

12B  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

LOS PROGRAMAS DE ENSEÑANZA POR  
COMPUTADORA COMO APOYO AL PROCESO  
ENSEÑANZA - APRENDIZAJE EN BIOLOGIA:  
UNA PROPUESTA

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
JORGE ANTONIO MORENO HERNANDEZ



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

México, D.F.



FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

1994



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

CIUDAD UNIVERSITARIA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
División de Estudios  
Profesionales  
Exp. Núm. 55

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE  
Jefe de la División de Estudios Profesionales  
Universidad Nacional Autónoma de México.  
P r e s e n t e .

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo  
revisado el trabajo de tesis que realizó el pasante  
Jorge Antonio Moreno Hernández  
con número de cuenta 7628252-B con el título: "LOS PROGRAMAS  
DE ENSEÑANZA POR COMPUTADORA COMO APOYO AL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE  
EN BIOLOGIA: UNA PROPUESTA"

Consideramos que reúne los méritos necesarios para que pueda conti-  
nuar el trámite de su Examen Profesional para obtener el título de  
Biólogo.

GRADO NOMBRE Y APELLIDOS COMPLETOS

FIRMA

Dra. Nora Elizabeth Galindo Miranda  
Director de Tesis  
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

M. en C. Ignacio Mauro Vázquez Rojas

Biól. Sara Ernestina Islas Graciano

Suplente  
Biól. Ma. Cristina Hernández Rodríguez

Suplente

Ciudad Universitaria, D.F., a 30 de Junio

de 1994.

## **DEDICATORIA**

***Este trabajo se lo dedico a mis Hijos, esperando me perdonen por el tiempo que les he robado.***

***A Toño***

***Por todo lo que ha pasado, por que lo quiero más de lo que las apariencias señalan, esperando que recapacite y entienda que antes de recibir hay que dar.***

***A Liliana***

***Para que no quiera correr: la infancia es muy hermosa disfrútala.***

***A Edgar***

***Por que es el motor de la ternura que mantiene mis esperanzas para seguir luchando por una vida mejor.***

***Aprovecho para decirles que los amo.***

## **AGRADECIMIENTOS**

***Es corto el espacio para agradecer a todas las personas que de una u otra forma me han apoyado.***

***Sólo mencionare las que directamente tuvieron que ver con este trabajo.***

***Jóso Luis Navarrete, Ignacio Vázquez, Georgina Quiroz, Carlos Esquivel, Fanny Rebón, Laura, Nora, Emir, Cristina Herández, Juan Manuel Rodríguez, Sara Islas y en especial a Nora Galindo por dirigirme este trabajo.***

***A todos ustedes, gracias por compartir este proyecto del cual tengo fé que en el futuro se hablara y muy bien de él.***

## INDICE

Introducción .....	1
Antecedentes.....	2
Objetivos.....	16
Marco teórico.....	16
Metodología y Resultados.....	17
Descripción de la Propuesta.....	37
Discusión.....	50
Conclusiones.....	55
Literatura citada.....	57
Apendice I.....	59
Apendice II.....	62

LOS PROGRAMAS DE ENSEÑANZA  
POR COMPUTADORA COMO APOYO AL PROCESO  
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN BIOLOGIA: UNA PROPUESTA

**INTRODUCCION**

El desarrollo de la informática ha tenido un ritmo acelerado en los últimos años. Hoy en día, es común encontrar un sistema de información en la vida diaria, a través de las computadoras que han invadido cada uno de los espacios por donde transita el hombre. Desde los ejemplos más simples como, los sistemas en los supermercados, hasta los más sofisticados como los sistemas para el control de satélites, las computadoras se han convertido en una herramienta indispensable.

En la educación, la computación empieza a jugar un papel muy importante tanto en procesos de administración escolar como en la generación de materiales educativos. Hasta hoy se pueden considerar innovadores, dichos materiales sin embargo debieran ser ya tradicionales tanto en niveles educativos básicos como profesionales e incluso en el posgrado, ya que en muchas de las instituciones educativas tienen los medios, económicos y logísticos para el desarrollo de esta forma de manejo de información y por ende el desarrollo de materiales educativos.

El uso de este instrumento va permitiendo avanzar en algunos aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje de las diferentes áreas de conocimiento, unas en mayor o menor grado, sin embargo esto, día con día va tomando mayor auge lo cual favorecerá el desarrollo de nuevas técnicas que permitan a los actuales y futuros estudiantes tener una mejor educación y una dinámica diferente a la actual.

Para la Biología en particular, es alentador ver como investigadores y profesores han integrado a sus actividades la computadora, no sólo como instrumento para el proceso de su información, sino, como un apoyo a sus actividades en la transmisión del conocimiento.

A pesar del uso de la computadora como apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje, los programas que se emplean en su mayoría son de procedencia extranjera, lo cual implica una serie de elementos en contra como son el idioma, la información extranjera y las ideas en un contexto diferente al nuestro; por ende es otra realidad la que se transmite por medio del uso de estos programas. Esto no quiere decir que deban ser descartadas esas ideas y esas metodologías, sólo es preciso adecuarlas a nuestro contexto.

El presente trabajo pretende exaltar la importancia del uso de la computación en la docencia, como una opción para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje en Biología, así mismo aborda algunos aspectos de la problemática actual de la enseñanza de la biología y propone algunos métodos para contribuir a su solución. Ejemplificandose con los logros que se han obtenido en proyecto encaminado a la producción de material de enseñanza por computadoras y la importancia que juega el profesor en la elaboración de los mismos.

#### ANTECEDENTES

Desde su aparición a finales de los 30's y principios de los 40's, las computadoras electromecánicas y electrónicas han estado presentes en las instituciones educativas, sin embargo tuvo que pasar una década para que estos instrumentos se emplearan en la educación; algunas de las universidades involucradas en este proceso fueron Iowa, Pensilvania, Harvard, Cambridge y Princeton.

Antes del uso de la computadora como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, existieron algunos trabajos que marcaron la pauta para el empleo de máquinas de enseñanza, tal es el caso de Sydney Pressey, profesor de psicología de la Universidad de Ohio que en la década de los años 20' diseñó una máquina, semejante al carro de una máquina de escribir con cuatro teclas y una ventana larga por el cual se podía ver un marco con una pregunta y cuatro posibles respuestas. Para responder el alumno oprimía una tecla, si su respuesta era correcta se presentaba la siguiente pregunta, en caso contrario, el error era registrado y el alumno continuaba eligiendo hasta dar con la respuesta correcta. Una prueba típica tenía 30 preguntas.

Pressey se dio cuenta que su máquina tenía propiedades más allá de las de evaluación, sus máquinas de alguna forma "enseñaban".

En 1932 Pressey predijo una revolución industrial en la educación, sin embargo no fue posible, debido a la gran depresión económica por la que atravesaban los Estados Unidos, aunado a la inercia de esa época y, además por no contar con el respaldo de una teoría de aprendizaje. En 1934 presentó una de sus máquinas en la reunión anual en la Asociación Psicológica Americana y posteriormente publicó algunos artículos sobre ella. Las máquinas de Pressey no tuvieron el éxito que él esperaba. El interés por el uso de máquinas de enseñanza no volvió a surgir sino hasta la Segunda Guerra Mundial en la que hubo que entrenar rápidamente a muchos operarios civiles y militares para labores diversas y continuo después, aun terminado el conflicto. Durante ese tiempo F. B. Skinner profesor de la Universidad de Harvard estableció las bases de la enseñanza programada, que presentaba las siguientes características esenciales:



- La enseñanza era principalmente en forma individual.
- El material a estudiar es descompuesto en segmentos cortos llamados marcos (frames).
- El estudiante avanzaba a través del material de estudio respondiendo continuamente, es decir siempre esta en actividad.
- Había verificación de las respuestas
- El estudiante avanzaba de acuerdo con su propio paso.

Skinner adoptó las máquinas de Pressey con algunas modificaciones para que no estuvieran restringidas a la selección de respuestas alternativas. Dijo que el refuerzo intermitente y frecuente de respuestas correctas era la causa de la alteración de la conducta. Skinner utilizaba lo que se llama programación lineal (no la técnica matemática) por medio de la cual se define la secuencia de los marcos para asegurarse que casi no hubiera errores en la respuesta del estudiante. Todos los estudiantes deberían pasar por la misma secuencia; las diferencias entre estudiantes se reflejaban en la velocidad del recorrido de ésta. Por lo consiguiente fue Skinner quien desató el movimiento de instrucción programada en los Estados Unidos que después se extendió por todo el mundo.

Entre los primeros en abrazar el movimiento estuvieron los militares e industriales. Los métodos de Skinner dominaron hasta finales de los 50's. Se construyeron decenas de máquinas y fueron elaborados gran cantidad de programas; también aparecieron los textos programados.

Norma Crowder, instructora de la fuerza aérea norteamericana, cuestionó la idea de programación lineal y desarrolló el programa intrínseco o ramificado. Crowder consideraba que los errores de las repuestas, además de que eran inevitables, podrían ser útiles. En la programación ramificada se daba retroalimentación tanto para las respuestas correctas como para las erróneas (diferentes para cada caso). Esto permitía tomar en cuenta

las diferencias de preparación previa de los estudiantes. Con la programación ramificada no todos los estudiantes pasan por la misma secuencia, sino que ésta dependía de la situación de cada estudiante. Gordon Pask construyó el puente entre la Instrucción Programada e Instrucción Asistida por computadora (IAC). Los papeles del estudiante y de la máquina se asemejan a los participantes de un diálogo en el cual ambos participantes se estaban constantemente adaptando uno al otro hasta que logran entenderse, comunicarse y despedirse. Sin embargo este comportamiento adaptativo ya no era posible llevarlo a cabo con máquinas mecánicas relativamente simples, sino que requerían máquinas electrónicas elaboradas como, la computadora.

En 1957, Simón Ramo, ingeniero eléctrico industrial, publicó un plan que describía el papel de la computadora en la educación. Por medio de esta máquina se automatizaría la enseñanza y también la administración de la misma. Para mediados de los 60's, ya se había establecido firmemente en el mundo empresarial, el control administrativo de muchos de los procesos de negocios utilizando la computadora, y éstos habían emigrado a escuelas que contaban con computadoras como en el caso de algunas universidades. No obstante, quedaba pendiente la administración detallada de la instrucción misma que hacían los maestros en clase. Los dos procesos dieron lugar a dos ramas del campo del cómputo educativo: La Instrucción Administrada por computadora. (CMI del inglés Computer Managed Instruction) y la Instrucción Auxiliada por computadora (IAC).

En la CMI las funciones principales a desarrollar son: examinar, clasificar y llevar registros, diagnóstico de las dificultades en el aprendizaje, secuenciación de los módulos de instrucción e informes de avance.

Mientras la CMI ha sido obra de administradores de la educación, la IAC es obra de educadores. Entre los autores pioneros

de IAC se encuentran miembros de las universidades de Illinois, Stanford, la National Science Foundation y las empresas Control Data Corporation e IBM. A continuación se describen algunos de los proyectos de ésta área.

