

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



**PROGRAMA DE COMPUTADORA PARA APOYO DE LA
ENSEÑANZA DE CINETICA QUIMICA**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA QUIMICA
P R E S E N T A :
RENATA HERRERIAS FRANCO

MEXICO, D. F.

SEPTIEMBRE 1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

Indice

Introducción.....	I
1. La Computadora como herramienta en la educación.....	1
1.1 La computadora.....	1
1.2 La computación en México.....	1
1.3 Tecnología educativa.....	3
1.4 La computadora en la educación.....	5
1.4.1 Antecedentes.....	5
1.4.2 Papel de la computadora en el proceso de enseñanza aprendizaje.....	7
1.5 Ventaja en el uso de sistemas E.A.C.....	13
1.5.1 Sistemas expertos e inteligencia artificial.....	15
1.5.2 Multimedia.....	16
1.5.3 La computadora frente a otras herramientas educativas.....	17
1.6 Limitaciones de los sistemas E.A.C.....	19
2. Algunas experiencias en el uso de sistemas E.A.C.....	21
2.1 La computadora en la enseñanza de las ciencias, El Sistema PLATO IV.....	21
2.2 Experiencias con el uso de programas de química.....	23
2.2.1 KC? DISCOVER.....	23
2.2.2 Experiencias en E.A.C. en la Universidad de Clemson, South Carolina.....	25
2.3 El proyecto Shakespeare, Universidad de Stanford.....	28
2.4 Proyectos multimedia.....	31
2.5 Proyecto TOAM de aritmética.....	32
2.4 Proyectos en la U.N.A.M.: Grupo Transdisciplinario para la Investigación de la Comunicación y la Cultura.....	36
3. Metodología para la creación de un programa educativo.....	40
3.1 Características de un programa educativo.....	40
3.2 Metodología de trabajo.....	44

3.2.1	Detección de necesidades y justificación del programa.....	45
3.2.2	Determinación de objetivos y selección de tema y contenidos.....	46
3.2.3	Selección de herramientas para elaborar el programa.....	47
3.2.4	Elaboración del guión y diagrama de flujo para el programa.....	49
3.2.5	Creación y edición del programa.....	53
3.2.6	Implementación y evaluación.....	54
4.	Descripción del contenido temático.....	55
4.1	Detección de necesidades y justificación del programa.....	55
4.2	Objetivos del programa.....	56
4.3	Selección del contenido temático.....	57
4.3.1	Determinación del orden de reacción y constante de rapidez.....	57
4.3.2	Tiempo de vida media.....	60
4.3.3	Efecto salino primario.....	62
4.3.4	Efecto de la temperatura.....	64
4.3.5	Catalisis homogénea.....	69
5.	Descripción del programa, funcionamiento y manejo.....	73
5.1	Selección de herramientas para la creación del programa.....	73
5.2	Guión y diagrama de flujo.....	75
5.3	Elaboración del programa.....	86
5.4	Funcionamiento y manejo del programa.....	93
6.	Conclusiones.....	96
7.	Bibliografía.....	102

INTRODUCCION

El siglo se ha caracterizado por ser la era de la información excesiva. Gracias a los milagros tecnológicos de comunicación que se han dado en este siglo, gozamos de un acceso instantaneo a más información de la que podemos captar. Por ello ha surgido la necesidad de tener un dispositivo tecnológico dedicado exclusivamente a almacenar, clasificar, seleccionar, comparar, combinar y presentar información a alta velocidad. Este dispositivo es la computadora, que desde hace varios años ha irrumpido con gran fuerza en casi todos los ambitos del quehacer humano.

Las repercusiones de la computación han sido tan significativas, que han acelerado la llamado revolución tecnológica del siglo XX. Las computadoras personales han dejado de ser una simple curiosidad para apasionados de la electrónica y se han convertido en un producto absolutamente cotidiano, y de gran valor para cualquier campo de trabajo, y que se encuentra en todas partes.

La escuela no ha sido la excepción. La década de los 80's se caracterizó por la extensión del uso de la computadora en los centros de enseñanza y la propia informatización de las aulas.

El uso de nuevas tecnologías en las aulas ha sido motivo de polémica. Por otra parte se ha hecho presente un sentimiento de angustia ante un saber que se percibe demasiado complejo para el marco escolar. Este sentimiento conlleva una gran desconfianza hacia el nuevo medio tecnológico, y es más marcado hacia las computadoras que hacia otros aparatos electrónicos (videocaseteras, televisión, grabadoras, proyectores, entre otros).

