.7
	Muy largas y cansadas	4	7.7
	Repetitivas y tediosas	3	5.8
	Repetitivas pero de gran ayuda	15	28.8
	Otro	6	11.5
Total		52	100.0
En general, este multimedia:	Si me sirvió para aprender	23	44.2
	Me ayudó un poco a aprender	22	42.3
	No me ayudó a aprender	1	1.9
	Otro	6	11.5
Total		52	100.0
En general, creo que un multimedia:	Puede ser excelente auxiliar para aprender	22	42.3
	Puede ser buen auxiliar para aprender	27	51.9
	Tal vez sirva o tal vez no para aprender	3	5.8
Total		52	100.0

6.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Prueba t de Student para muestras pareadas entre pretest y postest

En primera instancia el Cuadro 16 muestra que el puntaje promedio obtenido en el postest es mayor al obtenido en el pretest. Interesa saber si esta diferencia es estadísticamente significativa o sólo es resultado de la muestra en cuestión.

Cuadro 16. Estadísticos descriptivos del puntaje obtenido en el pretest y postest

		Paired Samples Statistics			
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Puntaje Postest	48.74	128	20.79	1.84
	Puntaje Pretest	30.99	128	20.08	1.77

De acuerdo con la prueba t de Student existe una diferencia altamente significativa entre las calificaciones del postest y del pretest ($p\text{-value}=0.000 < 0.01$) considerando todos los estudiantes que participaron en el estudio. La magnitud de este incremento de conocimientos en el tema fue de 18 puntos promedio (Cuadro 17).

Cuadro 17. Prueba t de Student para muestras pareadas

Paired Samples Test	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1	Puntaje Postest menos Puntaje Pretest	17.7556	20.0501	1.7722	14.2488	21.2625	10.019	127	0.000

De alguna manera el pretest preparó a los estudiantes para resolver el postest, además la mayor parte de ellos empezaban a ver el tema en clase cuando contestaron el primer cuestionario. Por lo tanto se puede hablar de un incremento de conocimientos en el tema de Análisis Combinatorio al finalizar el experimento.

Con base en los análisis exploratorios (Cuadro 18) la diferencia o bien, el incremento en el puntaje (puntaje postest menos el puntaje pretest) conserva una distribución normal dentro del grupo control y dentro del grupo experimental, dentro de cada género y dentro de las carreras Matemáticas y Biología, donde Matemáticas incluye Actuaría, Ciencias de la Computación y Matemáticas.

Cuadro 18. Pruebas de normalidad para la variable diferencia (postest- pretest)

Tests of Normality		Kolmogorov-Smirnov ^a		
Carrera		Statistic	df	Sig.
Diferencia (Postest-Pretest)	Biología	0.083	68	0.200 *
	Matemáticas	0.088	60	0.200 *

* This is a lower bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality		Kolmogorov-Smirnov ^a		
Género		Statistic	df	Sig.
Diferencia (Postest-Pretest)	Hombre	0.058	64	0.200 *
	Mujer	0.094	64	0.200 *

* This is a lower bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality		Kolmogorov-Smirnov ^a		
Usaron el CD		Statistic	df	Sig.
Diferencia (Postest-Pretest)	No	0.061	76	0.200 *
	Sí	0.079	52	0.200 *

* This is a lower bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) ANIDADO DE CUATRO FACTORES

La hipótesis nula que se desea contrastar es que el incremento en el puntaje es independiente del factor "tratamiento", del factor "género", del factor "grupo" y del factor "carrera". Se rechazará la hipótesis nula al nivel de significación 0.05.

Se decidió emplear el modelo anidado debido a que permite identificar las fuentes de variabilidad parciales más importantes. Por otra parte se trata de un modelo desbalanceado debido a que cada casilla del modelo no contiene el mismo número de casos. El Cuadro 19 muestra como se acomodaron los factores y sus niveles dentro del modelo empleado.

La prueba de homogeneidad de varianzas (Cuadro 20) contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos definidos por la anidación de los factores.

En este análisis la prueba de hipótesis no rechaza la homocedasticidad de varianzas ($p\text{-value}=0.716>0.05$) por lo tanto el modelo cumple satisfactoriamente este supuesto.

Cuadro 19. Modelo anidado

CARRERA	GRUPO	GENERO	TRATAMIENTO	Diferencia (Postest-Pretest)	
				Mean	SD
Matemáticas	1	Hombre	No usaron CD	22.13	20.56
			Sí usaron CD	29.03	20.50
		Mujer	No usaron CD	14.65	.
			Sí usaron CD	34.14	5.16
	2	Hombre	No usaron CD	- 1.68	21.26
			Sí usaron CD	6.20	10.97
		Mujer	No usaron CD	7.39	5.90
			Sí usaron CD	15.74	11.61
	3	Hombre	No usaron CD	12.28	22.94
			Sí usaron CD	36.32	.
		Mujer	No usaron CD	14.21	3.79
			Sí usaron CD	0.68	.
8	Hombre	No usaron CD	- 2.18	14.62	
		Sí usaron CD	11.85	12.89	
	Mujer	No usaron CD	9.79	16.42	
		Sí usaron CD	16.78	.	
Biología	4	Hombre	No usaron CD	2.34	19.82
			Sí usaron CD	6.21	.
		Mujer	No usaron CD	14.21	11.13
			Sí usaron CD	23.39	24.53
	5	Hombre	No usaron CD	29.98	3.00
			Sí usaron CD	21.11	9.95
		Mujer	No usaron CD	19.36	7.56
			Sí usaron CD	43.59	25.72
	6	Hombre	No usaron CD	- 2.56	4.63
			Sí usaron CD	3.41	25.32
		Mujer	No usaron CD	7.73	11.95
			Sí usaron CD	- 13.26	.
7	Hombre	No usaron CD	30.57	14.35	
		Sí usaron CD	31.32	17.29	
	Mujer	No usaron CD	28.75	14.48	
		Sí usaron CD	19.77	.	

Cuadro 20. Prueba de Homocedasticidad

Univariate Homogeneity of Variance Tests	
7 Cells contain only one observation, Barlett-Box test cannot be performed. These cells are omitted from the Cochran test.	
Variable... DIFERENC	Diferencia (Postest-Pretest)
Cochrans C(4,25) = .10560	P = 0.716 (approx.)

La Figura 8 expone del lado izquierdo la gráfica de probabilidad normal. Si la muestra procediera de una población normal los puntos del gráfico deberían estar sobre la recta que pasa por el origen con pendiente igual a uno, lo que corrobora la normalidad de la variable dependiente (diferencia). Mientras que del lado derecho se observa que los residuales del modelo también se distribuyen normalmente.