#### El proyecto CCC

Entre el Instituto de estudios matemáticos (Institute for Mathematical Studies) de la Universidad de Stanford e IBM, se llevó a cabo uno de los proyectos de IAC que desarrolló un curriculum completo para escuela primaria implantado en 1963 y cuyos materiales fueron enmarcados desde 1967 por la Computer Curriculum Corporation (CCC). Después de haber probado exhaustivamente los materiales éstos se han considerado de gran impacto, al grado que la mitad de las evaluaciones empíricas del uso del IAC en educación primaria habían sido hechas utilizando estos materiales. Los materiales estaban organizados en 24 bloques para los diferentes años escolares con 5 niveles de dificultad. El contacto con cada bloque se inicia mediante un examen que establece el grado de dificultad para el día siguiente.

#### El proyecto PLATO

El laboratorio de Investigación Educativa Computarizada (Computer Educational Reserch Laboratory (CERL)) de la Universidad de Illinois en colaboración con la empresa Coperación de Control de Datos (Control Data Corporation (CDC)) desarrollaron el proyecto PLATO Lógica programada para operaciones de enseñanza automatizada (Programed Logic for Automatic Teaching Operations), el cual se implantó en muchas partes de Estados Unidos y Europa. En 1960 bajo la dirección de Donald Bitzer se comenzó con una ILLIAC I que se utilizaba para ejercicios y práctica. Después fue remplazada por equipos más poderosos y terminales especiales diseñadas para el proyecto. En cierto momento se tenía una máquina Cyber 73-24 con 700 terminales en 400 localidades distintas. Se habían ensayado

modalidades tutoriales y de simulación incluyendo despliegues gráficos entre otros. Todo lo anterior se realizó antes de que aparecieran las computadoras personales. Entre los periféricos que se emplearon estaban las pantallas sensibles al tacto, sintetizadores de voz y video discos. Aunque se tenían materiales para todos los niveles había una preponderancia hacia la educación a nivel Universitario.

### El proyecto TICCIT

Este es otro de los grandes proyectos de IAC TICCIT Información por televisión controlada por computadoras interactivas en tiempos compartidos (Time-Shared Interactive Computer Controlled Information Televisión) fue desarrollado entre la compañía MITRE y el Instituto para Uso de Computadoras en la Enseñanza (Institute for Computer Uses in Education de la Universidad de Brigham Young). Este proyecto a pesar de haber sido abandonado eventualmente, había tenido impacto en la enseñanza de conceptos de alto nivel. El sistema desarrollado utilizó dos minicomputadoras Nova 800 con disco duro y 125 terminales con receptores de televisión a colores de alta resolución con posibilidades gráficas adicionales y teclados especiales para aprendizaje. Las terminales, a diferencia de las del sistema PLATO que estaban conectadas a distancia por línea telefónica, tenían que estar muy cercanas a la minicomputadora. Después se utilizó un sistema de diseño instruccional llamado RULEG, el cual proporcionaba un enunciado llamado la "regla" y ejemplos de cómo se utilizaba. El sistema era innovador en el sentido de que las tácticas instruccionales dependían de RULEG y no de los autores de cada uno de los programas de enseñanza. La audiencia principal eran estudiantes adultos aunque se hizo una versión para la enseñanza a nivel primario.

## Proyectos Europeos

En el Reino Unido durante 1973 y 1978 se realizó el proyecto NDPICAL Programa de Desarrollo Nacional de Aprendizaje Asistido. (National Development Program Assisted Learning) patrocinado por el departamento de Educación y Ciencias de Reino Unido. Se han tenido 17 proyectos CAL: Aprendizaje Asistido por Computadoras. (Computer Aided Learning) de los cuales nueve habían sido en educación superior y posgrado, tres en escuelas secundarias, dos en entrenamiento industrial y tres en entrenamiento militar. Se habían escrito más de 450 paquetes de programas de tamaños muy diversos entre 10 y 10,000 líneas de código con una media de 700 líneas. Para el desarrollo de los programas se emplearon los lenguajes Basic, Fortran y lenguajes especiales no comerciales.

También se hicieron desarrollos en CMI (Computer Managed Institution) conocido como Aprendizaje Administrado por Computadoras (CML-Computer Managed Learning). Entre los productos más importantes estaba el paquete CAMOL (Computer Assisted Management of learning) que es un paquete libre de contenido que se puede emplear para calificar exámenes, análisis de preguntas y administración de registros.

En Francia, una comisión que preparó el Plan Gubernamental de cinco años, discutió la introducción de la computación en las instituciones educativas y se publicó un informe en 1971. Se nombró al profesor W. Mercoureff como encargado del proyecto de informática para implantar las conclusiones de la comisión. Se descartó la idea de enseñar ciencias de la computación a toda la población en la escuela secundaria por considerarse actividades técnicas. Asimismo, se eliminó la enseñanza programada y se le pidió a los maestros que desarrollaran materiales educativos computarizados basados en simulación y modelaje en todas las disciplinas. Se definió una configuración computacional estándar.

Se creó un lenguaje especial llamado LSE (Langage Symbolique D'enseignement) en el departamento de computación de la Escuela Superior de Electricidad, y se hicieron progresos hasta 1976 experimentando en 56 escuelas secundarias. El Instituto Nacional de Investigación Pedagógica fue quien realizó las evaluaciones. Entre las conclusiones destacaban que la Instrucción Asistida por computadora (IAC) no reemplaza nada de lo que en esa época existía en educación, sino que se adhería a lo existente. Entre los aspectos negativos se comenta que muchos maestros tuvieron una tendencia a preocuparse más por los aspectos técnicos computacionales que por la educación. Al mismo tiempo a otros maestros se les dificultó mucho la programación y dedicaron más tiempo a estos aspectos que a la pedagogía. (1,2,3).

México no queda exento de los avances acelerados que se han dando en el desarrollo de la computación y la informática, esto conduce al desarrollo de actividades administrativas, académicas y de investigación en nuestro país. A continuación se hace una breve reseña de algunos proyectos relacionados con la enseñanza asistida por computadora en nuestro país.

En México, el Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (ILCE) ha trabajado desde 1985, en la realización de programas de enseñanza por computadora a nivel básico, tanto para México como para varios países a través de organizaciones internacionales tales como la UNESCO, OEA, UNISEF, Banco Mundial entre otras, El responsable de este proyecto es el Ing. Gabriel Carbajal Vilchis, director de Informática del ILCE.

El ILCE ha desarrollado más de 800 programas por computadora en enseñanza básica para la SEP y otros 800 han sido supervisados en los estados de la República Mexicana. De estos últimos sólo están registrados la mitad de ellos.

Actualmente con el uso del sistema de red que existe en la Universidad Nacional Autónoma de México se tiene acceso a multitud de programas que no tienen costo. Haciendo una revisión de software educativo, con aplicaciones a biología en general y/o específico, en una sesión de una hora se pueden obtener entre 300 y 500 direcciones electrónicas de lugares donde se obtiene dicho software. A manera de ejemplo se hace una breve descripción de la obtención de estos listados y programas.

Para hacer una búsqueda de información, se requiere por un lado tener acceso al sistema de red y conocer al menos un protocolo para su manejo. Para seleccionar un tópico se utiliza un sistema denominado "archie" al cual se tiene acceso mediante una dirección de un sistema de red, telnet, ethernet entre otras. Al sistema "archie" se le puede homologar con una biblioteca, y al igual que una biblioteca se realiza búsquedas ya sean por autor o tema. El sistema hace una búsqueda y da un listado de direcciones de lugares donde se encuentra lo que se pidió en "archie", cuando ya se tiene el listado se puede proceder a bajar información<sup>1</sup> y a través de un protocolo este caso FTP (File Transfer Protocol) que permite el acceso a los lugares que se proporcionaron a través de "archie", el acceso se realiza a través de las direcciones (públicas), si se logra entrar se puede proceder a bajar la información mediante instrucciones del protocolo FTP. La información que ésta contenida en los archivos de esas direcciones ésta guardada en dos formatos, en código ASCII (textos) y en sistema binario (gráficas y programa). Para el presente trabajo se revisaron algunas direcciones, se bajaron programas de aplicación, imágenes, bases de datos y programas de de aplicación gráfica. De cerca de 30 direcciones se bajaron al rededor de 50 archivos entre imágenes, textos y programas. De toda esta información sólo se encontro un programa de enseñanza de la química, uno de matemáticas con

---

<sup>1</sup> Bajar información se refiere a obtener información de una lugar de almacenamiento a otro, por lo general de un gran a uno pequeño, como ejemplo de un disco duro de una disco flexible.

gráficas de animales (para niños), dos manejadores para información de campo, uno para zoología y otro para botánica, un programa sobre simulación en dinámica de poblaciones, algunas imágenes de algunos organismos, y otros. Se anexa una parte de estas listas de direcciones obtenidas. (apendice 2).

Los ventajas de la red a los usuario son: rapidez de consulta, actualidad en los temas e intercambio de información. Por otra parte, de acuerdo a lo consultado y obtenido se puede inducir que este campo esta casi virgen con respecto a la elaboración de material educativo por computadora sobre los tópicos de la Biología.

En la Universidad existe un registro de proyectos de investigación denominado ARIES. Al consultar esta base de datos bajo los rubros de Biología, Tutoriales, Enseñanza, Computación y sus cruces correspondientes. Se obtuvo la siguiente información:

TEMA	TUTORIAL ES	BIOLOGIA	COMPUTACION	BIOLOGIA Y COMPUTACION	ENSEÑANZA Y BIOLOGIA
CITAS	3	997	99	0	4

Lo anterior nos da una idea de la falta de programas de enseñanza por computadora en el nivel profesional y sobre todo en Biología. De los 3 programas tutoriales ninguno es de biología, y como se observa en el rubro de biología y computación no existe ningún proyecto. A pesar de que existen 99 proyectos de computación ninguno es en biología, ni en enseñanza.

El impulso que se ha dado en la UNAM a proyectos de informática y cómputo son de dimensiones colosales por ende el uso de la computación en la UNAM es ineludible para toda la comunidad universitaria.



En la UNAM existe un diplomado en software educativo que lo impartido por el Centro de Investigación de Servicios Educativos; el cual no ha desarrollado aún software propio, se espera lo hagan durante 1994, sin embargo, cuenta con una plataforma multimedia tanto para Machintosh como para PCs.

En la Facultad de Ciencias, donde por cierto se empleo la primera computadora que hubo en México. Se han desarrollado muchos proyectos de cómputo. El último es la intalación de la red electrónica en los tres Departamento de la Facultad.

En el departamento de Matemáticas están trabajando desde 1991 con multimedia, en aspectos de desarrollo de software para graficación, visualización y manejo de información con interacción de video e imágenes, en relación a temas educativos; están desarrollando un programa sobre las leyes de Keppler. Sin embargo, a la fecha no tienen productos finales. Existen dos tesis de actuaría en las cuales han desarrollado un tutorial de estadística (5) y otro sobre las distribuciones estadísticas (6).