Actualmente resulta evidente que el querer usar las computadoras en centros educativos, no persigue la formación de millones de programadores, o de cientos de maestros programadores. Más bien busca aprovechar el gran potencial

de manejo de información que puede tener una computadora para enriquecer y completar la enseñanza. Se debe considerar como un auxiliar didáctico más que como un saber en sí mismo.

El uso de una computadora como apoyo a la enseñanza no pretende reemplazar la acción conjunta del profesor y el libro de texto, ni tampoco cuestiona la eficacia de éstos. Por el contrario, trata de complementarla y apoyarla. Permite aplicar soluciones creativas a tópicos que continúan inculcándose sólo en la memoria o en un plano demasiado teórico y que antes resultaban sumamente tediosos.

Las computadoras se convierten también en un instrumento de trabajo que contribuirá más adelante al desarrollo intelectual y social del alumno, debido a que hoy día la mayoría de las actividades del ser humano se respaldan con equipos informáticos.

Muchos educadores han mostrado aversión al uso de cualquier tipo de sistema computacional para educar, principalmente por no conocer sus posibles aplicaciones y por el temor de verse desplazados. No obstante la mayor parte de ellos ven la computadora como una herramienta complementaria al proceso educativo.

Así pues, el uso de los ordenadores ha creado opiniones encontradas o radicales, en muchos casos infundadas, respecto a las ventajas e inconveniencias de su aplicación en el salón de clases. No obstante, los profesores están tratando de aprovechar los adelantos de esta nueva era tecnológica para mejorar la enseñanza de niños y adultos. Hacia esa dirección, se encaminan las microcomputadoras, los videodiscos, los sistemas expertos, la inteligencia artificial y los discos compactos.

A pesar de las múltiples opciones que nos ofrece la tecnología actual, son pocos los centros de estudios en el país que han implementado la alternativa pedagógica de la computadora. Aún se considera una herramienta novedosa y

desconocida, no obstante su utilización generalizada data de principios de la década de los 80. Los motivos de ello son muchos. Por un lado el elevado costo de los equipos, y la falta de recursos económicos de los centros educativos y universidades. Por otro el desconocimiento de las alternativas y las ventajas que representa utilizar computadoras para apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje.

Todavía es escasa la literatura y bibliografía que hay respecto al tema, y más aún en lo que se refiere a México. Por tal motivo, el fin que persigue el presente trabajo, es hacer una recopilación de experiencias, tanto a nivel nacional como internacional, de los maestros e instituciones que ya han utilizado la instrucción asistida por computadora. Y conjuntamente hacer una propuesta de un programa educativo para implementarlo dentro de la Facultad de Química de la Universidad.

En la mayoría de las materias que se imparten en esta Facultad, la computadora juega un papel esencial como herramienta de trabajo, ya sea como procesador de texto u hoja electrónica o para realizar programación de alto nivel. Son muchos los alumnos que utilizan la computadora para facilitar la elaboración de trabajos y tareas. Sin embargo pocas veces se les ha planteado la alternativa de utilizarla para aprender, para resolver sus dudas o para repasar algún concepto de clase.

En el caso de los profesores, es a través de esta tecnología que podrían aprovechar las horas de clase para proporcionar más formación que información. No se ha puesto a su alcance la computadora para apoyar sus asignaturas, para evaluar a los alumnos, para preparar su clase, para ilustrarla, para dejar tareas o para ofrecer nuevos retos a sus educandos.

En los primeros capítulos se describen los conceptos de tecnología educativa e instrucción asistida por computadora. Se hace un análisis de las ventajas y desventajas de estos sistemas. Se narran algunas experiencias de

instituciones que ya las han utilizado y se describen las características de un programa educativo y el método para crearlo.

Los últimos capítulos se refieren a la creación del programa para apoyo de la enseñanza de Cinética Química. Se describen los objetivos y el contenido temático. Aparece el guión y los diagramas de flujo del programa y, finalmente, se explica el funcionamiento del mismo.

La tecnología computacional ha sido sin lugar a dudas, fundamental para el desarrollo de nuestra sociedad actual. Pero lo más importante es que constituye la base para su desarrollo. No importa el área central de nuestra actividad. Las revistas especializadas y de divulgación nos hablan siempre de alguna aplicación computacional novedosa a las acciones concretas en nuestro campo.