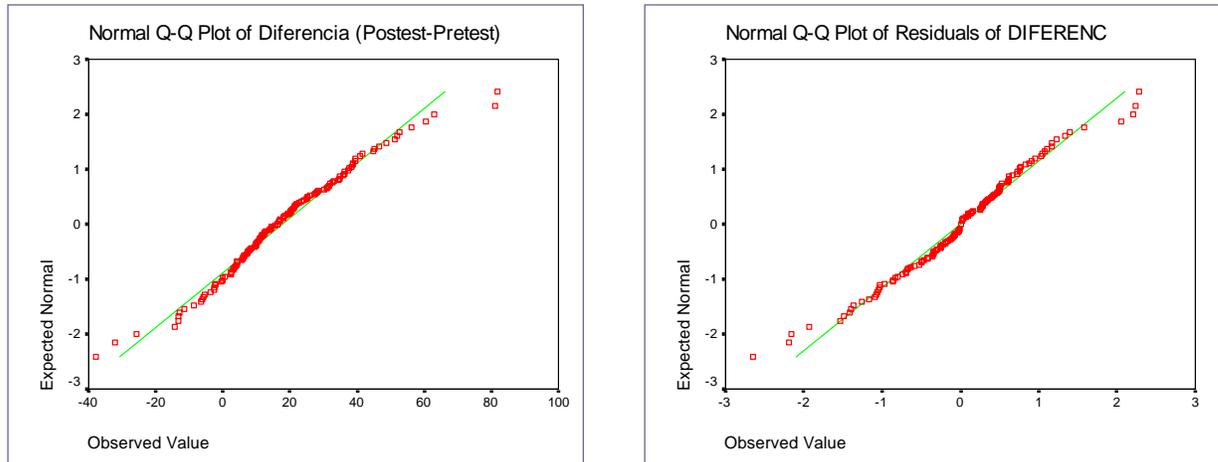


FIGURA 8. Gráficas de probabilidad normal para la variable Diferencia y para los Residuales

El siguiente análisis se realizó con STATGRAPHICS PLUS V. 5.0.

En este análisis de varianza (Cuadro 21) se observa que el modelo ajustado (Model) entre la diferencia del postest y el pretest con cuatro predictores: tratamiento, grupo, carrera y género tiene un p-value de 0.000, por lo que existe una relación altamente significativa entre la variable dependiente y sus variables explicativas.

Cuadro 21. Modelo Anidado de cuatro factores fijos

General Linear Models					
Number of dependent variables: 1					
Number of categorical factors: 4					
Number of quantitative factors: 0					
Analysis of Variance for Diferencia Post Pret					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1107.17	17	65.1277	5.78	0.0000
Residual	1239.09	110	11.2645		
Total (Corr.)	2346.26	127			

Para la variable respuesta "diferencia entre las calificaciones del postest y del pretest", la prueba muestra que existe una diferencia significativa entre las carreras ($p\text{-value}=0.0102$) y entre los grupos ($p\text{-value}=0.0000$), pero no existe diferencia entre género ($p\text{-value}=0.3237$) ni entre tratamiento (con o sin CD) ($p\text{-value}=0.0918$), por lo que es factible eliminar la variable explicativa género del modelo (Cuadro 22).

Cuadro 22. Modelo Anidado de cuatro factores fijos

Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Carrera	76.9827	1	76.9827	6.83	0.0102
Grupo(Carrera)	519.183	6	86.5304	7.68	0.0000
Género(Grupo)	105.439	8	13.1799	1.17	0.3237
Usaron CD(Género)	54.9782	2	27.4891	2.44	0.0918
Residual	1239.09	110	11.2645		
Total (corrected)	2346.26	127			

En el Cuadro 23 la R-cuadrada indica que el modelo ajustado explica el 47.2% de la variabilidad en la diferencia del postest y el pretest. La R-cuadrada ajustada que es la más indicada para comparar el modelo con las diferentes variables explicativas muestra que el modelo ajustado explica sólo el 39.0% de la variabilidad.

Cuadro 23. Ajuste del modelo empleado

Variance Components	
Source	Estimate
Residual	11.2645
R-Squared =	47.1886 percent
R-Squared (adjusted for d.f.) =	39.0269 percent
Standard Error of Est. =	3.35626
Mean absolute error =	2.4819 (P=0.4080)
Durbin-Watson statistic =	1.95863

El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba la independencia de los residuos, como p-value = 0.4080 puede decirse que no existe autocorrelación de los residuos y por lo tanto son independientes.

La Figura 9 muestra claramente que existe una diferencia significativa entre las carreras, siendo la carrera 2 (Biología) la que obtuvo un mayor incremento en las puntuaciones.

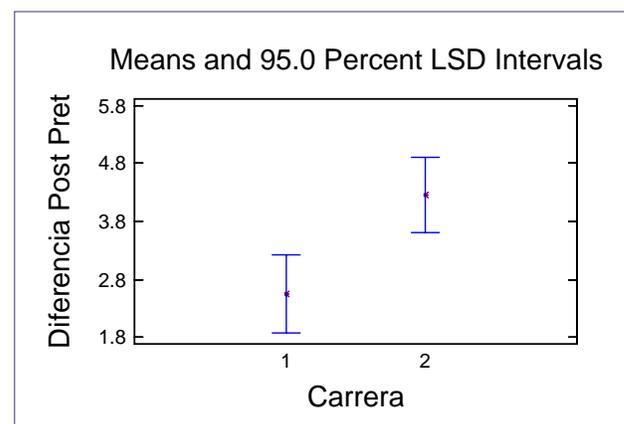


FIGURA 9. Gráfica de medias por carrera

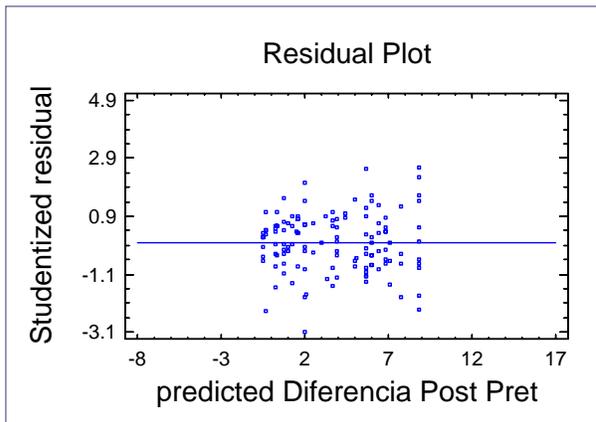


FIGURA 10. Gráfica de residuos

La gráfica de residuos muestra que algunos de los residuales son grandes, pero su distribución es aleatoria, por lo que no hay razón para sospechar que no se cumplen los supuestos del modelo.

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) ANIDADO DE TRES FACTORES, QUITANDO LA VARIABLE GÉNERO

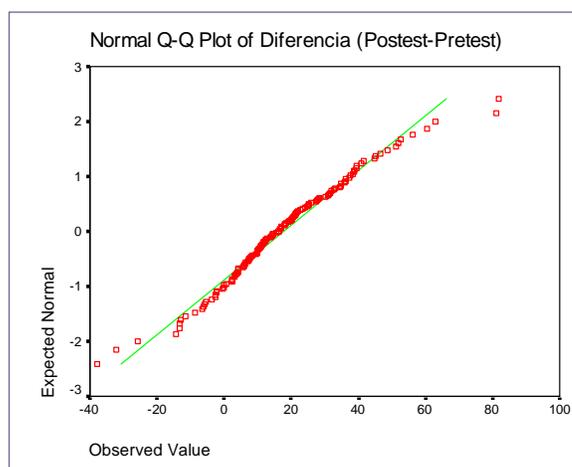
La prueba de homogeneidad de varianzas (Cuadro 24) no rechaza el supuesto de homocedasticidad ya que $p\text{-value} = 0.716 > 0.05$.

Cuadro 24. Prueba de homocedasticidad (con tres factores)

Univariate Homogeneity of Variance Tests		
7 Cells contain only one observation, Barlett-Box test cannot be performed. These cells are omitted from the Cochran test.		
Variable ..	DIFERENC	Diferencia (Postest-Pretest)
Cochrans	$C(4,25) = .10560$	$P = .716$ (approx.)