En el departamento de Biología.

Durante el año de 1987 se conformó un Centro de Informática en el Departamento de Biología, con el objetivo principal de promover el uso de la informática en el Departamento, principalmente enfocado a las actividades Docentes y de Investigación. Para lograr dicho objetivo, se iniciaron una serie de actividades en las cuales destaca una vasta capacitación en cómputo al personal académico que labora en el Departamento. Al cubrir esta primera etapa los miembros del Centro de Informática iniciaron proyectos propios encaminados a la solución de problemas biológicos teniendo como eje central el uso de las computadoras. Una de estas arterias ha desembocado en un proyecto sobre la "elaboración de material didáctico para la enseñanza de la biología por computadora", cuyo objetivo es promover la elaboración de este

material didáctico, y como abordar el estudio de las distintas áreas de la Biología de una manera integral usando como recurso principal la computación.

En biología existen al menos 3 tesis con aspectos de cómputo. En orden cronológico son (7) una policlave por computadora (FAMEX) para la determinación de las familias de Magnoliophyta. La segunda tesis (8) muestra la aplicación de la informática y computación a través de un programa denominado MAPEA que permite realizar mapeos de distribución geográfica de algunas familias de plantas del estado de Guerrero. En la tercera tesis (9) se señala un ejemplo de la aplicación de la computación al campo docente en biología a nivel bachillerato.

El plan de estudios de la carrera de Biología del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México lleva más de 25 años, actualmente se está realizando el planteamiento de un nuevo plan de estudios. Se prevé que la informática o computación estarán en los programas del nuevo plan ya sea de forma explícita o bien implícita, lo cual implica el uso de computadoras como un instrumento más del alumno de biología.

Otro punto más es la Construcción de la Biblioteca de la Facultad que estará dotada de modernos sistemas de cómputo, dispuestas en siete salas.

Los elementos señalados hacen evidentes los requerimientos de un proyecto que permita diseñar, elaborar, analizar y difundir programas de enseñanza en todas sus modalidades (audiovisual, impreso, por computadora etc.), dentro de un Plan de Desarrollo del departamento de Biología.

Además de lo anterior se debe pensar en la problemática que tiene la biología para su estudio, a continuación se abordan algunos aspectos de ésta y cómo los programas de enseñanza por

computadora podrían contribuir a su solución.

Sabemos que la problemática en el estudio de alguna área de la ciencia conlleva al estudio de muchos de sus elementos, en este caso sólo nos enfocaremos a la problemática de la cantidad y calidad de información que se posee y se maneja tanto en la formación del biólogo como en su trabajo Profesional. El proceso de información<sup>2</sup> es fundamental para cualquier área del conocimiento, un procesamiento adecuado lleva a una buena calidad Información. En biología la cantidad de información toma magnitudes considerables,

Enfocaremos primeramente la información dentro de la formación del biólogo. En el apéndice I se muestra el plan de estudios actual de la carrera. De entrada se tiene que un biólogo debe cursar 28 materias obligatorias, dos biológicas de campo y cuatro o más materias optativas. Si consideramos que cada materia en promedio tiene 7 unidades temáticas, al convertir éstas en temas, se ve que el tiempo planteado para cada una de las materias es insuficiente para conocer realmente la información de una manera adecuada. Por otra parte, es una carrera planteada como teórico-práctica, lo cual implica, información, habilidades y capacitación por parte del futuro biólogo, para el manejo de métodos, técnicas e instrumentos que el plan actual no ofrece.

Tradicionalmente el biólogo tanto en su formación como en su trabajo hace uso de gran cantidad de metodologías, técnicas e instrumentos. A manera de ejemplos tenemos como metodologías: la metodología científica y estadística; como técnicas: las histológicas, fisiológicas, de campo, de gabinete y como instrumentos, el microscopio, microtomo, centrifuga, balanzas, computadoras etc. Sería poco el espacio para comentar todos y cada

---

<sup>2</sup> Proceso de información tiene como finalidad obtención, descripción y análisis de datos en sus diferentes formas textos, imágenes, números etc.

uno de ellos, sin embargo un comentario general es, que el desarrollo de cualquier ciencia está de alguna manera determinado por las nuevas metodologías y en particular la computación que ha permitido un avance más rápido en muchas de las ramas del conocimiento.

En relación con la información en el trabajo profesional del Biólogo, ésta aunque es más específica tanto en calidad como en cantidad su magnitud no deja de ser grande. Para lograr esa calidad debe someterse a un proceso adecuado, desde su obtención hasta su análisis, además de ello debe ser transmitida. La informática juega un papel muy importante en el proceso de información y la computación como su instrumento. Al menos en los últimos años se ha visto un incremento de biólogos que emplean diferentes sistemas de información, y software de aplicación para el desarrollo de su trabajo, principalmente en Investigación. El uso de los sistemas de cómputo por parte del Biólogo profesional, ha estado determinado por el desarrollo de las nuevas tecnologías y ha sido vertiginoso este avance así se puede hablar de que existen biólogos que se capacitaron después de egresar de cualquier grado académico, y los que tuvieron una formación durante el transcurso de la carrera. Por otra parte los que no tienen una formación en cómputo serán alcanzados, considero que en breve por la misma dinámica de las nuevas tecnologías. Lo anterior nos ha estimulado a dar una respuesta y propuesta educativa para que los profesionales Biólogos puedan aportar una educación que podríamos llamar Bioinformática o Biocómputo desde el inicio, de la formación del Biólogo.

A pesar de todo este auge. No ha habido un compromiso institucional, en relación con la enseñanza de la biología por computadora en el Departamento de Biología.

Se puede considerar por lo antes señalado, que es factible y necesario el desarrollo de un proyecto de investigación educativa que permita el diseño, elaboración, difusión y evaluación de

programas de enseñanza por computadora para todas y cada una de las áreas de la Biología en la Licenciatura.

Por ello en este trabajo se plantean los siguientes objetivos:

A) Enmarcar los métodos, técnicas e instrumentos de la informática y computación existentes para la elaboración de programas de enseñanza por computadora.

B) Diseñar, elaborar y analizar los programas de enseñanza por computadora del Proyecto "Aplicaciones de la Informática en la Docencia" del Centro de Informática del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

C) Realizar una evaluación inicial de los productos que se generen en este trabajo, para valorar el impacto y aceptación de éstos por los alumnos y profesores, que sirva como base para apoyar al proceso enseñanza-aprendizaje.

D) Desarrollar y proponer una estrategia metodológica general que permita diseñar, elaborar y evaluar materiales de enseñanza por computadora en biología.

#### **MARCO TEORICO**

Es importante considerar el modelo de enseñanza en el cual podemos ubicar al plan de estudios, la coherencia curricular tanto horizontal como vertical; la concepción de Biología que subyace en el plan, entre muchos otros aspectos.

Desde su origen, el plan de estudios responde a una forma de organización curricular, que es la más antigua y generalizada en la Universidad: el plan por asignaturas o currículo tradicional.

Morán (1983) señala que los planes de estudio "no son solamente abstracciones teóricas y técnicas, sino que encierran concepciones de aprendizaje, conocimiento, hombre, ciencia, relación universidad-sociedad, etc., las cuales orientan tanto el modelo curricular que se adopte, como las condiciones y características mismas de su implementación".

De acuerdo con el autor, un análisis de este modelo de enseñanza permite hacer las siguientes consideraciones:

"Su contenido refleja un acentuado enciclopedismo y una falta de relación entre las distintas materias que lo conforman, provocando con ello una visión fragmentada, acabada y legitimada del conocimiento".

"Se privilegia la extensión del conocimiento, sobre la concepción e instrumentación del propio proceso de aprendizaje".

"El centro del proceso docente lo constituye el programa de estudios en sí, independientemente de las relaciones que guarda con los demás programas de plan de estudios y de los aprendizajes que aporte a la formación del estudiante".

"Desvinculación entre teoría y práctica, así como la sobrevivencia de la primera sobre segunda".

En este esquema educativo, no existe, en términos generales la preocupación por parte de los docentes y autoridades por la conformación de los programas de estudio, ya que se considera que estas actividades le corresponden a otro tipo de instancias académicas. En general el profesor recibe ya hechos los programas, por lo que se debe seguir los modelos usados por la institución. En ocasiones estos programas son adoptados de manera mecánica, sin que exista por parte del maestro un análisis de las concepciones de enseñanza, aprendizaje u otros aspectos que subyacen en él.

En la educación tradicional, el aprendizaje se concibe como la capacidad de retener y repetir información. Los estudiantes son impulsados a memorizar en lugar de aprender. El profesor constituye el mediador entre el conocimiento y el alumno, siendo la cátedra magisterial la actividad de enseñanza predominante, donde el estudiante con frecuencia asume el papel de espectador.

En este modelo de enseñanza los recursos más usados son las notas, textos, láminas, carteles, pizarrón, etc., a veces usados "sin criterios claros que permitan seleccionarlos, organizarlos o aplicarlos adecuadamente en cada situación de aprendizaje".

Los contenidos de aprendizaje se manejan por medio de listados de temas, capítulos o unidades, con un enfoque enciclopedista, que se refleja en la gran cantidad de conocimientos que el alumno debe aprender. Frecuentemente se ofrece una visión fragmentada y se abusa del detalle, por lo que el alumno requiere de más esfuerzo de memorización y repetición que de comprensión e interpretación. En general, los contenidos se conciben como algo acabado, estático y legitimado.

En la articulación de este currículo, la enseñanza hace énfasis en la conversación y transmisión de los contenidos traduciéndolos como acumulación de saberes, por los que la enseñanza se mantiene aislada de la sociedad, negándose además la carga ideológica que subyace a la propuesta institucional.

Es necesario señalar que este modelo educativo no constituye un "esquema puro" ya que en la práctica se dan distintas versiones e interpretaciones. Muchas de estas consideraciones son aplicables a la licenciatura en Biología, sin embargo, esto no significa que dentro del programa nos se den prácticas y enfoques de enseñanza distintos. Pero, las consideraciones antes presentadas son el patrón más frecuente en la concepción, estructura y funcionamiento del plan de estudios vigente (19).

Métodos, técnicas e instrumentos en la Enseñanza por computadora.