El intelecto humano y las máquinas han formado una unión indisoluble para ampliar nuestra sensibilidad ante el universo, acelerar la producción de conocimiento y difundirlo a la sociedad.

CAPITULO 1

LA COMPUTADORA COMO HERRAMIENTA EN LA EDUCACION

1.1 La Computadora

Se puede definir la computadora como una máquina automática de tratamiento de información, capaz de efectuar operaciones aritméticas y lógicas, que funciona bajo el control de un programa previamente registrado. Es un equipo que tiene un conjunto de circuitos electrónicos integrados, con una función específica que están conectados entre si y son capaces de operar automáticamente. La computadora trabaja con la información, ejecuta operaciones a gran velocidad que son controladas por los programas.

La parte más importante de una computadora es el procesador central. Es el encargado de efectuar las operaciones lógicas y aritméticas. Asociada al procesador, tiene la memoria, que funciona como un almacén en el que se guardan las instrucciones y los datos. Cuenta además con los dispositivos llamados de entrada/salida, como son el teclado, la pantalla, y la impresora, con los cuales se efectúa la comunicación con el usuario. Cuenta con las unidades de discos, donde se puede almacenar información en los discos magnéticos de tal forma que pueda conservarse.⁽¹⁾

1.2 La computación en México

La historia de la computación en México se inició con la instalación de una máquina de registro unitario que obtuvo Ferrocarriles Nacionales de México en

¹ Sierra Javier, Apuntes de Informática, México 1989

1927, un año antes que la IBM ⁽²⁾ inaugurara su primera planta en el país, destinada a la producción de tarjetas perforadas para máquinas tabuladoras. En 1928 el Banco de México y la compañía manufacturera de papel San Rafael adquirieron equipos de computación, fabricados también por IBM. La compañía de Luz y Fuerza, el Departamento Central, Petróleos el Aguila y el departamento de estadística, también instalaron computadoras de este tipo.

Los primeros procesadores electrónicos, que pertenecen a la primera generación, se instalaron en la Universidad Nacional Autónoma de México, en el Centro de Cálculo electrónico, fundado en 1958. En los años sesenta, el Instituto Mexicano del Seguro Social adquirió un sistema de IBM, único en toda América Latina, y para 1961 el Instituto Politécnico Nacional (IPN), creó el Centro Nacional de Cálculo, donde se instaló una computadora con circuito de bulbos. En 1964, el Instituto Tecnológico de Estudios superiores de Monterrey (ITESM), le secundó instalando su primer equipo de computo.

En la etapa inicial, la computadora se constituyó como un instrumento de cálculo en apoyo a la resolución de problemas en la áreas de ingeniería y ciencia básicas. Con la creación de los primeros programas de especialización, la licenciatura en el ITESM y la maestría en IPN, a finales de los sesentas, se inició otra etapa de la computación: su introducción en el sistema educativo. En los primeros años de la década de los setenta la asignatura de computación ya formaba parte de los cursos complementarios obligatorios en la Universidad Iberoamericana. Por las mismas fechas, la Universidad la Salle incorpora los estudios de computación. Desde los planes de estudio del Proyecto 71 en la Facultad de Química ya se estudiaba computación como materia optativa.

Así, cada vez más la computación va expandiéndose en el país. Las grandes empresas empezaron a incursionar en el uso de la computadora, por lo que

² International Business Machines

comenzó a requerirse equipos más rápidos y pequeños, así como desarrollar mejores métodos de programación.

El precio más accesible de la computadoras fue una de las principales características que influyó para que comenzaran a popularizarse dentro de las escuelas. Esto permitió a las nuevas generaciones acercarse a esta tecnología.

Hoy día muchas escuelas y universidades en México se valen de computadoras para educar. Los planteles oficiales han introducido gradualmente computadoras y programas educativos. Algunos de ellos todavía a nivel experimental para los grados medio y medio superior. Empresas como IBM, realizan importantes convenios y proyectos con instituciones educativas a fin de introducir la computación en la escuela, así como de compartir experiencias para el uso óptimo de esta tecnología.

1.3 Tecnología Educativa

El uso de la computadora como un medio de apoyo a la educación, ha sido uno de los principales objetos de estudio de la llamada "tecnología educativa", dado que en muy pocos años ha demostrado tener un gran potencial dentro de esta área y, por otro lado, es la herramienta que más polémica y discusiones a causado y de la que más se ha cuestionado su utilidad.