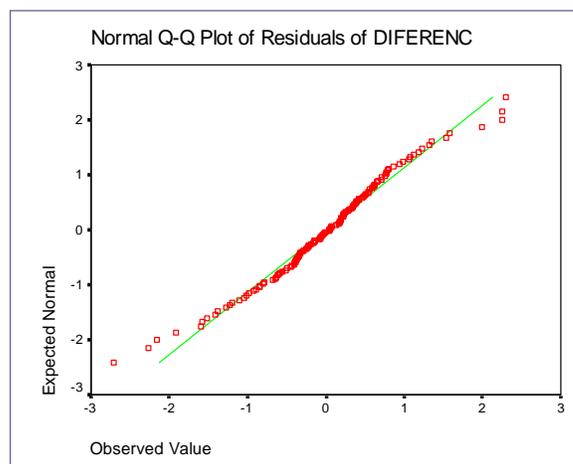
La Figura 11 muestra la gráfica de probabilidad normal. Si la muestra procediera de una población normal los puntos de la gráfica deberían estar sobre la recta que pasa por el origen con pendiente igual a uno, lo que corrobora la normalidad de la variable respuesta (diferencia).

FIGURA 11. Gráfica de probabilidad normal para la variable Diferencia



Mientras tanto la Figura 12 muestra que los Residuales del modelo también se distribuyen normalmente.

FIGURA 12. Gráfica de probabilidad normal para los residuales



Para este análisis de varianza el modelo ajustado (Model) entre la diferencia del postest y el pretest con los tres predictores: tratamiento, grupo y carrera, el estadístico de prueba tiene un $p\text{-value} = 0.000$, por lo tanto existe una relación altamente significativa entre la variable dependiente y sus variables explicativas (Cuadro 25).

Cuadro 25. Análisis de Varianza con tres factores

General Linear Models					
Number of dependent variables: 1					
Number of categorical factors: 3					
Number of quantitative factors: 0					
Analysis of Variance for Diferencia Post Pret					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1026.54	15	68.4358	5.81	0.0000
Residual	1319.73	112	11.7833		
Total (Corr.)	2346.26	127			

Cuadro 26. Análisis de Varianza con tres predictores

Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Carrera	81.9886	1	81.9886	6.96	0.0095
Grupo(Carrera)	456.643	6	76.1071	6.46	0.0000
Usaron CD(Grupo)	96.2498	8	12.0312	1.02	0.4245
Residual	1319.73	112	11.7833		
Total (corrected)	2346.26	127			

Para la variable respuesta “diferencia entre las calificaciones del postest y el pretest”, el análisis (Cuadro 26) muestra que existe una diferencia significativa entre las carreras ($p\text{-value}=0.0095$) y entre los grupos ($p\text{-value}=0.0000$), pero no existe diferencia entre tratamiento (con o sin CD) ya que $p\text{-value}=0.4245$.

El Cuadro 27 indica que el modelo ajustado explica el 43.7% de la variabilidad en la diferencia del postest y del pretest. La R-cuadrada ajustada que es la más indicada para comparar el modelo con las diferentes variables explicativas, muestra que esta variabilidad es del 36.2%.

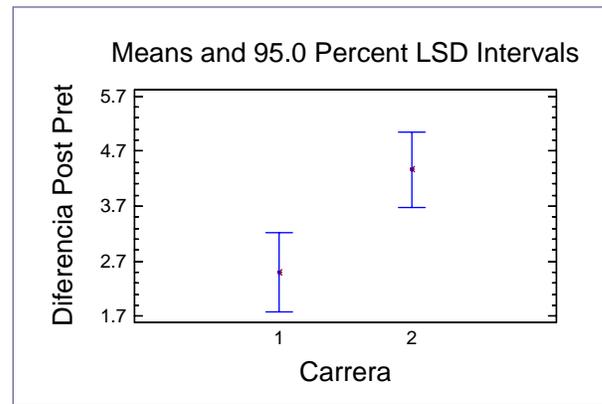
El estadístico Durbin-Watson (DW) comprueba la independencia de los residuos, ya que $p\text{-value}=0.4207$, por lo tanto no existe autocorrelación de los residuos y son independientes.

Cuadro 27. Ajuste del modelo

Variance Components	
Source	Estimate
Residual	11.7833
R-Squared =	43.752 percent
R-Squared (adjusted for d.f.) =	36.2188 percent
Standard Error of Est. =	3.43268
Mean absolute error =	2.52315
Durbin-Watson statistic =	1.96442 (P=0.4207)

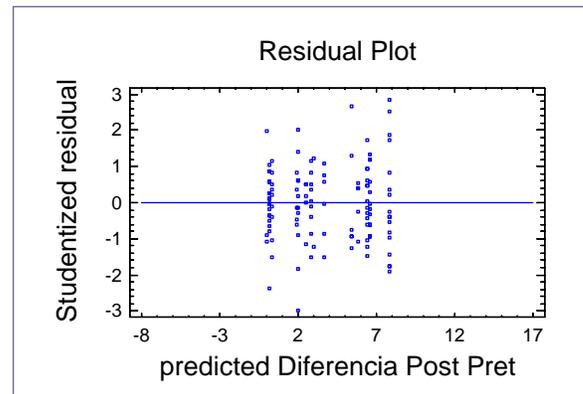
La Figura 13 muestra claramente que existe una diferencia significativa entre las carreras, siendo la carrera 2 (Biología) la que obtuvo un incremento más alto en las calificaciones comparativamente con las carreras del área de Matemáticas (Ciencias de la Computación, Actuaría y Matemáticas).

FIGURA 13. Gráfica de medias por carrera



La Figura 14 indica la presencia de algunos residuos de magnitudes grandes, pero su distribución es aleatoria por lo que no hay razón para sospechar que no se cumplen los supuestos del modelo.

FIGURA 14. Gráfica de residuos



En el Cuadro 28 se puede comprobar a través de los intervalos de confianza que para la carrera del área del matemáticas se dio un menor incremento de conocimientos (1.46862 , 3.51755), mientras que para la carrera de Biología el intervalo fue (3.40177 , 5.33133).

Los intervalos para los grupos 1,2,3, y 8 de la carrera 1 (Matemáticas) tienen extremos (3.30221 , 6.81445); (- 0.816026 , 2.85239); (- 0.11817 , 5.0765) y (-0.48016 , 3.31349) respectivamente. Como no se interceptan existe diferencia entre ellos siendo el más bajo el grupo 2 y el más alto el grupo 1.

Para la carrera 2 (Biología) entre los grupos 4, 5, 6 y 7 también existen diferencias muy marcadas (2.33267 , 5.91733), (5.06696 , 8.52716), (-2.14683 , 2.2832) y (4.53153 , 8.42039), siendo el más alto el grupo 5 y el más bajo el grupo 6.

Como ya se dijo no existen diferencias significativas en función del tratamiento "usaron o no el CD".