Empleo de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje:

Existen diferentes modalidades de empleo de la computadora en el proceso enseñanza-aprendizaje. Estas modalidades son:

1. Tutorial
2. Ejercicio y Práctica
3. Interrogación
4. Dialogal
5. Solución de Problemas
6. Simulación
7. Juegos

#### Tutorial

Esta modalidad se puede desarrollar de dos maneras. La primera consiste en una serie de preguntas, donde la misma secuencia es presentada a cada alumno: el programa mismo, le informa al alumno si su respuesta es correcta o no. La segunda contiene varias secuencias distintas, donde el estudiante puede desviarse de la secuencia principal hacia secuencias de repaso. Esta segunda manera constituye la modalidad tutorial por excelencia ya que aprovecha ampliamente las facilidades de la máquina, que permite seguir secuencias ramificadas más complejas que las de los textos programados. Para emprender una nueva etapa de una materia, la computadora puede tomar en cuenta todas o algunas de las siguientes características del alumno, que han sido almacenadas previamente en la memoria:

- puntajes de pruebas de personalidad
- Nivel de estudios



- calificaciones anteriores
- puntaje en pruebas de inteligencia

Por otra parte, con vista al avance del alumno en una sesión de trabajo, pueden considerarse las siguientes características de ejecución:

- tiempo de respuesta
- errores en respuesta anteriores
- errores de teclado
- tiempo de teclado

#### Ejercicio y práctica

El supuesto básico de esta modalidad consiste en que los conceptos son presentados y desarrollados primeramente por el profesor en el aula. Después en la máquina se desarrollan prácticas intensivas con ejercicios repetitivos. El tiempo que dura una sesión, y el grado de complejidad de los ejercicios, varían de acuerdo con el tiempo de respuesta y con el número de respuestas correctas previas.

#### Interrogación:

En esta modalidad se pide al estudiante resolver un problema o contestar una pregunta, interrogando a partir de la información almacenada previamente y dejando a su criterio la decisión acerca de la información a emplear. Aquí no se intenta guiar al estudiante a la respuesta o la conclusión debida. Esta modalidad suele llamarse también de recuperación de la información.

## Dialogal

Esta modalidad se asemeja a la de interrogación, con una diferencia en ésta, el avance es unilateral, es decir depende sólo de las peticiones del estudiante, mientras que en la dialogal se amplía la interacción entre estudiantes y el programa, estableciendo una "conversación" bilateral entre ambos, usualmente a través de la máquina. La pregunta, afirmación o petición de datos del estudiante conduce a dar una respuesta entre una amplia variedad de ellas, respuesta que se da por parte del programa. La máquina puede mostrar una pregunta, haciendo así que el estudiante intente un enfoque distinto, o que alcance una revisión del material anterior. La característica principal de este método es la retroalimentación que propociona al usuario.

## Solución de problemas

Esta modalidad atañe al aprovechamiento de la computadora como herramienta de cálculo, que ahorra al estudiante el tiempo que dedica a efectuar largas series de operaciones matemáticas, permitiéndole entender de esa manera el procedimiento total sin tener que esperar los resultados parciales de las operaciones hechas a mano o calculadora. Esta modalidad es muy útil si se emplea en matemáticas, estadística y en la investigación científica en general. Un ejemplo de ello es la materia de Bioestadística que se imparte en el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde se emplea el paquete estadístico Statgraphics para el cálculo de los datos de todos y cada uno de los temas que la materia abarca.

## Simulación

La simulación es una técnica que permite crear un modelo análogo a una situación real.

En el terreno de la educación, la simulación se utiliza para analizar y evaluar sistemas ya existentes.

Desde el punto vista educativo, la simulación tiene cuatro características fundamentales que son:

1. Creación de modelos análogos a los de la vida real
2. No implica riesgos para quien aprende
3. El alumno recibe una continua e inmediata retroalimentación
4. Las situaciones se repiten y reproducen cuantas veces sea necesario

De acuerdo a las diferentes formas en que se aplican los simuladores en la educación, tenemos la siguiente clasificación:

### Simuladores Determinísticos

El sistema tiene programadas ciertas leyes físicas que rigen el comportamiento de un fenómeno en particular. El alumno define condiciones iniciales para luego observar el comportamiento del sistema a través del tiempo. Las leyes son determinísticas debido a que dependen de estados anteriores y/o condiciones iniciales.

### Simuladores Estocásticos

Este tipo de sistema cuenta con ecuaciones o leyes de comportamiento, diferenciándose de las anteriores en que éstas son de carácter probabilístico.

## Sistemas Logísticos Deductivos

En estos sistemas se presenta un mecanismo de deducción que junto con algunas leyes o postulados generan consecuencias factibles.

### Sintetizadores

Esta es una aplicación al diseño a través de la computadora que cuenta con un catálogo de partes que son seleccionadas para formar un modelo que, posteriormente, será observado en su comportamiento y sus características.

### Juegos

Este modo implica la competencia entre dos o más "jugadores" (uno de ellos puede ser el programa de la computadora) con el objeto de alcanzar una meta definida. La computadora juega a menudo el papel de árbitro, evaluando movimiento y estrategias de los jugadores, registrando sus resultados e introduciendo variables al azar.

Los dos tipos básicos del modo de juegos son:

a) La computadora como mediadora. Por lo general, aquí hay varios jugadores jugando uno contra otro durante un periodo de tiempo.

b) El programa de la computadora contra el estudiante. Implica por lo general la intervención de un solo estudiante durante un tiempo breve, con una duración menor a veces de una hora.

## Hipermedia

Es una técnica la cual permite el manejo de grandes colecciones de información compleja que incluye imágenes, las cuales permite su uso en aplicaciones educativas, no solamente limitándose a textos. Hipermedia connota una alta integración de medios electrónicos creando un ambiente de dichos medios que permiten al usuario la integración para examinar una gran colección de información a distancia a través de estos medios en tiempo-real pudiendo manejar colores, videos e imágenes, sonidos y textos. (4)

## Multimedia

De una manera simple se puede definir como el empleo de múltiples medios integrados a la computadora, entre los que destacan el video, la animación, la graficación y el sonido. Con esta metodología se pueden realizar todas las anteriores modalidades; La fecha su costo es elevado pero considero que esta será la metodología a desarrollar en un futuro inmediato.

## Instrumentos

La computadora el mejor representante de los instrumentos de la informática para la realización de muy diversas tareas, se puede decir que es un instrumento universal desde el punto de vista de hacer eficientes algunas tareas en todas las áreas del conocimiento, además de ello se han desarrollado otros instrumentos que han facilitado el almacenamiento de información de textos, imágenes, fotografías, sonidos, videos etc. Ejemplos de estos, llamados periféricos, son scanner, cámaras fotográficas y de videograbación, impresoras que van desde matriz de puntos a laser a color, aparatos de sensibilidad de pantalla, entre otros.

Por otra parte es fundamental el software que se ha realizado para el manejo de estos instrumentos los cuales se pueden agrupar de la siguiente manera:

Procesadores de textos entre los que destacan, el Word Perfect, Word, Works, Chi Writer.

Graficadores: entre los que destaca el Harvard Graphics

Paquetes estadísticos entre los que destacan, el SPSS, Statgraphics, MVSP, SAS entre otros.

Hojas de Cálculo como Lotus, Quatro, Excell.

Captadores Procesadores de imagenes tales como Paint brush, Paint Show, Deskscan, Fotofinish, Aldus Photostyler entre otros.

Por las características de este trabajo, la estrategia metodológica que aquí se presenta es el resultado de un proceso de investigación que fue madurando a través de 4 años.

Por ello forma parte central de esta tesis, al igual que los productos obtenidos. La estrategia metodológica queda como una propuesta de trabajo para establecer un proyecto de apoyo al proceso de la enseñanza-aprendizaje en Biología.

## METODOLOGIA Y RESULTADOS

### ESTRATEGIA SEGUIDA EN LA ELABORACION DE LOS PROGRAMAS DE ENSEÑANZA.

Para ejemplificar cómo se desarrollaron los materiales que se presentan en este trabajo y sugerir una estrategia metodológica para la elaboración de software educativo, a continuación se presentan las tres etapas por la que ha pasado esta investigación: Inicio del proyecto, desarrollo de los materiales y evaluación de los mismos, y la propuesta de la estrategia metodológica general.

#### Primera etapa: Inicio del Proyecto

Este trabajo se realizó en el Centro de Informática del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de UNAM ubicado en el laboratorio Especializado de Morfofisiología Animal. Cabe señalar varias de las características de este Centro. Es una instancia descentralizada físicamente, ubicado en los laboratorios especializados del Departamento tales como Especializado de Ecología, Morfofisiología Animal para brindar apoyo de computación y estadística en las diferentes áreas de la Biología. En este caso el apoyo es al área de biología Animal. Hasta 1993 la mayoría de sus integrantes eran biólogos, con conocimientos en bioestadística, informática y computación, cada uno de ellos encaminados a un proyecto específico. Este trabajo muestra algunos resultados del proyecto "Aplicaciones de la Informática en la Docencia de Biología". El cual tiene como objetivos la elaboración de material didáctico por computadora. Como se ha señalado en la introducción de este trabajo, el objetivo del Centro de Informática es promover el uso de la informática en el Departamento. Para cumplir este objetivo se han realizado en su momento acciones específicas para

su cumplimiento. Retomando estas acciones durante la primer etapa se trató de mostrar la importancia de la informática en la Docencia. Después de haber realizado una serie cursos de computación sobre diversos tipos de paquetes de computación se realizó un curso específico encaminado a mostrar las bondades de la informática en el campo docente, el curso llevó por nombre "Aplicaciones de la Informática en la Docencia, los tópicos que se abordaron fueron los siguientes: Realización de materiales impresos tales como: prácticas, apuntes, exámenes.

Las bases de datos para la administración escolar del docente, tales como manejo de lista de calificaciones, acervos bibliográficos, calendarización de actividades entre otras.

La posibilidad de realizar programas de enseñanza por computadora, en las diferentes modalidades antes mencionadas, para ello la evaluación de este curso fue la elaboración de un guión encaminado al desarrollo de un programa de enseñanza.

#### Segunda etapa: Desarrollo de los materiales

En la elaboración de programas de enseñanza, se debe contar con un equipo de trabajo multidisciplinario, ante la problemática de falta de recursos para el desarrollo de un proyecto como este, se recurrió a los profesores que quisieron participar en él.

Lo primero que se hizo fue tomar los guiones que habían surgido de la evaluación del curso. Con la colaboración de los profesores que los habían realizado los guiones se realizó el primer programa del proyecto, mediante la técnica dialogal tulado "Lesión Vascular" donde se muestra el proceso de coagulación de la sangre, que se describiera más adelante, después de este primer programa se integran otros profesores, con ellos se inicia una serie de programas sobre policlaves y tutoriales de artrópodos y arácnidos los cuales se describirán posteriormente; más adelante se



integran otros profesores y se realiza una policlaves para mamíferos mamíferos marinos y se tienen en proceso dos más una sobre aves marinas y otra sobre odonatos.

En el inter se elaboró conjuntamente con varios profesores e investigadores el proyecto "Sistema de Información de Apoyo a la Enseñanza de la Biología en la Licenciatura". (SIEB) que conjuntaba las ideas del proyecto Aplicaciones de la Informática en la Docencia.

Programas realizados:

"Lesión Vascular"

Material elaborado en el primer semestre de 1990, empleando la técnica dialogal. En esta época se contaba con un equipo IBM XT de 640 K, monitor color CGA y 640 kbites de memoria RAM memoria de acceso aletatorio (Random Access Memory) y 4 Hz herzios de velocidad con disco duro de 40 Megabites (Mb).