"Tecnología educativa" se define como "La aplicación sistemática de los recursos del conocimiento científico al proceso que necesita cada individuo para adquirir y utilizar conocimientos"⁽³⁾. Es "un conjunto de procedimientos, técnicas, instrumentos y medios, derivados del conocimiento, organizados sistemáticamente en un proceso, para obtener productos o resultados educativos de manera eficaz y repetible".⁽⁴⁾

³ UNESCO

⁴ Congreso Nacional de Investigación Educativa, México 1982, Mesa de trabajo # 8

Sus objetivos principales son:

- 1) Enseñar a más gente
- 2) Enseñar más cosas
- 3) Enseñar más profundamente
- 4) Enseñar en menos tiempo
- 5) Enseñar al menor costo posible

La función que persigue la tecnología educativa es la de ofrecer un estudio activo y una asimilación individualizada, para acomodarse a diferentes estilos de aprender, diferentes ritmos de asimilación y variedad de intereses, que serían mejor satisfechos a través de programas confeccionados a la medida de cada alumno. Se busca que ayude a amoldarse a más tipos diferentes de alumnos, a satisfacer toda la diversidad de intereses, basándose en lo que el alumno busca y en lo que más le conviene. Las herramientas deben ser de utilidad más que para el maestro, para el alumno. Dicho de otra forma, la meta de la educación es "aprender", no enseñar, por lo tanto la función de la tecnología educativa, no es "enseñar", sino "facilitar la operación de aprender".⁽⁵⁾

Esta función conlleva la optimización del sistema educativo, es decir, elevar la calidad de servicios educativos, ampliar la cobertura en cuanto a población atendida y reducir los costos que esto implica. La tecnología educativa está apoyada en los siguientes principios:

- 1) Los objetivos de cualquier sistema educativo se deben diseñar para provocar cambios de conducta en los estudiantes, para capacitarlos mejor a enfrentarse a la vida, y para disfrutarla en mejores condiciones.

⁵ Raw Isaias, "La tecnología Educativa aplicada a la enseñanza de las ciencias en los países en vías de desarrollo", en "Nueva Tecnología en la Enseñanza de las Ciencias", ed. Teide/ed. de la UNESCO, París 1975, pág. 421.

- 2) Si no se logran los cambios de conducta esperados, el responsable es el curso, el programa y por lo tanto el diseñador.
- 3) Se busca siempre el triunfo del estudiante, que es también el del profesor.
- 4) Se asume que diferentes estudiantes aprenden de diferentes formas y a distintas velocidades.
- 5) Se asume que las diferentes destrezas, habilidades, conocimientos y entendimientos, son adquiridos por los estudiantes de diferentes maneras.
- 6) Los varios elementos que se pueden usar en la instrucción, tienen en sí mismos diferentes características de aprendizaje.
- 7) Cualquier sistema de enseñanza-aprendizaje debe ser autocorrectivo, debe tener algún elemento de autoevaluación y retroalimentación para poder ser mejorado.⁽⁶⁾

La tecnología educativa, ha llevado a estudiar con más detalle los posibles usos de la computadora en el salón de clase, así como a diseñar cada vez mejores programas educativos acordes a las necesidades de cada estudiante.

1.4 La computadora en la educación

1.4.1 Antecedentes

Durante la década de los 50, Skinner introdujo un nuevo elemento significativo en el campo de la instrucción personal con ideas sobre la enseñanza. Ante la necesidad de instruir a gran cantidad de personas, con diferentes niveles de desarrollo, surgió la enseñanza programada, basada en el principio de que "las materias deben enseñarse en orden de dificultad creciente y que pueden dividirse en pequeñas unidades de información. Para reforzar lo aprendido, el educando

⁶ Briseño Gabriela, "La tecnología educativa y la problemática educativa", Memorias del II Congreso Internacional de ciencias de la educación, Universidad de Monterrey 1990, pág. 16 y 17

puede hacer su propia corrección. Se pasa así de una pregunta a otra."⁽⁷⁾

Los principios en que se fundamenta el sistema son los siguientes.