CUADRO 28. Intervalos de confianza del 95% para todos los niveles de cada factor

Table of Least Squares Means for Diferencia Post Pret with 95.0 Percent Confidence Intervals						
Level	Count	Mean	Std. Error	Lower Limit	Upper Limit	
GRAND MEAN	128	3.42982	0.355117	2.7262	4.13344	
Carrera						
1	60	2.49309	0.517046	1.46862	3.51755	
2	68	4.36655	0.486924	3.40177	5.33133	
Grupo within Carrera						
1	1	16	5.05833	0.886314	3.30221	6.81445
2	1	16	1.01818	0.925724	-0.816026	2.85239
3	1	14	2.47917	1.31088	-0.11817	5.0765
4	2	15	4.125	0.90459	2.33267	5.91733
5	2	22	6.79706	0.873182	5.06696	8.52716
6	2	14	0.0681818	1.11792	-2.14683	2.2832
7	2	17	6.47596	0.981354	4.53153	8.42039
8	1	14	1.41667	0.957328	-0.48016	3.31349
Usaron CD within Grupo						
0	1	6	2.03815	0.980182	0.0960435	3.98026
0	2	11	2.548	0.950123	0.665451	4.43055
0	3	12	2.90899	1.24002	0.452043	5.36593
0	4	9	2.13815	0.950514	0.254827	4.02148
0	5	5	2.43276	0.996256	0.458803	4.40672
0	6	11	3.498	1.09422	1.32994	5.66606
0	7	13	3.53078	0.980663	1.58772	5.47384
0	8	9	2.34649	0.988495	0.387906	4.30507
1	1	10	4.82149	0.928743	2.9813	6.66167
1	2	5	4.31164	1.03122	2.2684	6.35487
1	3	2	3.95065	1.46675	1.04447	6.85684
1	4	6	4.72149	0.992625	2.75472	6.68825
1	5	17	4.42688	0.885768	2.67184	6.18192
1	6	3	3.36164	1.24675	0.891358	5.83192
1	7	4	3.32886	1.10301	1.14338	5.51433
1	8	5	4.51315	1.05264	2.42748	6.59882

CUADRO 29. Residuales atípicos

Por otra parte los residuos atípicos son el 51, 71, 73, 77, 93 y 97 como se muestra en el Cuadro 29.

Unusual Residuals for Diferencia Post Pret				
Row	Y	Predicted Y	Residual	Studentized Residual
51	-7.5	1.95833	-9.45833	-2.98
71	17	7.79412	9.20588	2.85
73	16	7.79412	8.20588	2.52
77	8.5	1.95833	6.54167	2.02
93	13.5	5.41667	8.08333	2.65
97	-7.5	0.136364	-7.63636	-2.38

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en las pruebas estadísticas no se puede afirmar que el material educativo multimedia empleado en este estudio influyera de manera significativa sobre el incremento del puntaje (calificación postest menos la calificación pretest) de los participantes. Tampoco se tiene evidencia de que el género de los participantes tuviera algún efecto sobre el incremento de conocimientos acerca del tema en cuestión. Por lo tanto el incremento de conocimientos es independiente del tratamiento y del género de los alumnos.

Sin embargo entre los factores determinantes del incremento de conocimientos sí se puede considerar el grupo escolar al que pertenecían los estudiantes, lo que lleva a una variable fuera del alcance de este trabajo y que es el docente. A su vez influyó la variable "presión" que se añadió al experimento cuando un profesor de Matemáticas I consideró la puntuación del postest para la calificación final de la materia, interviniendo así para que mejorara el rendimiento de sus alumnos (Grupo 5). La otra variable que influyó en el incremento del puntaje fue la carrera, en particular los estudiantes de Biología presentaron un mayor incremento en sus conocimientos generales sobre el tema de Análisis Combinatorio.

Se sospecha que en una parte de los alumnos del curso de Álgebra Superior I se dio un pseudo-aprendizaje, donde no aprendieron el tema propiamente sino que identificaron patrones para contestar el postest, es decir recordaron el orden de las preguntas desde el pretest. Por esto se recomienda que al aplicar el postest en una réplica se cambie el orden de los ítems para eliminar este sesgo.

En este tipo de estudio el seguimiento es prácticamente imposible, se trata de un problema de tipo demográfico ya que la población no permanece constante a través del tiempo debido a las deserciones de estudiantes, ya sea de la materia o de la carrera, entre otras causas que impedirían el seguimiento a un grupo seleccionado.

Se corre el riesgo de que los estudiantes se enfoquen de manera exclusiva al material contenido en el CD y que no busquen otras alternativas como los libros, por lo cual es necesario aclarar que el CD ROM multimedios debe emplearse como un material de apoyo agregado a las clases del profesor, apuntes y libros.

Es común encontrar alumnos que no están habituados al uso de la computadora y el empleo de un CD-ROM multimedios adecuadamente diseñado podría ser una buena introducción al empleo de la computadora, ya que puede propiciar confianza en los usuarios disminuyendo su temor de una manera amigable y motivante. No se trata de aprender computación, sino de enfocarse en el uso de ella como herramienta para apoyar la formación de conceptos y para cubrir algunas deficiencias académicas con las que llegan los alumnos a la universidad.

Queda como sugerencia la creación de este tipo de material educativo auxiliar empleando tecnología de punta, o a partir de esta plataforma crear un material con ejercicios más avanzados y elaborados, destinado a aquellos alumnos que quieran ejercitarse más en el tema.

Un multimedios puede llegar a ser más divertido que un libro, sobre todo cuando se trata de temas donde el conocimiento de tipo procedimental es importante como en Matemáticas. Cuando se trata de cursos básicos cuya finalidad es homogeneizar el conocimiento base de todos los estudiantes, no hay algo mejor que mostrar aplicaciones —enfocadas a los intereses de los estudiantes— y a los diversos procedimientos empleados; en este aspecto un multimedios puede ayudar a que los estudiantes aprendan y repacen practicando, lo que a su vez les permitirá comprender el razonamiento teórico implícito, por lo que serían de mayor utilidad durante los primeros semestres donde requieren obtener el dominio de diversos temas fundamentales así como conocer su operatividad principalmente.

Como su utilidad radica en ser una herramienta para ejercitarse, debería enfocarse en las aplicaciones de temas cuya parte teórica se enseña en clases, por lo que se recomienda promover la creación de este tipo de material educativo para temas como Cálculo Integral y Diferencial (mencionado frecuentemente en las entrevistas realizadas a estudiantes) con el objetivo de desarrollar la habilidad operativa o al menos para cubrir ciertos temas donde se expliquen a detalle algunos de los conocimientos clave que no pueden ser vistos en clase por la amplitud del temario.

Los multimedia adecuadamente diseñados y elaborados facilitan un aprendizaje significativo y un diálogo necesario para la construcción del conocimiento mediante la secuenciación y dosificación de los contenidos. Conducen a la interacción, permiten a los usuarios adquirir el conocimiento a su propia velocidad y según sus propias necesidades, al mismo tiempo que pueden evaluar su desempeño en forma continua.

En América Latina no son suficientes los equipos humanos de producción de multimedia capaces de crear materiales verdaderamente educativos, que rebasen el nivel de simple entretenimiento y que sean adecuados a la idiosincrasia de cada país, por lo que es conveniente capacitar a los docentes en el conocimiento y realización de materiales didácticos modernos, fáciles de actualizar y que resulten atractivos para los estudiantes. Para ello se recomienda contar con ejemplos y problemas específicos relacionados con los intereses de los alumnos de las diversas licenciaturas o bien, contar con una guía de ejemplos y problemas que complementen el tema. Tales ejercicios podrían tomarse como plataforma para la base de conocimiento de un multimedia y contar así con una buena gama de ejemplos con distintos grados de complejidad.

Aunque en general sí se estimula la elaboración de material didáctico de alta calidad como los libros, problemarios, bancos de ejemplos y ejercicios, faltan incentivos para generar programas interactivos para computadora. De esta manera se estimularía a los alumnos a que aprendan a aprender, para que sean ellos promotores de su propio conocimiento y que exploren los diferentes medios que están a su alcance.