"Lesión Vascular" (LV), ya que explica el proceso de coagulación de la sangre a partir de una lesión vascular, se programó en lenguaje pascal y se empleó el compilador pascal IV, así mismo interactúa con un procesador de textos (PCwrite) el cuál se ha empleado en todos los programas que se han elaborado, éste programa se basa en dialogos usuario máquina a través de ventanas, este programa tiene como finalidad mostrar el proceso de coagulación de la sangre, a partir de preguntas de opción multiple, de falso y verdadero. El trabajo fue presentado en la III Reunión Nacional de Histología. (10)

## "Conociendo a los artrópodos"

Con el equipo antes descrito, durante el segundo semestre de 1990 se realizó una base de datos sobre artrópodos, la cual incluye los nombres comunes y científicos de más de 100 organismos así como una breve descripción de sus clases, de la cual genera el programa "Conociendo a los Artrópodos" (COARTRO) que tiene como objetivo que el usuario se familiarice con los nombres científicos y a su vez tenga información básica sobre el phylum artropoda. En este programa interactúan textos y la base de datos antes señalada a través del lenguaje de programación Pascal. Este trabajo fue presentado en la VI Conferencia Internacional "Computadoras en las Instituciones de Educación e Investigación". (11).

## "FAMARA"

Empleando la metodología del Biól. Alejandro Peláez G. y el equipo antes señalado se elaboró en 1991 FAMARA. El nombre significa FAMilias de ARachnida, policlave para la determinación de las familias de Arachnida, las policlaves por computadora permiten la determinación de organismos mediante respuesta de si o no a características morfológicas las cuales son proporcionadas mediante una matriz de datos, interactuando con el lenguaje de programación Pascal, así mismo actua con textos para la presentación, e instrucciones necesarias para la determinación, esta policlave incluye 54 familias y 88 características. Está dirigido a alumnos de la materia zoología III. este trabajo se presentó en XXVI Congreso Nacional de Entomología. (12)

## "STAPHIS"

Para 1992 se realizó otra policlave, para esta época además del equipo antes señalado se contaba ya con un scanner media pagina

marca Logitech, y mediante el uso del software Paint Show se logra interactuar a través del lenguaje pascal. Con esta nueva herramienta se realiza Staphis que es una contracción de la palabra stafilínidos, y es la primer policlave ilustrada que existe en México, la cual además de mostrar las características de los organismos muestra su imagen en blanco y negro. Al igual que la anterior está dirigida a estudiantes de la materia Zoología III. fue presentada en XXVII Congreso Nacional de Entomología. (13)

#### "ARTROVEN"

Para 1993 es sustituido el equipo de cómputo por una máquina 386, monitor VGA, 33 Hz de velocidad y 4 MB en RAM y disco duro de 130 megas. Con este equipo se amplían las posibilidades sobre todo en relación al proceso de imágenes, por lo tanto, en este programa interactúan textos e imágenes a color obviamente a través del lenguaje de programación Pascal, con esto se realiza ATROVEN que significa ATROpodos VENenosos es un programa tutorial, tiene como finalidad mostrar la importancia tanto médica como biológica de este grupo. Con este programa se inicia una nueva etapa en la realización de nuestros programas, dos aspectos son relevantes, primero se procesan imágenes a color, y se inicia animación. Este trabajo se presentó en XVIII Congreso Nacional de Entomología. (14)

#### "DELPHOS"

Durante el segundo semestre de 1993 se reliza con el equipo antes señalado DELFOS, este nombre se tomó de la ciudad griega DELFOS que hace alusión a los delfines. Este programa marca la ampliación del proyecto a otros grupos zoológicos, es una policlave ilustrada sobre las especies de delfines y marsopas reportadas para México, la cual incluye 19 especies y más de 30 imágenes, además de las formas de pantalla de las policlaves anteriores ésta cuenta con

una ayuda la cuál incluye un glosario e imágenes de las estructuras más importantes para la determinación de las especies, este trabajo se presenta en (15).

Para 1994 se está trabajado en la elaboración de otras dos policlaves "MARINAS" Y "ARGIA" la primera se nombro así por no existir un nombre de un grupo o ave que representara a todas las aves marinas y la segunda es el nombre del género, Marinas incluye 100 especies de aves marinas reportadas para México, y la segunda 17 especies, se considera que para mediados de este año esten terminadas.

#### Tercera Etapa: Evaluación preliminar

Para realizar una evaluación de este trabajo se ha realizado lo siguiente, presentación del material en diversos foros, recabando comentarios y críticas de los trabajos presentados, aplicación de cuestionarios a grupos de diferentes materias en el Departamento, éste recaba información sobre la presentación, contenido, facilidad de manejo, apoyo a la materia duración y comentarios al programa.

En las tablas siguientes se muestran los resultados obtenidos de esta evaluación.

TABLA 1

PROGRAMAS ELABORADOS Y SU EVALUACION CUALITATIVA

Programa	nombre del programa ejecutable	Aplicación	Evaluación en foros Académicos		Evaluación por medio de instrumentos	Imágenes
			alumnos	profesores		
Lesión Vasculat	LV	Histología	positiva	positiva	no evaluado	ninguna
Conociendo a los atropodos	COATRO	Zoología III	sin opinion	sin opinion	no evaluado	ninguna
FAHARA	FAHARA	Zoología III	positiva	positiva	positiva	ninguna
STAPHIS	STAPHIS	Zoología III	positiva	positiva	no evaluado	11
Atropodos venenosos	ATROVEN	Zoología III	positiva	positiva	positivo	56
Delfos	DELFOB	Maníferos marinos	muy positiva	muy positiva	positiva	41
Aves marinas	MARINAS	Zoología IV	esta proceso	esta proceso	en proceso	120 aprox.
Argia	ARGIA	Zoología III	esta proceso	esta en proceso	en proceso	20 aprox.

De los 8 programas analizados, cualitativamente el balance es positivo ya que la mayoría de los programas presentados en los foros tiene una evaluación positiva. La apreciación de ésta se basa en la aceptación a la ponencia cuando se inscribe en un foro y a los comentarios y preguntas que hicieron de los trabajos en cada evento (Tabla 1).

El banco de imágenes elaboradas para todos los programas es 260, que por si sólo es ya una aportación de material didáctico utilizando sólo especies de México.

En la tabla 2 se muestran los datos de asistentes en cada ponencia y/o cartel.

TABLA 2

## ASISTENTES A LOS TRABAJOS

PROGRAMA	PONENCIA	CARTEL	ASISTENTE
LV		X*	25
COARTRO	X		10
FAMARA	X		25
STAPHIS	X*		40
ARTROVEN		X*	70
DELFO		X*	120
TOTAL	3	3	290

\* Se presentaron con equipo de cómputo

Otro aspecto cualitativo que se tomó para esta evaluación fue el número de asistentes a las ponencias y/o carteles en se presentaron los trabajos.

Los primeros cuatro trabajos se inscribieron al evento y fueron asignados en esa modalidad a partir de Artroven solicitamos que fueran en cartel, como se puede observar el cartel tiene mejores efectos para este tipo de trabajos.

Por otra parte se puede interpretar por los resultados mostrados, que contar con equipo de cómputo en la ponencia aumenta la asistencia.

Los resultados que se muestran en las siguientes tablas, son de una encuesta realizada a través de dos años a 5 grupos 4 de la materia de Zoología III y 1 de la materia Mamíferos Marinos.

TABLA 3

EVALUACION CUANTITATIVA GLOBAL DE LOS PROGRAMAS SUJETOS  
AL INSTRUMENTO  
57 REGISTROS

Presentacion	9.20
Facilidad de Manejo	9.60
Contenido	9.40
Apoyo a la Materia	9.00
Duración del programa	9.20
calificación promedio	9.28

TABLA 4.

EVALUACION POR PROGRAMA:

FAMARA  
12 REGISTROS

Presentacion	8.1
Facilidad de Manejo	8.9
Contenido	9.3
Apoyo a la Materia	9.7
Duración del programa	9.5
calificación promedio	9.1

TABLA 5

ARTROVEN

29 REGISTROS

Presentacion	9.5
Facilidad de Manejo	9.9
Contenido	9.3
Apoyo a la Materia	8.7
Duración del programa	8.9
calificación promedio	9.22

TABLA 6

DELPOS

15 REGISTROS

Presentacion	9.5
Facilidad de Manejo	9.7
Contenido	9.7
Apoyo a la Materia	9.7
Duración del programa	9.5
calificación promedio	9.62



Los datos de las tablas 3, 4, 5 y 6 muestran que los programas van siendo mejores cada vez, si consideramos que la calificación general de los programas evaluados con instrumento es de 9.22 y cronológicamente FAMARA tiene una evaluación de 9.1, ARTROVEN 9.22 y DELFOS 9.62 entre el primero y el último hay una diferencia de 0.5 en promedio.

De los resultados obtenidos en este trabajo podemos decir que existe una aceptación por parte de profesores y alumnos a este tipo de materiales.

**DESCRIPCION DE LA PROPUESTA PARA UNA  
ESTRATEGIA METODOLOGICA GENERAL  
PARA LA ELABORACION DE MATERIAL DIDACTICO POR COMPUTADORA**

**CARACTERISTICAS QUE DEBE TENER UN GRUPO DE TRABAJO PARA LA ELABORACION DEL MATERIAL.**

La elaboración de material didáctico por computadora es actividad que no se puede realizar de manera individual, debe existir un equipo de trabajo con las siguientes características; debe estar formado, por al menos, tres profesionales en las áreas de pedagogía, informática y en la disciplina que se quiera desarrollar, y quizá pensar en un cuarto profesionista, un diseñador gráfico. El papel de cada uno de ellos se debe enmarcar en los siguientes perfiles:

El especialista en pedagogía: Como función debe cubrir los aspectos didácticos que sean necesarios para que el usuario pueda adquirir o reforzar adecuadamente los contenidos del material que se elabore, por otra parte debe evaluar los resultados desde el punto de vista didáctico, debe tener experiencia directa en docencia (impartir clases).

El especialista en informática debe encargarse de los aspectos de programación, documentación y mantenimiento de los programas desarrollados, la captura, diseño y manejo de información proporcionada por los demás especialistas.

El especialista en la disciplina, tiene como responsabilidad proponer y desarrollar los contenidos del tema y la manera de abordarlos.

El diseñador gráfico debiera encargarse de los aspectos estéticos de los programas.

La secuencia de trabajo se presenta con una descripción general de cada parte y en los recuadros se hace una ejemplificación para la cual se eligió un tutorial de acaros.

#### 1. Detección de temas problema en la enseñanza de la Biología.

Para ello se requieren reuniones con las coordinaciones de materia, o con grupos de profesores, para la obtención de información referente a los temas de cada una de las materias por áreas, con base en la experiencia de los docentes conocer cuales tópicos podrían ser apoyados con materiales de este tipo, ver por ejemplo índices altos de reprobación y sus causas, necesidades de actualización de contenidos, complementación de temas extraculase, etc.