- 1) Determinar cuál es el comportamiento final que se desea y escoger la secuencia de comportamientos específicos que se consideren indispensables para lograr el comportamiento final.
- 2) Hacer que el estudiante dé respuesta inicial por imitación o por cualquier otro medio, como una pista o una insinuación.
- 3) Llevar al estudiante gradualmente a través de una serie de pasos, de tal manera que cada comportamiento o respuesta vaya conduciendo al comportamiento definitivo que desea.
- 4) "Reforzar las respuestas mediante un programa adecuado, de tal manera que cada una de ellas quede totalmente establecida".⁽⁸⁾

Con base en estos principios, se elaboraron varios modelos de máquinas de enseñar, pero dada la gran cantidad de tiempo que requerían para su preparación, su rigidez e inflexibilidad, éstas máquinas dejaron de funcionar.

En los años 60 apareció la computadora como alternativa y solución a los problemas de las máquinas de enseñar. Sin embargo en los años 70 el entusiasmo por la enseñanza programada se derrumbó definitivamente.

Estados Unidos fue uno de los primeros países en el mundo en realizar proyectos a nivel nacional para introducir computadoras a las escuelas. Uno de los más importantes fue TICCIT, que se llevó a cabo por primera vez en los años setenta, en dos colegios públicos, con vistas a extenderla rápidamente por todo el país. Sin embargo, no causó impacto significativo y no hubo señales de amplia adopción en otras instituciones educativas. Hoy día este sistema se destina a la

⁷ Luengo Pascual Luis, Pons I Dupran Ma. Dolores, "La enseñanza por computador", ediciones Orbis, Barcelona 1986, pág. 10

⁸ Klausmeier-Goodwin, "Psicología Educativa: Habilidades Humanas y aprendizaje", Ed. Harla, México 1977, pág. 113.

educación a domicilio de niños minusválidos y al entrenamiento militar, en Nueva York.

Fue la concepción del software con criterios demasiado rígidos, lo que causó el rechazo de los gigantescos proyectos de Enseñanza Asistida por computadora. TICCIT pretendió revolucionar la educación con el uso indiscriminado de terminales de ordenador.

Las primeras concepciones de la Enseñanza Auxiliada por Computadora se han apoyado en el antiguo modelo en el que el maestro es el transmisor de conocimientos y el alumno es un receptor.

Proyectos como TICCIT demostraron que el cambio y la introducción de la tecnología a la educación, no consistía en generar un producto de consumo generalizado con manufactura de tipo industrial, ni reemplazar al profesor "humano", por un profesor automatizado y computarizado. Actualmente, la computadora no substituye al maestro en esta tarea de transmisión de conocimientos. Por el contrario, funciona como un instrumento más para reafirmar, apoyar y facilitar el proceso de aprendizaje. El maestro entonces funciona como un facilitador de condiciones en las que el alumno se responsabiliza por su propio aprendizaje. El profesor asume la responsabilidad de poner a la disposición de los alumnos las ventajas de las nuevas tecnologías para los programas de estudio. El cambio en el papel del profesor determina un papel más activo para el alumno, que interviene ahora directamente en los procesos de aprendizaje.

1.4.2 Papel de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje

La computadora en la enseñanza puede abarcar dos grandes modalidades en cuanto a actividades se refiere.

- Las que tienen que ver con la computadora como objeto de estudio, es decir

"alfabetización informática" .Ello comprende el funcionamiento físico y lógico de las computadoras. Abarca el aprendizaje de lenguajes de programación como BASIC, Pascal, Logo, de programas de propósito general procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos, que no implican conocimientos de programación; o incluso actividades en las que la computadora funciona como instrumento de control o medida.

- Por otro lado, las que tienen que ver con la computadora como instrumento de apoyo a materias no relacionadas a la computación. Esto significa, aquellas actividades donde la computadora sirve para cumplir determinados objetivos educativos, sin que ésta los perturbe. El fin es enseñar física, matemáticas o historia, pero no computación.⁽⁹⁾

Generalmente se designan como programas de Enseñanza Asistida por Computadora (EAC) los programas de aplicación didáctica. Este concepto suele abarcar un variado repertorio de aplicaciones educativas, muchas de ellas potencialmente interesantes. También se utilizan las siglas CAI (Computer Assisted Instruction) para designar cualquier aplicación de una computadora en educación. De entre estas aplicaciones destacan,

- 1) Ejercicios y prácticas,
- 2) Programas de demostración,
- 3) Programas de simulación,
- 4) Sistemas expertos,
- 5) Sistemas de diálogo,
- 6) Juegos educativos,
- 7) Evaluaciones y tests.