Por otra parte en esta Facultad se requiere promover de manera más activa las publicaciones convencionales y electrónicas de los Institutos y de los departamentos académicos, difundir los conocimientos centrales y las nuevas aportaciones que día a día enriquecen esta disciplina. Poner a los egresados más en contacto y mantenerlos informados, no sólo de la evolución de su disciplina sino también de los cambios importantes en las otras para que se conozcan las aplicaciones de las Matemáticas y se pierda la noción de que sólo sirven para contar.

Otra necesidad apremiante es la disponibilidad de la biblioteca para los alumnos más días al año y más horas por día. Así mismo es importante que los libros de texto utilizados por los estudiantes, al igual que el material extraído de los libros de apoyo y referencia usados por el profesor sean compatibles con el nivel del curso.

VIII. ANEXOS

8.1 PRETEST DE ANÁLISIS COMBINATORIO

NOMBRE: _____

Núm. CD: _____

CORREO-e: _____

PRETEST PARA "ANÁLISIS COMBINATORIO"

Muchas gracias por participar en este estudio, que nos será muy útil para saber si ciertos materiales educativos son adecuados para utilizarlos aquí en nuestra universidad. Tus respuestas son importantes, por lo que te pedimos las medites bien. Por tu ayuda, de nuevo, muchas gracias

PRIMERA PARTE

- | | | | | |
|---|-------------------|-----|----------------------------|----------------------|
| 1.-Edad: | | | V1 | <input type="text"/> |
| 2.- Sexo: | Hombre | (1) | V2 | |
| | Mujer | (2) | | |
| 3. Escuela en que cursaste el bachillerato: | | | V3 | |
| | Pública | (1) | | |
| | Privada | (2) | | |
| 4. Promedio de calificaciones en bachillerato: | | | V4 | |
| 5. Escuela en que cursaste la secundaria: | | | V5 | |
| | Pública | (1) | | |
| | Privada | (2) | | |
| 6. Promedio de calificaciones en secundaria: | | | V6 | |
| 7. Carrera en que estás inscrito (a): | | | V7 | |
| | ACTUARÍA | (1) | CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN | (3) |
| | BIOLOGÍA | (2) | MATEMÁTICAS | (4) |
| 8. ¿Es la carrera que originalmente querías estudiar? | | | V8 | |
| | Sí | (1) | | |
| | No | (2) | | |
| En caso de respuesta afirmativa, pasa a la pregunta 10. | | | | |
| 9. ¿Cuál es la carrera que querías estudiar? | | | V9 | |
| | Administración | (1) | | |
| | Cirujano Dentista | (2) | | |
| | Contaduría | (3) | | |
| | Derecho | (4) | | |
| | Ingeniería | (5) | | |
| | ¿cuál? | | | |
| | Médico Cirujano | (6) | | |
| | Otra | (7) | | |
| | ¿cuál? | | | |
| | No aplica | (9) | | |
| 10. ¿Ya has tomado cursos de computación? | | | V10 | |
| | Sí | (1) | | |
| | No | (2) | | |
| 10-1. ¿Dónde has tomado cursos de computación? | | | | |
| | SÍ | NO | | |
| En el bachillerato | (1) | (2) | V11_1 | |
| En Facultad de Ciencias | (1) | (2) | V11_2 | |
| En el trabajo | (1) | (2) | V11_3 | |
| Otro | (1) | (2) | V11_4 | |

10-2. ¿De qué han sido esos cursos de computación?			
	SÍ	NO	
Procesador de texto	(1)	(2)	V12_1
Hoja de cálculo	(1)	(2)	V12_2
Windows	(1)	(2)	V12_3
Programación	(1)	(2)	V12_4
Paquetes gráficos	(1)	(2)	V12_5
Internet	(1)	(2)	V12_6
Otros	(1)	(2)	V12_7
11. ¿Tienes computadora en tu casa?			V13
	(1) Sí		
	(2) No		
12.- ¿Aproximadamente cuántas horas semanales pasas usando computadora?			V14
13. ¿En qué colonia vives?			
14.- Delegación en que vives:			V15
Arriba anota sólo el nombre de la delegación, sin usar el cuadro.			
15. ¿Cuál es el nivel máximo de estudios de tu papá?			V16
No estudió	(1)		
Primaria incompleta	(2)		
Primaria completa	(3)		
Secundaria incompleta	(4)		
Secundaria completa	(5)		
Comercio/carrera técnica	(6)		
Bach. incompleto o equivalente	(7)		
Bach. completo o equivalente	(8)		
Licenciatura incompleta	(9)		
Licenciatura completa	(10)		
Maestría	(11)		
Doctorado	(12)		
Otros	(13)		
NR	(99)		
16. ¿Cuál es la ocupación principal de tu papá?			V17
Comerciante establecido	(2)		
Comerciante vía pública	(3)		
Empleado gobierno	(5)		
Empleado iniciativa privada	(6)		
Empresario	(7)		
Estudiante	(8)		
Estudiante-trabajador	(9)		
Jubilado	(10)		
Relacionado con el campo	(11)		
Obrero	(12)		
Profesionista independiente	(13)		
Trabajador cuenta propia	(14)		
Desempleado	(15)		
Ninguna	(16)		
Otra	(17)		
NR	(99)		

17. ¿Cuál es el nivel máximo de estudios de tu mamá? V18

No estudió	(1)
Primaria incompleta	(2)
Primaria completa	(3)
Secundaria incompleta	(4)
Secundaria completa	(5)
Comercio/carrera técnica	(6)
Bach. incompleta o equiv.	(7)
Bach. completa o equiv.	(8)
Licenciatura incompleta	(9)
Licenciatura completa	(10)
Maestría	(11)
Doctorado	(12)
Otros	(13)
NR	(99)

18. ¿Cuál es la ocupación principal de tu mamá? V19

Ama de casa	(1)
Comerciante establecida	(2)
Comerciante vía pública	(3)
Empleada doméstica	(4)
Empleada gobierno	(5)
Empleada iniciativa privada	(6)
Empresaria	(7)
Estudiante	(8)
Estudiante-trabajadora	(9)
Jubilada	(10)
Relacionado con el campo	(11)
Obrera	(12)
Profesionista independiente	(13)
Trabajadora cuenta propia	(14)
Desempleada	(15)
Ninguna	(16)
Otra	(17)
NR	(99)

19. ¿Alguno de tus papás habla con fluidez algún idioma extranjero o lengua indígena? V20

Sí	(1)
No	(2)

En caso de respuesta negativa, pasa a la pregunta 20.

19-1. Anota cuál(es):

Cómo o por qué lo aprendió:

Cómo o por qué lo aprendió:

Cómo o por qué lo aprendió:

20. ¿Tú entiendes algún idioma extranjero? V21

Sí	(1)
No	(2)

En caso de respuesta negativa, pasa a la Segunda Parte.

20-1. Anota cuál(es) y el %:

%	Cómo o por qué lo aprendió:
%	Cómo o por qué lo aprendió:
%	Cómo o por qué lo aprendió:

--	--

¿De qué se ocupa el análisis combinatorio?

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

Calcula el valor de 4 factorial.

Calcula el valor de $\frac{10!}{8!}$

Calcula el valor de $\frac{3!}{4!}$

Indica cuál es la fórmula que se usa en el Principio Fundamental del Conteo.

¿De cuántas formas diferentes puede caer una moneda al arrojarla?

¿De cuántas formas diferentes pueden caer un dado y una moneda al arrojarlos en forma simultánea?