En la academia de Zoología III, un profesor señala que al abordar el tema de sobre la Diversidad de los acaros, hábitos alimenticios y forma de interacción, a los alumnos se le dificulta por la extensión y/o dificultad del mismo y que ha notado que el aprovechamiento de los alumnos no es el más adecuado, por tanto, se requiere que este sea apoyado por un material adicional. Los anteriores son elementos para entablar una discusión entre los profesores de la academia.

2. Elaboración del material de apoyo (impresos y programas por computadora como tutoriales, modelos, simulaciones etc.) como apoyo al proceso enseñanza- aprendizaje.

##### 2.1 Elección de un tema:

Los temas serán elegidos según las necesidades particulares de

cada materia en función de alguno(s) criterios: a) contenidos "difíciles" de manejar en clase, b) temas extensos, c) temas complementarios, d) actividades de retroalimentación.

Después de detectar los temas problema, para la elección de uno en particular debe considerarse la viabilidad. Como se señaló anteriormente, el equipo de trabajo de alguna manera es modificado para cada programa que se quiera realizar, al menos en relación al especialista en el tema a tratar, por lo tanto la viabilidad dependerá de si se puede conformar el equipo de trabajo, señalar que de existir un grupo expofeso, la viabilidad no se debería contemplar. Así mismo el equipo de que se disponga para la realización del mismo.

Del resultado de la discusión se podría hacer una evaluación y si se tienen elementos suficientes se elegiría este tema para ser desarrollado, obviamente que esto ocurriría en otras academias lo cual estaría sujeto a las prioridades en un contexto más general y se procedería a su elaboración.

## 2.2 Discusión sobre el contenido del programa

En este punto se discuten los objetivos que debe alcanzar dicho material, con base en ello, el contenido, la secuencia y la forma de abordar cada uno los contenidos.

Después de tener seleccionado el tema se reúne el equipo de trabajo, primero para seleccionar al especialista en el tema, el cual pudiera surgir de la misma academia, o bien de alguno de los laboratorios de investigación. No es privativo que sea un sólo especialista pueden ser más. Completado el equipo de trabajo conjuntamente con la academia se discutiría y definirían los objetivos, contenidos y secuencia de los mismos así como la manera de abordarlos; supongamos que después de esta discusión se llegó a lo siguiente:

**Objetivos:**

Proporcionar un material de apoyo extraclase, para la comprensión de la Diversidad de los acaros, sus hábitos alimenticios y formas de interacción.

## Contenido

Generalidades del grupo  
Clasificación taxonómica  
Especies reportadas para México

Hábitos alimenticios  
Hematófagos  
Fitófagos  
Herbívoros  
Carnívoros  
Necrófagos

## Formas de interacción

Parasitismo  
Foresia  
Depredación  
Otras

## Secuencia

La misma que en la definición de contenidos

## Forma de abordarlos

De lo general a lo particular

### 2.3 Selección y manejo de la información

Para la elaboración de un programa se debe tomar en cuenta que hay temas en los que existe un exceso de información y otros en los que no es accesible o escasa. Ante esta situación, la selección de la información compete a la experiencia del especialista en el tema a desarrollar, mientras que la organización y procesamiento de la misma es responsabilidad del especialista en informática, ambos deben encargarse de la búsqueda y captura. En este punto se deben definir los sitios de búsqueda y tiempos apropiados para ello, así

como, la cantidad y calidad requerida para cumplir los objetivos que se hayan planteado en el punto anterior.

Se recopiló información de las siguientes fuentes

- a) Libros personales de los profesores de la academia
- b) Búsqueda a través del sistema de red UNAM
- c) Artículos del acervo del especialista temático
- d) Artículos obtenidos por alumnos de la materia

Esta recopilación de información hace necesaria la selección de la misma, por ello, se realiza una primera selección, si ésta es todavía abundante se realizará una segunda, y así sucesivamente hasta obtener la información mínima necesaria para el desarrollo del tema. Por otra parte al mismo tiempo se hará la selección de esquemas y/o imágenes que se requieran para la mejor ilustración y comprensión del tema.

Una vez seleccionada la información el especialista en informática establece los formatos en los que deberá estar la información para un mejor manejo de la misma. Por ejemplo el informático establece que las definiciones deben tener un máximo de 10 renglones y 40 letras por renglón, las explicaciones un máximo de 20 renglones y 60 letras por renglón, y las imágenes deben ser fotocopias en blanco y negro y de tamaño de 7cm de largo x 5cm de ancho (por el equipo con que se cuenta).

#### 2.4 Selección del tipo programa de enseñanza a elaborar

La selección del tipo de programa a elaborar dependerá del tema a tratar, los métodos permiten una gama amplia para su elaboración, sin embargo el uso de cualquiera de ellos o una

combinación deberá abordar adecuadamente el tema, permitir modificaciones, poder interactuar con otros, así como brindar al usuario un verdadero apoyo en el tema tratado.

En este punto se tienen elementos suficientes para determinar el nombre que llevará el programa para este caso se decide llamarlo ACARIDA nombre de la clase de este grupo.

## 2.5 Asignación de tareas

Aquí se define quienes participan en la elaboración del material, quién será el coordinador del programa a elaborar, el cual deberá organizar, asignar las tareas de búsqueda y proceso de información así como fijar los tiempos para el desarrollo del mismo.



Teniendo los elementos necesarios para la elaboración del programa se nombra un coordinador, después de una reunión de trabajo se considerará que el especialista temático es la persona idónea para este.

El coordinador en una segunda reunión de trabajo, establece las siguientes actividades y la responsabilidad de cada participante. Al informático lo responsabiliza de la realización de las estructuras de bases de datos para el llenado de la siguiente información: bibliografía recabada, información de las imágenes que se van recabando, establecer los software de aplicación y la capacitación de los demás participantes para el óptimo aprovechamiento de los recursos, así mismo demostrar la estructura general que tendrá el programa y señalar los tiempos en que los demás participantes deberán entregarle la información para integrarla al programa.

Al pedagogo le fueron asignadas las siguientes actividades: hacer una evaluación sobre los métodos de enseñanza de los profesores de la academia, evaluar la actitud y aptitud de los alumnos de zoología III, revisar los temas que tienen relación con el tratado en el tutorial y revisar si éste tiene aplicación en otras materias, por otra parte realizar la evaluación preliminar al término del programa.

Al diseñador gráfico, le señala que en coordinación con el informático, realice las pantallas, imágenes, para la secuencia dentro del tutorial, así como hacer la selección de colores y estilos de letras, para la mejor presentación del programa.

El especialista temático además de coordinar las actividades, se responsabiliza de la revisión técnica de la información y la revisión de estilo.

Para todo el grupo de trabajo establece la calendarización de actividades y reuniones periódicas para evaluar los avances del programa.

## 2.6 Programación

Esta actividad corresponde directamente al especialista en informática el cual desarrollará lo siguiente, siempre considerando las observaciones y comentarios de los demás participantes.

### a) Diagrama de flujo del programa

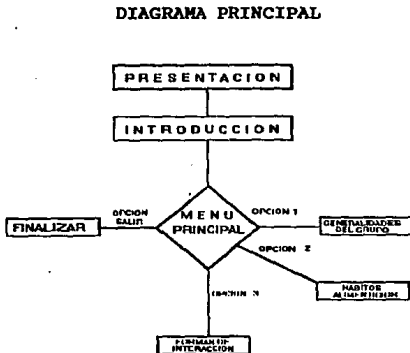


DIAGRAMA 1

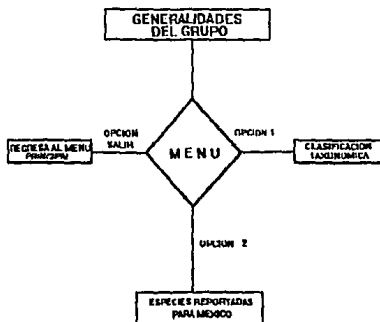
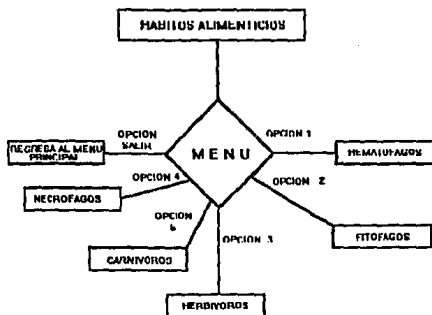
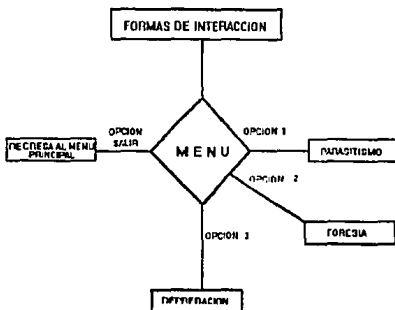


DIAGRAMA 2



### DIAGRAMA 3



#### b) Tipo interacción usuario-máquina

La interacción elegida para el tutorial es a través de menús con opciones las cuales permitan el acceso a submenús de manera que el usuario pueda elegir los temas que requiera.

#### c) Contenido del programa

Basado en la información recabada, se establece que el programa contendrá imágenes, un glosario de términos, un instructivo, 10 definiciones, 15 textos explicativos y 4 menús de selección, el número de cada uno de ellos dependerá de la magnitud del contenido.

d) Prueba del programa

En el programa se realizan procedimientos y funciones las cuales se pueden probar independientemente, por lo tanto al termino de cada uno ellos puede realizar pruebas parciales y al ser integrados estos realizar la prueba final.

e) Documentación del programa

El programa debe estar documentado para ello se abre un expediente donde se guardan la documentación recabada y otro en la computadora que incluya los archivos de textos, bases de datos o imágenes que se generaron.

f) mantenimiento del programa

Periodicamente se realizará mantenimiento del programa consistente en revisar, actualizar y/o adecuar contenidos, verificar su funcionamiento, detección de virus entre otros.

## 2.7 Evaluación del programa

En este punto se discute sobre la forma en que se hará la evaluación del material, la cuál deberá definir los métodos, instrumentos y parámetros a considerar, con el fin de obtener una evaluación objetiva del producto y realizar los ajustes correspondientes de ser necesarios.

En este punto se discute sobre la forma en que se hará la evaluación del material, la cuál deberá definir los métodos, instrumentos y parámetros a considerar, con el fin de obtener una evaluación objetiva del producto y realizar los ajustes correspondientes de ser necesarios.

## 2.8 Integración del producto en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Este punto corresponde a la difusión del producto final. Para ello se debe realizar sesiones demostrativas a profesores en áreas afines al producto elaborado.

Este punto corresponde a la difusión del producto final. Para ello se debe realizar sesiones demostrativas a profesores en áreas afines al producto elaborado.