⁹ Lowy Frutos Ernesto, Robles Cid J.Luis, Gallego Palomero A.E., "Propuesta de integración de software educativo en los currículos de Física, Química y Matemáticas", España 1990.

1) Ejercicios y prácticas por computadora

Tomando en cuenta que la ejercitación de ciertas habilidades es siempre imprescindible, existe un amplio campo de aplicación para las prácticas y ejercicios realizados en computadora, siempre y cuando éstos se adapten flexiblemente a la metodología de cada docente. Estos programas deben liberar al alumno de tareas puramente memorísticas. El factor motivación del estudiante es fundamental para juzgarlos.

Este tipo de aplicaciones se usa principalmente en las áreas de matemáticas, física, química e idiomas. Se pueden hacer ejercicios de asociación y acoplamiento; realizar actividades de descubrimiento, como forma de presentación que permite al alumno descubrir información o establecer nuevas relaciones. Pero corresponderá siempre al profesor decidir si el ejercicio justifica el uso de la computadora o su realización sería más práctica usando métodos convencionales como papel y lápiz o pizarrón y gis.

2) Programas de demostración

Existen varias clases de programas de demostración. Muchos son de tipo tutorial y se limitan a presentar nueva información. Otros sirven para ejemplificar o ilustrar conceptos previamente estudiados. Generalmente su estructura es secuencial, sin embargo también pueden ofrecer otras formas de presentación, como índices de actividades o menús.

Los programas tutoriales presentan información como en un libro, bajo el control del alumno. Pueden presentar algunas interacciones, como pedir una respuesta o reforzar algún tema. Son útiles para presentar conceptos elementales e información que es indispensable memorizar.

Estas aplicaciones son apropiadas para ser usadas a manera de pizarrón electrónico, por la gran capacidad de la computadora de incluir representaciones

gráficas, con animación o movimiento, junto con su gran capacidad y rapidez de cálculo.

3) Programas de simulación

Estos programas pueden convertir a la computadora en un micro-laboratorio artificial. A diferencia de los programas de demostración, las simulaciones por ordenador facultan al alumno para introducir datos y variables, y para manipular elementos que intervienen en la experiencia, modificando el resultado del experimento.

Las simulaciones pueden referirse a actividades, procesos y fenómenos relacionados con la naturaleza, la ciencia, la técnica, la industria, el comercio, etc.

Los procesos y fenómenos simulados constituyen modelos o esquemas tomados de la realidad, pero no deben confundirse con la experimentación directa de los hechos reales. El contacto directo con la realidad, cuando resulta viable, no puede ser substituido por ningún experimento realizado en computadora. Pero explorar el espacio exterior, adentrarse en los pliegues geológicos de la tierra o controlar la trayectoria de un satélite no son experiencias que estén al alcance de los estudiantes en la vida real.

La simulación de un experimento de química, por ejemplo, puede incluir una serie de reacciones que podrían resultar muy costosas, complicadas o peligrosas de realizar en un laboratorio. Otra variante de programas de simulación es la de aquellos que simulan una actividad real y cotidiana, con frecuencia de carácter profesional. Existen programas de este tipo para aprender a operar un pequeño comercio o grandes almacenes, para diseñar políticas de mercadotecnia y estudiar las consecuencias de determinadas operaciones comerciales.

Los programas de simulación exploran situaciones presentadas mediante secuencias gráficas, fijas o dinámicas, que evolucionan según la táctica que

aplique el alumno para resolver cada caso. El objetivo de esta modalidad de aprendizaje es reflejar la importancia de los distintos factores que intervienen en un determinado proceso, y descubrir la naturaleza de las condiciones que posibilitan su modificación.

5) Sistemas Expertos

Son programas basados en una forma de programación más "inteligente", que a veces tiene la capacidad de "aprender" nuevos datos o relaciones durante la ejecución de un programa. El desarrollo de estos programas se halla estrechamente relacionado con el campo de la investigación en inteligencia artificial (IA). No todos los sistemas expertos tienen como finalidad la enseñanza. A veces solo se crean para prestar ayuda a profesionistas.

Para la programación de sistemas expertos pueden utilizarse lenguajes tradicionales de programación. Pero la tendencia actual se orienta principalmente al desarrollo de lenguajes más adaptados para la creación de estos sistemas, y más flexibles para crear programas de inteligencia artificial.