TACHA CUÁL ES LA OPCIÓN CORRECTA: Si se trata de calcular el número de formas en que se puede presentar el evento "ocurre A y ocurre B", el número de formas en que sucede A y el número de formas en que sucede B se deben:

- a) Sumar b) Multiplicar

TACHA CUÁL ES LA OPCIÓN CORRECTA: Si se trata de calcular el número de formas en que se puede presentar el evento "ocurre A u ocurre B", el número de formas en que sucede A o el número de formas en que sucede B se deben:

- a) Sumar b) Multiplicar

¿De cuántas formas diferentes pueden caer un dado o una moneda?

Si se tiene que elegir una de 4 diferentes preparatorias o 2 diferentes planteles del Colegio de Ciencias y Humanidades o 3 de los planteles de CONALEP, ¿cuántas opciones diferentes se tienen?

¿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?

Anota la fórmula para calcular las permutaciones de n elementos tomados todos a la vez.

Anota la fórmula para calcular las combinaciones de n elementos, tomados r de ellos cada vez.

¿Cuántas palabras (con o sin sentido) se pueden formar con las letras de la palabra formal?

Si las letras sí se pueden repetir.

Si las letras no se pueden repetir.

¿De cuántas formas diferentes se pueden estacionar en batería 5 automóviles?

En una promoción, una pizzería ofrece 12 ingredientes extra de entre los que se pueden elegir tres sin costo adicional.

¿Cuántas variaciones diferentes de pizza pueden disfrutar los clientes durante la promoción?

El código Morse utiliza signos denominados "rayas" y "puntos" para sus señales. ¿Cuántas señales diferentes de 5 elementos se pueden formar?

Las placas de los automóviles en el Distrito Federal tienen códigos formados por tres números seguidos por tres letras. Anota la fórmula para calcular cuántos números diferentes de placas se pueden formar, si ninguno puede empezar con cero.

8.2 POSTEST DE ANÁLISIS COMBINATORIO

NOMBRE: _____
CORREO-e: _____

Núm. CD: _____

V23
V24

POSTEST PARA "ANÁLISIS COMBINATORIO"

De nuevo, muchas gracias por participar en este estudio, que nos será muy útil para saber si ciertos materiales educativos son adecuados para utilizarlos aquí en nuestra universidad. Recuerda que tus respuestas son importantes, por lo que te pedimos las medites bien. Por tu ayuda, de nuevo, muchas gracias.

PRIMERA PARTE: CONOCIMIENTOS ACTUALES SOBRE ANÁLISIS COMBINATORIO

¿De qué se ocupa el análisis combinatorio?

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

Calcula el valor de 4 factoriales.

Calcula el valor de $\frac{10!}{8!}$

Calcula el valor de $\frac{3!}{4!}$

Indica cuál es la fórmula que se usa en el Principio Fundamental del Conteo.

¿De cuántas formas diferentes puede caer una moneda al arrojarla?

¿De cuántas formas diferentes pueden caer un dado y una moneda al arrojarlos en forma simultánea?

TACHA CUÁL ES LA OPCIÓN CORRECTA: Si se trata de calcular el número de formas en que se puede presentar el evento "ocurre A u ocurre B", el número de formas en que sucede A y el número de formas en que sucede B se deben:

a) Sumar b) Multiplicar

TACHA CUÁL ES LA OPCIÓN CORRECTA: Si se trata de calcular el número de formas en que se puede presentar el evento "ocurre A u ocurre B", el número de formas en que sucede A o el número de formas en que sucede B se deben:

a) Sumar b) Multiplicar

¿De cuántas formas diferentes pueden caer un dado o una moneda?

Si se tiene que elegir una de 4 diferentes preparatorias o 2 diferentes planteles del Colegio de Ciencias y Humanidades o 3 de los planteles de CONALEP, ¿cuántas opciones diferentes se tienen?

¿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?

Anota la fórmula para calcular las permutaciones de n elementos tomados todos a la vez.

Anota la fórmula para calcular las combinaciones de n elementos, tomados r de ellos cada vez.

¿Cuántas palabras (con o sin sentido) se pueden formar con las letras de la palabra formal?

Si las letras sí se pueden repetir.
Si las letras no se pueden repetir.

¿De cuántas formas diferentes se pueden estacionar en batería 5 automóviles?

En una promoción, una pizzería ofrece 12 ingredientes extra de entre los que se pueden elegir tres sin costo adicional.

¿Cuántas variaciones diferentes de pizza pueden disfrutar los clientes durante la promoción?

El código Morse utiliza signos denominados "rayas" y "puntos" para sus señales. ¿Cuántas señales diferentes de 5 elementos se pueden formar?

Las placas de los automóviles en el Distrito Federal tienen códigos formados por tres números seguidos por tres letras. Anota la fórmula para calcular cuántos números diferentes de placas se pueden formar, si ninguno puede empezar con cero.

SEGUNDA PARTE

Ahora, nos interesa saber tu opinión sobre el material educativo con que acabas de trabajar. Por tus respuestas, otra vez MUCHAS GRACIAS.

1. La pantalla inicial me pareció:	V25	<input type="text"/>
Con los elementos necesarios y de clara utilización	(1)	
Con demasiados elementos y difícil de entender	(2)	
Confusa	(3)	
Adecuada, pero poco estética	(4)	
No me agradó	(5)	
Otro	(6)	
2. Los botones son:	V26	<input type="text"/>
Claros en cuanto a su uso	(1)	
Confusos en cuanto a su uso	(2)	
Agradables, pero poco claros en cuanto a uso	(3)	
Poco estéticos, pero claros en cuanto a uso	(4)	
No me agradaron	(5)	
Otro	(6)	
3. La navegación o forma de moverse por el contenido del multimedia me pareció:	V27	<input type="text"/>
Difícil y confusa	(1)	
Clara y fácil	(2)	
En ocasiones complicada	(3)	
Sin problemas	(4)	
Otra	(5)	
4. Los sonidos de apoyo que se presentan al cometer errores o acertar son:	V28	<input type="text"/>
Agradables	(1)	
Desagradables	(2)	
Provocan distracción	(3)	
Ayudan en el aprendizaje	(4)	
Otro	(5)	
5. Los textos de los comentarios me parecieron:	V29	<input type="text"/>
Claros y de tamaño adecuado	(1)	
Confusos y muy largos	(2)	
Difíciles de leer en pantalla	(3)	
Fáciles de leer en pantalla	(4)	
Otro	(5)	

6. Los ejercicios me parecieron:		V30	<input type="text"/>
Claros y adecuados al contenido presentado	(1)		
Difíciles y complicados	(2)		
Confusos y sin relación con el contenido	(3)		
Un apoyo para aprender	(4)		
Desagradables	(5)		
Otro	(6)		
7. El orden en que se presenta el material me parece:		V31	<input type="text"/>
Adecuado, lleva paso a paso	(1)		
Desordenado, me confundió a veces	(2)		
Otro	(3)		
8. Las secuencias que se presentan al cometer un error me parecieron:		V32	<input type="text"/>
Muy adecuadas al aclararme dudas	(1)		
No me ayudaron	(2)		
Muy largas y cansadas	(3)		
Repetitivas y tediosas	(4)		
Repetitivas pero de gran ayuda	(5)		
Otro	(6)		
9. En general, este Multimedia:		V33	<input type="text"/>
Sí me sirvió para aprender	(1)		
Me ayudó un poco a aprender	(2)		
No me ayudó a aprender	(3)		
Otro	(4)		
10. En general, creo que un Multimedia:		V34	<input type="text"/>
Puede ser un excelente auxiliar para aprender	(1)		
Puede ser un buen auxiliar para aprender	(2)		
Tal vez sirva o tal vez no para aprender	(3)		
Ayuda muy poco en el aprendizaje	(4)		
No ayuda nada en el aprendizaje	(5)		
11. Anota cualquier comentario que tengas sobre estas sesiones en que acabas de participar y sobre el material que usaste.			