## DISCUSION

Quizá la pregunta más importante de contestar es qué importancia tienen los programas de enseñanza por computadora?

Los elementos a discutir para valorar la importancia de los programas de enseñanza por computadora son los siguientes:

a) Qué es lo que existe en referencia a programas de enseñanza por computadora en biología.

b) Qué métodos técnicas e instrumentos se han desarrollado

c) Cómo la propuesta que se plantea en esta tesis puede realizar aportes al proceso enseñanza-aprendizaje en Biología.

d) Qué nos indica la evaluación de los programas realizados para este trabajo.

a) Los proyectos extranjeros que existen sobre educación a través de la computación, abarcan diferentes áreas del conocimiento. Esto indica que en otros países existe interés en la enseñanza por medios electrónicos en todos los niveles educativos y desde hace varios años.

Con respecto a lo que se encontró para nuestro país, esta actividad se está iniciando desde hace pocos años, considero que no de una manera general ni integral. Como se puede percibir en la introducción de esta tesis los esfuerzos de diversas instituciones no tienen una integración ya que están trabajando en direcciones diferentes, dadas las diferentes áreas, o bien en la misma dirección pero por separado. Obviamente dejan fuera otras áreas, por lo cual se puede sugerir que debiera realizarse un proyecto que permita reunir los esfuerzos y conducirlo de tal forma que sea general, además con la integración de diversas instituciones y las

relaciones de profesionales que se dieran en un proyecto de este tipo posibilitaria generar un proyecto integral.

b) A lo largo de este trabajo no se hace referencia extensa a los métodos, técnicas e instrumentos empleados en la elaboración de este tipo de material, sin embargo se percibe que son los mismos en los diferentes lugares donde se realizan proyectos de este tipo. La diferencia, considero, estriba en el apoyo institucional y en la formación de recursos humanos. También, que tanto los métodos, técnicas e instrumentos pueden ser adecuados a las necesidades de cada país, institución o individuo para poder elaborar materiales de enseñanza por computadora. Por ende la propuesta que se hace debe verse como un aporte al proceso de desarrollar programas de enseñanza tanto en biología como en otras áreas de conocimiento.

c) El primer aspecto de la propuesta es el equipo de trabajo, el cual debe ser interdisciplinario, especializado en su área de conocimiento y con una capacidad de integración de todos y cada uno de sus integrantes para una tarea en común que es el diseño, elaboración, evaluación y difusión de programas de enseñanza por computadora.

Considero fundamental esta integración para hacer que los programas sean generales e integrativos para el proceso de enseñanza-aprendizaje en biología. Esto no ocurrió durante la elaboración de los programas presentados en esta tesis, sin embargo esto no fue obstáculo para su realización, pero sí influyó en el tiempo de realización de éstos lo cual representó cuatro años de trabajo. A pesar de ser un tiempo considerable no se obtuvieron productos notables en relación con la cantidad de programas elaborados, pero sí en experiencia, la cual nos permitirá avanzar más rápido y en una dirección que posibilite aumentar el número de productos y la calidad de los mismos.



Con lo anterior podemos señalar que, si existe un equipo de trabajo con las características mencionadas, se podrá elaborar adecuadamente materiales de enseñanza por computadora en tiempos cortos. La pregunta sería se puede conformar un equipo con estas características ?, por supuesto que en una institución educativa como lo es la Facultad de Ciencias, fácilmente se puede conformar este equipo de trabajo. La siguiente pregunta sería si existe la disponibilidad institucional de formarla ?, por desgracia el apoyo a proyectos de docencia son pocos y las políticas actuales reducen la posibilidad a profesores dedicados a la docencia de encabezar un proyecto de investigación por lo requisitos establecidos. Por lo cual un proyecto que apoye la docencia está en desventaja con respecto a los proyectos de apoyo a la investigación.

En lo referente a la propuesta que se describió y ejemplificó en la descripción de la misma, vemos que la relación que debe existir entre el grupo de trabajo, profesores y alumnos debe ser permanente, para la detección de temas, elaboración del material, discusión de los contenidos, selección y manejo de la información para la realización de un programa por computadora. Lo importante de ésta, radica en que exista un proyecto general e integrador que dé la dirección adecuada para un desarrollo de la educación a través de medios electrónicos en las diferentes áreas de la biología.

d) Los mecanismos de evaluación deben ser exhaustivos, con instrumentos que permitan obtener datos confiables para una evaluación integral, que permitan ver el impacto que tengan los materiales entre los alumnos y profesores para los que sean diseñados, evaluar los contenidos y la forma en que se aborden, valorar el costo-beneficio de estos.

Por otra parte se tienen que confrontar los métodos tradicionales con éstos, para ello debe existir el proyecto con

apoyo institucional el cual al menos para biología no existe aún.

La evaluación dependerá de la generación y difusión de materiales. Hasta el momento existen pocos materiales de esta índole, los cuales apenas están en la etapa de difusión, obviamente me refiero a materiales de biología y a nivel licenciatura. Por ello los resultados obtenidos en este trabajo se deben considerar como resultados previos, los cuales distan mucho de dar un valoración integral de los mismos.

Después de que se realice una evaluación adecuada de los pocos materiales existentes, se tendrían que hacer estudios comparativos con otros medios de enseñanza, para ver realmente si existen diferencias entre ellos o bien si estos son realmente complementarios a los ya existentes u otros que se generen.

Con la evaluación preliminar realizada de los programas que se presentan en esta tesis, se ve una tendencia a ser aceptados por parte de los profesores y alumnos. Por otra parte, han ido mejorando en relación a su presentación y contenido, lo que se puede traducir en que cumplen con la función para lo que fueron elaborados.

En la bibliografía (18,1,3) se señalan ventajas y desventajas de materiales didácticos por computadora las cuales son:

**Ventajas:**

El alumno establece su ritmo de aprendizaje  
No se requiere físicamente del profesor todo el tiempo  
Se puede emplear las veces que se quiera  
Son informativos y formativos  
Es un apoyo para el profesor en temas difíciles o amplios

### Desventajas:

Se requiere de equipo de cómputo, tener las bases para poder manejarlo, a pesar de que la computadora ha pasado a ser un aparato electrodomestico, no se sabé que porcentaje de la población estudiantil cuente con una y que tan actualizado este este equipo. Tampoco se conoce que porcentaje de la población estudiantil tenga una educación en aspectos de computación y el nivel de éstos. Por otra parte, qué facilidades dan las instituciones educativas para que sus alumnos tengan acceso a los equipos de cómputo que éstas poseen y de haberlas si cubren o no la demanda estudiantil. A manera de ejemplo en el Departamento de Biología existe un laboratorio para estudiantes que tiene un demanda considerable que no satisface la creciente necesidad de los estudiantes.

A pesar de que no se tienen datos, también se percibe un rechazo de algunos profesores y alumnos a estos medios electrónicos, lo cual se puede explicar por no tener un instrucción computacional.

## CONCLUSIONES

Por lo señalado en la discusión podemos concluir que los programas de enseñanza por computadora tiene importancia, debido a las siguientes razones: primero, no existen materiales de este tipo para el nivel de educación superior en Biología.

El aporte de esta tesis es relación con los productos terminados, son de los primeros en México en el nivel que están planteados.

Segundo, porque se tienen los elementos necesarios para desarrollarlos, y con la estrategia metodológica que se propone y la experiencia adquirida durante la elaboración de esta tesis, se facilitará el desarrollo de programas de enseñanza por computadora de calidad y, muy factible, que también en cantidad.

Por el impulso adquirido los métodos, técnicas e instrumentos enmarcados en la tesis, así como las que se generen proporcionarán el incremento en la elaboración de materiales de enseñanza por computadora.

Estos materiales pueden usarse con una adaptación adecuada a las circunstancias propias de cada situación, lo que permitirá el desarrollo de este tipo de materiales.

Es de magnitud considerable el aporte de imágenes que hace esta tesis (260). Sin embargo el aporte más importante es el planteamiento de un proyecto general e integral y el desarrollo de una estrategia metodológica para el diseño, elaboración, difusión y evaluación de programas de enseñanza por computadora a nivel licenciatura en biología como apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje.

Se tienen que realizar evaluaciones más amplias. Sin embargo, con las realizadas nos permiten ver que los programas LV, COATRO, FAMARA, STAPHIS, se deben corregir y ampliar. Los programas ARTROVEN Y DELFOS están listos para integrarse al proceso enseñanza-aprendizaje en sus materias correspondiente y terminar MARINAS y ARGIA, con los cuales cerraremos un primer ciclo.

También se puede concluir que es necesario conseguir los recursos para mejorar el equipo de cómputo, instrumentar otras técnicas y con ello aumentar la calidad de los materiales ya que la calidad y cantidad está directamente relacionada con el equipo de cómputo, desde el punto de vista de la presentación de los programas, ya que la calidad en las temáticas y contenidos depende de los recursos humanos.

Involucrar al mayor número de profesores y alumnos para producir más materiales de este tipo en todas las materias.

Establecer comunicación con otras Instituciones y/o dependencias de la UNAM que estén realizando este tipo de materiales para e intercambiar experiencias.

Se requiere de un apoyo institucional para facilitar la integración de un equipo de trabajo y un equipo de cómputo de vanguardia que a su vez se actualice con la periodicidad requerida.

Por último, hay que reflexionar sobre el instrumento llamado computadora el cual nos permite apoyar diversos aspectos de la docencia y con imaginación crear métodos, técnicas e instrumentos que sean innovadores para la enseñanza, no sólo de la Biología sino de todas las áreas del conocimiento.

## LITERATURA CITADA

1. Mendez, M. J. 1979. Usos de la Computadora en la Educación Superior. Pefiles Educativos. No. 5 CISE. UNAM. 23-36 p.
2. S/A. agosto 1993. Las computadoras en la Educación Superior. Sección de Artículos de la Revista PC Magazine en Español. Vol. 4. No.8 s/p.
3. Suppes, P. 1966. The Uses Computers in Education, Scientific American, Vol. 215, 3, 207-220 p.
4. Conrade. C. J. and Patrick J.L. 1989. Hypermedia for Education in the sciences. Academic Computing 10-13, 52-57.
5. Cruz, M del C. G. 1989. Elaboración de un Tutor de Estadística por computadora, Tesis de Actuaría, Facultad de Ciencias, UNAM. 203. pp.
6. González G. M. 1993. Tutor de Distribuciones Estadísticas para computadoras personales. Facultad de Ciencias. UNAM. 377 pp.
7. Murguía, R.M. 1987. Clave para Familias (Magnoliophyta), presentes en México. Facultad de Ciencias UNAM. 36 pp.
8. Pelaez, G. A. 1989. Localización Geográfica por medio de Computadoras, Ejemplos de su Aplicación en Florística. Facultad de Ciencias UNAM. 50 pp.
9. Espinosa, L. N. 1992. La Computadora como Herramienta para el Diseño y elaboración de Materiales de Apoyo a la Enseñanza en Biología. 127 pp.
10. Parra, G. L. y J.A. Moreno H. 1990. Lesión Vascular. III Reunión Nacional de Histología del Seminario de Estudios Científico-Educativos en Histología "Santiago Ramón y Cajal". México D.F.
11. Moreno, H. J.A., I.M. Vázquez R. y J.L. Navarrete H. 1990. "Conociendo a los Artropodos" Resumen VI Conferencia Internacional " Las Computadoras en las Instituciones de Educación e Investigación". México D.F.
12. Vázquez R. I.M., J.A. Moreno H. y J.L. Navarrete H. 1991. "FAMARA: policlave para la determinación de familias de Aranae. XXVI Congreso Nacional de Entomología. Veracruz, Ver.