6) Sistemas de diálogo

Los sistemas de diálogo tienen dos modalidades. Cuando la computadora tiene la iniciativa, el programa presenta un cuestionario seleccionado al azar, entre las muchas preguntas que el sistema es capaz de formular a partir de unos datos básicos. En la segunda modalidad, el estudiante decide interrogar al programa sobre cualquier información y el sistema, mediante reglas de producción o inteligencia artificial, puede contestar a preguntas cuyas respuestas no hayan sido previstas.

7) Juegos educativos

Los juegos educativos tienen mucha aplicación en la EAC, se prestan a crear actividades lúdicas, por ejemplo basadas en textos o listas de palabras para la enseñanza de idiomas. Muchos juegos educativos ofrecen al profesor la posibilidad de introducir el contenido dentro de un formato de programa fijo.

El elemento lúdico suele convertir un ejercicio en un desafío motivador. El alumno considera a la computadora como un adversario al que puede ganar. Los juegos pueden tener también desventajas. Tanto el alumno como el profesor pueden confiar demasiado en el funcionamiento automático de las actividades como mecanismo de aprendizaje. Para evitar el riesgo de un aprendizaje poco profundo, es conveniente que las clases incluyan actividades donde se reafirme lo aprendido por medio de la computadora.

- Programas de evaluación

La evaluación de los alumnos siempre ha sido fuertemente cuestionada en el proceso de aprendizaje, por las implicaciones discriminatorias de muchas pruebas y exámenes. De modo que se corre el riesgo que un programa de evaluación o un examen por computadora, convierten a la computadora en juez y señor del destino del alumno, inspirándole temor y hasta aversión. Sin embargo, esto depende del valor que el profesor conceda a los resultados de los alumnos. En ningún momento deben verse estos programas exclusivamente para reemplazar a los exámenes.

Una prueba de elección múltiple puede servir, entre otras cosas, para la comprobación del nivel de los alumnos al comienzo de un curso, para diagnosticar problemas de aprendizaje. Otro formato posible de evaluación sería el de completar palabras o rellenar blancos muy utilizados en la enseñanza de idiomas.

Existen los llamados sistemas de autor para realizar test y evaluaciones, y

suelen ser de manejo muy sencillo. Son aptos para la creación de este tipo de programas, puesto que los docentes casi siempre han de intervenir en la elaboración del contenido de estas actividades. En general, es muy limitada la posibilidad de utilizar programas de cuestionarios ya creados.⁽¹⁰⁾

Otra forma de agrupar las actividades o aplicaciones que puede tener la computadora en los centros educativos es la siguiente:

- 1) Computadora como profesor, en donde tiene un papel directivo. Puede liberar al maestro de tareas repetitivas y en algunos casos sustituirlo. Las funciones que puede desempeñar en esta área son: ejercitación, demostración, adiestramiento y tutoriales. En el caso de juegos educativos y simulaciones, la computadora tiene un papel menos directivo.
- 2) La computadora como instrumento para realizar cálculos numéricos, procesamiento de textos, procesamiento de datos, diseños, dibujos, presentaciones etc.
- 3) La computadora como alumno, en la que se le trata de enseñar (programar) a hacer determinadas tareas según nuestras necesidades.

1.5 Ventajas en el uso de sistemas EAC

La instrucción, entendida como la transferencia de conocimiento específico desde un instructor al educando, utiliza muchos de los recursos dedicados a la educación. Entre estos recursos destaca el tiempo que un profesor dedica actualmente a la instrucción de grupos numerosos. Son varias las consecuencias negativas de esta práctica sobre el proceso formativo de los educandos, y deben

¹⁰ Giordano E., Edelstein R., "La creación de programas didácticos. Lenguajes y sistemas de autor", Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona 1987

analizarse en un espacio propio. En el ambiente educativo presente y del futuro, el profesor debe centrar sus esfuerzos en la formación de los próximos profesionales, es decir en proporcionar criterios y aptitudes, para lograr una modificación de conducta. Mientras que la instrucción, cuya función es la transmisión de conocimientos al estudiante, debe ser asistida por computadora.