IX. GLOSARIO

Asimilación.	Es la respuesta al ambiente físico de acuerdo con las estructuras cognoscitivas.
Atención.	Es la concentración y enfoque de la actividad mental. Su propósito es impedir la sobrecarga.
CD-ROM.	Disco compacto sólo de lectura para almacenamiento, un pequeño disco óptico capaz de guardar y reproducir datos digitales.
Codificación.	Proceso mediante el cual se integra la nueva información en la memoria de trabajo con la información que ya se conoce.
Cognoscitivo.	El término cognoscitivo se deriva del latín cognoscere, que significa "conocer". El aspecto cognoscitivo de la teoría del aprendizaje aborda el problema de cómo adquiere la gente conocimiento de sí misma y de su ambiente y cómo utiliza este conocimiento para actuar en relación con su entorno.
Concepto.	Generalización sobre el contenido que da significado a hechos que de otra manera parecen no relacionarse e insignificantes. Inferencia basada en la observación de la recurrencia en un contexto de variabilidad, lo cual permite al individuo ordenar y organizar la experiencia.
Egocentrismo.	Incapacidad para ver las cosas desde el punto de vista de otra persona.
Empirismo.	Creencia filosófica de que la experiencia de los sentidos es la base de todo conocimiento.
Estímulo.	Un objeto o acontecimiento del ambiente definido (detectado) por nuestros sentidos.
Entrada.	Es la información entrante en un sistema de procesamiento de información.
Focalización.	Concentrarse en una sola dimensión del objeto e incapacidad para ver las otras dimensiones.
Hipertexto.	Se refiere a elementos de texto relacionados. Es una clasificación de programas que están conformados por Redes de archivos de texto relacionados a través de los cuales los usuarios navegan usando iconos o estrategias de búsqueda.
Hipermedios.	También conocido como hipermedia, es un acrónimo que combina las palabras Hipertexto y Multimedia; incluye relaciones entre elementos de cualquier tipo de medio (texto, imágenes, sonidos, animaciones, videos, etcétera). Es una clasificación de programas que están conformados por Redes de texto relacionado, graficas, archivos de audio y/o video a través de los cuales los usuarios navegan usando iconos o estrategias de búsqueda.

Interfaz.	También conocida como interface, proviene del idioma inglés Inter Face, entre caras, que señala su función como traductor de una orden entre la computadora y la aplicación a ejecutar. Permite traducir las instrucciones u ordenes generadas o recibidas por el computador en señales útiles para gobernar los distintos dispositivos, así como transformar aquellas provenientes de los sensores a señales digitales o análogas, que pueden ser entendidas por el procesador.
Memoria Sensorial.	También llamada almacén sensorial. Inicia cuando los receptores de los sentidos son activados.
Medios de Comunicación.	Todo instrumento y/o soporte que dirija información susceptible de ser codificada analógica y/o arbitrariamente.
Operación.	Acción cognoscitiva. Así como un esquema senso-motor se manifiesta en conducta declarada, una operación se manifiesta en conducta encubierta o en pensamiento. Una operación puede ser pensada como una acción interiorizada.
Percepción.	El proceso por el cual se determina el significado de lo que se siente.
Racionalismo.	Creencia filosófica que afirma que la mente debe volverse activamente involucrada delante del conocimiento que puede ser alcanzado.
Reversibilidad.	Una característica importante de las operaciones mentales que se refiere al proceso de revertir un pensamiento.
Recuperación.	Es el proceso de transferir información de la MLP a la MT para su uso. Puede mejorarse mediante el repaso.
Retroalimentación.	Información proporcionada por el resultado de acciones que se vuelven la base para más acciones.
Robótica.	Es una rama de la tecnología que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el hombre, de manera que "descarguen del trabajo al ser humano".
Salida.	Es la respuesta hecha por un sistema de procesamiento de información después de que la información ha sido procesada.
Sistema Experto.	Programa interactivo que resuelve problemas o hace recomendaciones basándose en la respuesta de los usuarios ante un conjunto de preguntas, en el conocimiento base y en un sistema de regla lógicas. El objetivo de estos sistemas es documentar y proporcionar un alto nivel de experiencia a los novatos.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, Catalina; Gallego J., Domingo; Money, Meter. (1997). Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora. ICE de la Universidad de Deusto. (3ª. Edición). Ediciones Mensajero. Bilbao, España. p. 17. Díaz Bordenave en. [2]
- Argudín, Yolanda y Luna, María. (1996). Las habilidades de lectura en la docencia universitaria. Una propuesta de enseñanza-aprendizaje. (1ª. Edición). Reflexiones Educativas DIDAC No.2. Universidad Iberoamericana. Centro de didáctica. México. p. 7. [6]
- Auzmendi, Elena. (1992). Las actitudes hacia la Matemática/Estadística en las Enseñanzas Medias y Universitaria. Características y Medición. (1ª. Edición). Ediciones Mensajero. España. p.9. [14]
- Ávila Stoner, Alicia. Revista Perfiles Educativos. "Los Profesores y sus representaciones sobre la reforma a las Matemáticas". (2001). Vol. XXIII. Núm. 93, p. 59-86. [19]
- Casella, George; Berger, Roger L. (2002). Statistical Inference. (2ª. Edición). Duxbury Thomson Learning. Duxbury Advanced Series. United States of America.
- Cárdenas, Humberto et al. (1995). Álgebra Superior. (2ª. Edición). Serie de Matemáticas Superior. Editorial Trillas. México, D.F.
- De Aguilera Gamoneda, Joaquín. (1975). Dimensión y Sistema de la Televisión Educativa. (1ª. Edición). Editorial Nacional (EN). Madrid España. [11]
- De la Peña, José Antonio. Universidad de México. "El Universo de las Matemáticas". Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México. Marzo-Abril 1999. Núm. 578-579. [18]
- Devore, Jay L. (2001). Probabilidad y Estadística para ingeniería y ciencias. (5ª. Edición). Thomson Learning. México.
- Ferrán, Magdalena. (2001). SPSS para Windows. Análisis estadístico. (3ª. Edición). McGraw Hill. Madrid, España. [33]
- Fournier García, María de Lourdes y González Ibarra, Juan de Dios. (2001). Del aprendizaje al metaaprendizaje. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. (1ª. Edición). Revista Mexicana de Pedagogía. México, D. F. p.63. [1]
- Gujarati, Damodar N. (2003). Econometría. (4ª. Edición). McGraw Hill Interamericana. México, D.F.
- Henson, Kenneth T. y Eller Ben F. (2000). Psicología educativa para la enseñanza eficaz. Traducción del libro Educational Psychology for Effective Teaching. Internacional Thomson Editores. México. p. 200. [5]
- Hergenbahn, B. R., Olson, Matthew H. (1997). [Una introducción a las teorías del aprendizaje]. An introduction to theories of learning. (5ª. Edición) Prentice Hall. New Jersey. United States of America. [3]
- Humanismo y Ciencia. Zacula, Frida et Lomán, María Isabel. "El CCH evalúa la comprensión de lectura de sus alumnos". Año 4. No. 14. UNAM, CCH Plantel Sur. [25]
- Informe final de la comisión de Matemáticas para evaluar las características del programa de Matemáticas que se imparte en el tronco divisional de Ciencias Sociales y Humanidades. Ariza, Edith et al. (2001). Unidad Xochimilco, Universidad Autónoma Metropolitana. México (UAM). Marzo 2001. [21]
- Kim, Jae-On; Mueller, Charles W. (1978). Introduction to Factor Analysis. What it is and how to do it. Sage Publications. The International Professional Publishers. United States of America.
- Kuehl, Robert O. (2001). Diseño de experimentos. Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. (2ª. Edición). Thomson Learning Editores. México, D.F. [34]
- La Investigación Educativa en los Ochenta, Perspectiva para los Noventa. Enseñanza y aprendizaje en las Matemáticas. Cuaderno No. 10. 2o. Congreso Nacional de Investigación Educativa. 1993. [23]
- Lohr, Sharon L. (2000). Muestreo: Diseño y análisis. Internacional Thomson Editores. México.