13. Navarrete, H. J.L., J.A. Moreno H. y I.M. Vázquez R. 1992 "STAPHYS" policlave por computadora para la identificación de familias de Staphylinoidea. XXVII Congreso Nacional de Entomología. San Luis Potosí, S.L.P.

14. Moreno H. J.A. y I.M. Vázquez R. 1993. "Atropodos Venenosos", XXVIII Congreso Nacional de Entomología. Cholula Puebla.

15. Moreno H. J.A. y C. Esquivel M. "Policlave ilustrada, por computadora, para la Determinación de Especies de las Familias de Delfines y Marsopas de México. XII Congreso Nacional de Zoología. Monterrey Nuevo León. 1993.

16. Galindo, M. N. y E. Alvarez P, 1992. "La Enseñanza de la Biología Animal: Analisis y Propuesta". Memorias del I Taller Iberoamericano sobre la Enseñanza de las Ciencias. Biológicas en la Educación Superior. La Habana, Cuba.

17. Berlang, G.D. 1981 A Guided Tour of Program Design Methodologies. IEEE Trans Computer. No. 5.

18. Moreno, H. J. y N. Galindo M. 1992. "La importancia del Uso de la Informática en el Proceso Enseñanza-Aprendizaje en Biología". Memorias del I Foro de Investigación Educativa.

19. González, G.J. y cols. 1994. "Diagnóstico de la Licenciatura en Biología del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. (primera versión)". 79 pp.

# A P E N D I C E I

## ACTUAL PLAN DE LA CARRERA DE BIOLOGIA

FACULTAD DE CIENCIAS (003)  
BIOLOGIA (22)

### CLAVE CRED. MATERIAS PLAN(1967) INCOMPATIBILIDADES

MATERIAS OBLIGATORIAS (359 Créditos)  
MATERIAS OPTATIVAS ( 45 Créditos)  
T O T A L (404 Créditos)

#### PRIMER SEMESTRE

0484	C 10	MATEMATICAS GENERALES I .....	Preparatoria
0205	C 18	FISICA GENERAL .....	Preparatoria
0643	C 12	QUIMICA GENERAL .....	Preparatoria
0241	C 09	GEOLOGIA .....	Preparatoria

#### SEGUNDO SEMESTRE

0485	C 10	MATEMATICAS GENERALES II .....	0484
0213	C 12	FISICO QUIMICA .....	0205-643
0644	C 12	QUIMICA ORGANICA .....	0643
0050	C12	BIOLOGIA GENERAL I .....	0484

#### TERCER SEMESTRE

0041	C 12	BOTANICA I .....	0050
0960	C 12	ZOOLOGIA I .....	0050
0049	C 12	BIOLOGIA CELULAR .....	0213
0055	C 12	BIOQUIMICA .....	0644

#### CUARTO SEMESTRE

0042	C 12	BOTANICA II .....	0041
0961	C 12	ZOOLOGIA II .....	0960
0280	C 12	HISTOLOGIA ANIMAL .....	0049
0016	C 12	ANATOMIA ANIMAL COMPARADA .....	Preparatoria

#### QUINTO SEMESTRE

0043	C 12	BOTANICA III .....	0041
0962	C 12	ZOOLOGIA III .....	0961
0169	C 12	EMBRIOLOGIA ANIMAL .....	0016

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



0200 C 12 FISIOLOGIA ANIMAL ..... 0016

SEXTO SEMESTRE

0044 C 12 BOTANICA IV ..... 0041-0043  
0963 C 12 ZOOLOGIA IV ..... 0962  
0040 C 12 BIOFISICA ..... 0205-0200  
0240 C 12 GENETICA ..... 0049-0055  
0045 C 12 BIOLOGIA DE CAMPO I ..... 191 Créditos

SEPTIMO SEMESTRE

0216 C 12 FISIOLOGIA VEGETAL ..... 0049-0055  
0600 C 12 PALEONTOLOGIA ..... 0044-0963-0241  
0402 C 12 ECOLOGIA GENERAL ..... 0044-0963-0241  
0051 C 12 \*BIOLOGIA GENERAL II ..... 263 Créditos  
0052 C 12 \*BIOLOGIA MOLECULAR ..... 263 Créditos  
0046 C 12 BIOLOGIA DE CAMPO II ..... 191 Créditos

NOTA:(\*) Una de estas dos asignaturas puede cursarse como obligatoria y la otra optativa.

OCTAVO SEMESTRE

Optativas

MATERIAS OPTATIVAS CIENTIFICAS Y HUMANIDADES  
SE DEBERA CUMPLIR UN MINIMO DE 45 CURENTA Y CINCO (CREDITOS)

0038 C 12 ANATOMIA VEGETAL ..... 0042  
0056 C 12 BACTERIOLOGIA GENERAL ..... 0055  
0064 C 10 BIOESTADISTICA ..... 0485  
0057 C 09 BIOGEOGRAFIA ..... 0963-0044  
0058 C 12 BIOLOGIA Y TECNICAS DE LABORATORIO ..... 0960  
0097 C 09 CARTOGRAFIA ..... 0241-0255  
0087 C 08 CLIMATOLOGIA ..... 95 Créditos  
0111 C 09 CONDUCTA ANIMAL ..... 0962  
0113 C 09 CONTAMINACION AMBIENTAL ..... 0402  
0108 C 12 CULTIVO DE ORGANISMOS ACUATICOS ... 0962-0043  
0126 C 03 DIBUJO APLICADO A LA BIOLOGIA ... 95 Créditos  
0123 C 09 DIDACTICA DE LA BIOLOGIA ..... 95 Créditos  
0403 C 12 ECOLOGIA GENERAL II ..... 0402  
0180 C 12 EDAFOLOGIA ..... 0241  
0179 C 12 ENTOMOLOGIA GENERAL ..... 0961  
0404 C 12 EVOLUCION ..... Preparatoria  
0238 C 12 FICOLOGIA ..... 0042  
0220 C 09 FISIOLOGIA GENERAL ..... 0049  
0221 C 09 FOTOGRAFIA Y MICROFOTOGRAFIA .... 95 Créditos

0218	C 09	FOTOINTERPRETACION .....	0255-0097
0255	C 09	GEOGRAFIA FISICA GENERAL .....	0241
0256	C 09	GEOLOGIA HISTORICA .....	0600
0283	C 12	HIDROBIOLOGIA .....	0041-0960
0289	C 06	HISTORIA DEL MEXICO CONTEMP. ...	Preparatoria
0345	C 12	ICTIOLOGIA .....	0962
0358	C 12	INMUNOLOGIA .....	0055
0338	C 06	INTRODUCCION A LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS BIOLOGIAS .....	95 Créditos
0361	C 12	INTROD. A LA MICROSCOPIA ELECTRONICA ...	0049
0337	C 09	INTROD. A LA OCEANOGRAFIA .....	0241
0500	C 10	MATEMATICAS GENERALES III .....	0485
0886	C 09	METODOS DE ENSEÑANZA EN BOTANICA .	95 Créditos
0495	C 12	MICOLOGIA GENERAL .....	95 Créditos
0494	C 09	MINERALOGIA Y PETROGRAFIA .....	0241
0523	C 12	NEUROBIOLOGIA .....	0200
0579	C 12	ORIGEN DE LA VIDA .....	0055
0578	C 12	ORNITOLOGIA .....	0963
0604	C 12	PARASITOLOGIA GENERAL .....	95 Créditos
0640	C 12	QUIMICA ANALITICA .....	Preparatoria
0682	C 12	RADIOBIOLOGIA .....	0240
0685	C 06	RAICES GRIEGAS Y LATINAS .....	95 Créditos
0680	C 06	RAICES GRIEGAS Y LATINAS .....	Preparatoria
0683	C 12	RECURSOS NATURALES .....	95 Créditos
0753	C 12	SEDIMENTOLOGIA .....	0241
0727	C 12	SEDIMENTOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA .....	0241
0951	C 12	SEMINARIO DE CIENCIA Y SOCIEDAD. Preparatoria	
0954	C 12	SEMINARIO DE CIENCIA Y SOCIEDAD II .....	0951
0982	C 10	SEMINARIO DE LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA I ... .....	Preparatoria
0983	C 10	SEMINARIO DE LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA II .. .....	0982
0987	C 10	SEMINARIO DE LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA III .. .....	0982
0987	C 10	SEMINARIO DE LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA IV .. .....	0987
0769	C 09	TECNICAS EN MICROSCOPIA .....	95 Créditos
0938	C 09	TECNICAS DE LABORATORIO .....	95 Créditos
0768	C 09	TECNICAS DE RADIOISOTOPOS .....	95 Créditos
0844	C 06	VERTEBRADOS .....	0962
0843	C 12	VIROLOGIA .....	0043

## A P E N D I C E I I

### LISTADO DE UNA BUSQUEDA ELECTRONICA

Host rigel.acs.oakland.edu (141.210.10.117)  
Last updated 12:13 18 jul 1993.

Location: /pub2/cmp  
DIRECTORY drwxr-xr- 512 bytes 00:00 4 jun 1992 education

Host sics.se. (192.16.123.90)  
Last updated 12:13 18 jul 1993.

Location: /pub/info-mac/info/sft  
DIRECTORY drwxr-xr- 512 bytes 00:00 4 jun 1992 education

Host sics.se (192.16.123.90)  
Last updated 12:13 18 jul 1993.

Location: /pub/info-mac/info/sft  
FILE -rw-r--r-- 6091 bytes 13:00 11 jun 1993 educational-  
software-kids.txt

Host src.doc.ic.ac.uk (146.169.2.1)  
Last updated 22:44 31 May 1993.

Location: /computing/systems/ibmpc/wsmr-simtel20.army.mil  
DIRECTORY drwxr-xr- 5632 bytes 04:09 30 May 1993 education

Host src.doc.ic.uk (146.169.2.1)  
Last updated 22:44 31 May 1993.

Location: /computing/sytems/mac/sumex/info/app  
FILE -r--r--r-- 5250 bytes 15:18 30 Apr 1993 educational-  
medical-software.txt

Host src.doc.ic.ac.uk (146.169.2.1)  
Last updated 22:44 31 May 1993.

Location: /computing/sytems/mac/sumex/info/app  
DIRECTORY drwxr-xr-x 2048 bytes 04:21 4 jun 1992 education