- Malhotra, Narres K. (2003). Investigación de mercados. Un enfoque práctico. (2ª. Edición). Prentice Hall. México.
- Marques, María José. (2004). Probabilidad y Estadística para Ciencias Químico Biológicas. (2ª. Edición). Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D.F. [31]
- Martín, Nacho B. (1998). Guía Visual de Multimedia. Edición Especial. Editorial Anaya. Madrid, España. p. 11. [13]
- Martínez Garza, Ángel. (1988). Diseños Experimentales, Métodos y Elementos de Teoría. Editorial Trillas. México, D.F.
- Matemáticas y Cultura. Boletín de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Departamento de Matemáticas Básicas. 23.10.2003. No. 213. [17]
- Mayer Richard E. (2002). [Psicología de la Educación. El Aprendizaje en las áreas de conocimiento]. The Promise of Educational Psychology. Learning in the content areas. (1a. Edición). Editorial Pearson Educación, S.A. Madrid, España. p.15. [15]
- Scheaffer, Richard L.; Mendenhall, William; Ott, Lyman. (1987). Elementos de Muestreo. (3a. Edición). Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- Montgomery, Douglas. C. (1984). Design and Analysis of Experiments. (2ª. Edition). John Wiley & Sons. N.Y. USA.
- Morales, Cesáreo; Knezek, Gerald; Christensen, Rhonda; Ávila, Patricia. (2000). Impacto de las Nuevas Tecnologías en la Enseñanza y el Aprendizaje. (1ª. Edición). Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE). México, D.F. [16]
- Muestra de reactivos empleados en la evaluación PISA 2000. Aptitudes para lectura, matemáticas y ciencias. Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes [Programme for International Student Assessment, PISA]. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (1ª. Edición). Editorial Santillana. 2002. [30]
- Newman, D. et al. (1991). La zona de construcción del conocimiento. Ediciones Renata. España. [8]
- Norusis, Marija J. (2000). SPSS 10.0 Guide to Data Analysis. Prentice Hall, Inc. New Jersey.
- Pérez Seguí, María Luisa. Combinatoria. (2ª Edición). Cuadernos de Olimpiadas Matemáticas. Instituto de Matemáticas. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, 2003.
- Pozo, Juan Ignacio. (1994). Teorías cognitivas del aprendizaje. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid. (3ª. Edición). Ediciones Morata. España. [7]
- Puente, Aníbal; Poggioli, Lisette; Navarro, Armando. (1989). Psicología cognoscitiva. Desarrollo y perspectivas. McGraw Hill. Caracas, Venezuela. p. 209. [32]
- Revista Ciencia y Desarrollo. Rugarcia, Armando. "¿Por qué no leen los estudiantes?". Mayo/Junio 1999. Vol. XXV Número 146. CONACYT, México. [22]
- Revista Política y Cultura. Matemáticas ante las Ciencias Sociales. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X). División de Ciencias y Humanidades, Departamento de Política y Cultura. Fournier, Lourdes; Rouquette, Jorge; Ariza, Edith. "Producción y prueba de materiales educativos por computadora". Verano 2000. No. 13. pp. 235-259. [28]
- Rincón Mejía, Hugo Alberto. Cuando cuentas cuántos... Colección temas de matemáticas para bachillerato. Instituto de Matemáticas. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, 2002.
- Saettler, Paul. (1990). [La evolución de la tecnología educacional en América]. The Evolution of American Educational Technology. (1ª. Edición). Libraries Unlimited. INC. Englewood, Colorado. United States of America. California State University. [12]

- Sanders, Betty. Calibración y evaluación de los ítems de la prueba de Análisis Combinatorio, utilizando la metodología de la Teoría de la Respuesta al Ítem. Universidad Anáhuac en colaboración con la Universidad Complutense de Madrid. Tesis para Doctorado en Educación: Diagnóstico, medida y evaluación de la intervención educativa. Tendencias actuales en la medición educativa. México D.F. Noviembre del 2000. [26]
- Semanario de la UAM. Suplemento Especial. No. 9. "Comisión de diseño de estrategias para mejorar el aprendizaje de las Matemáticas". 4 de Junio de 2001. [20]
- **SPSS Advanced Models 10.0. (1999). Handbook SPSS, Inc. United States of America.**
- Subsecretaria de educación superior e investigación científica. (1986). La educación en la Grecia clásica. Ideario pedagógico de Sócrates. Colección clásicos de la Pedagogía. Autor. México. [4]
- The effects of different combinations of Media in teaching Mathematics and Computing to Social Science students within a Mexican University (UAM-X). Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the Ph D degree of the University of London. Fournier, María de Lourdes. Institute of Education, University of London. 2003. (Tesis inédita). [29]
- Zaki Dib, Claudio. (1983). Tecnología de la educación y su aplicación al aprendizaje de la Física. Instituto de Física de la Universidad de Sao Paulo. (3ª. Edición). Cía. Editorial Continental S.A. de C.V. (CECSA). México. p. 1. [9]

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

1. <http://www.gwu.edu/%7etip/skinner.html>
2. <http://www.arts.unsw.edu.au/education/>
3. http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/itam/estudio/estudio10/sec_16.html
4. <http://www.dei.uc.edu.py/tai99/robotica/introduc.htm>
5. <http://www.eduteka.org/RoboticaPedagogica.php>
6. <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n15/n15art/art151.htm>
7. <http://www.monografias.com/trabajos/vr/vr.shtml>
8. <http://www.learnthenet.com/spanish/html/01birth.htm>
9. <http://www.eduteka.org/ediciones/herramienta17-7.htm>
10. http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/servicios/hemeroteca/reencuentro/24_14.html
11. <http://www.azc.uam.mx/cyad/viagrafica/proyecto/disenio/posgrado/>
12. <http://www.iup.edu/lec/PADE/selectproceed11.htm>
13. Enciclopedia Microsoft Encarta 2001
14. Asociación de Multimediaeros Universitarios <http://www.multimedia.org.mx/>
15. Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa <http://www.ilce.edu.mx/>
16. Laboratorio de Multimedia de DGSCA de la UNAM <http://www.multimedia.unam.mx>
17. Sistema Multimedia de Apoyo a la docencia <http://www.uamenlinea.uam.mx/>
18. Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia <http://www.distancia.unam.mx/>
19. Universidad Virtual ITESM <http://www.ruv.itesm.mx/>
20. Dirección de Educación Continua y a Distancia del IPN <http://www.decont.ipn.mx/>
21. Coordinación de Educación Continua y a Distancia UAM <http://xochitl.uam.mx/cecad/index.html>
22. Centro de la OCDE en México para América Latina <http://www.ocdemexico.org.mx/>