La computadora robustece el ejercicio instruccional, no consume los recursos de la clase, el educando decide en qué ambiente y cómo va a recibir la instrucción. El profesor tendrá mayor tiempo para el aspecto formativo. Lo liberará del trabajo repetitivo y estructurado con lo cual dispone de más tiempo para preparar lecciones y darle una atención más personal a los alumnos. Además la computadora puede servir para la preparación de clase.

El flujo de información entre la computadora y el educando es reciproco, a diferencia de un libro que es solamente unidireccional. La computadora no permite el manejo libre y arbitrario de la información, por ejemplo cuando se utiliza un sistema tutorial, no se permite pasar a temas más avanzados si no se han revisado los temas básicos. El grupo diseñador del programa o ingeniero EAC se convierte en el responsable del y flujo y el control de la información.

La velocidad de enseñanza, de ejercitación o simulación de la computadora estará determinada por el alumno, el cual llevará su propio ritmo de trabajo. Es una manera de asignar a cada alumno un tutor personal y acorde a sus propias necesidades de aprendizaje y ejercitación, siempre y cuando el programa o software utilizado esté debidamente diseñado para resolver dudas, atacar los puntos débiles o deficiencias de cada alumno y para poderlo guiar hasta el cumplimiento de los objetivos.

El alumno tendrá la posibilidad de aprender al ritmo que le permite su capacidad. Así, los estudiantes más lentos pueden ir más despacio, sin que ello represente molestia ni presión de parte del profesor ni de sus compañeros. Por otra

parte los educandos más avanzados tienen la oportunidad de aprender a mayor velocidad y con mayores horizontes.⁽¹¹⁾

Es una forma de enseñanza activa. El alumno se ve obligado a participar, lo que facilita el aprendizaje. Las computadoras pueden convertirse en un medio muy útil para potenciar capacidades y actitudes de los alumnos en las materias tradicionales y, también, para promover en las escuelas actividades nuevas.

Los programas educativos conectados a sistemas expertos, detectan de una manera precisa las deficiencias o aptitudes de un alumno, reportándolas de forma casi inmediata al profesor. Cuando el programa ha detectado el nivel del alumno entonces le dará la lección más adecuada para él. Una vez terminado el trabajo la computadora puede evaluar al alumno dándole información sobre sus resultados.

1.5.1 Sistemas expertos e inteligencia artificial

El sistema experto informa al maestro sobre los ejercicios realizados por el alumno, el desenvolvimiento que tuvo durante la sesión de trabajo, la información que consultó, si solicitó o no ayuda, cuántos intentos previos hubo antes de dar la respuesta acertada y el tiempo que le tomó resolver el problema. Puede contar con una evaluación permanente del aprendizaje y de la formación alcanzada por el estudiante.

Las técnicas de la inteligencia artificial, permiten que los alumnos dialoguen con una máquina, que será capaz de elaborar la información buscada, hasta el punto de poder remitirles al lugar adecuado, según sea su nivel de conocimiento en cada momento. Así el usuario de estos sistemas podrá sacar provecho de sus errores, puesto que ya no serán simples desacuerdos con las respuestas preestablecidas en el programa.

¹¹ Montoya R. Lilia , "La electrónica como recurso educativo", Contacto, México, Año 33 2a. época, Vol. 4, No.41

1.5.2 Multimedia

Otro logro de los avances tecnológicos en beneficio de la educación y la capacitación es Multimedia. En una aplicación multimedia, la computadora adquiere la capacidad de procesar texto, datos, gráficos, imágenes fijas, imágenes animadas, video, audio y efectos especiales. Con este sistema se combinan las capacidades interactivas y de organización de la computadora con archivos en los que se encuentran incluidos imágenes, sonidos y otras informaciones.

La utilización de dispositivos como CD-ROM (memoria solo de lectura en "Compact Disc"), permite almacenar actualmente hasta 44 horas de audio, 650,000 páginas de texto, 40,000 imágenes de video fijo ó 72 minutos de video en movimiento y hasta 4 pistas de audio independientes. En resumen, hoy día podemos contar con todos los volúmenes de la Enciclopedia Britanica o con un Atlas en un sólo compact disc.

A través del video-disco interactivo, se puede observar e interactuar con una gran variedad de sistemas reales. En asuntos visualmente ricos como las ciencias biológicas, pueden construirse grandes y compactas bases de datos de imágenes a las que se puede tener acceso desde la computadora con diversos criterios. En un programa de informático para analizar las funciones básicas de la célula, podrían recogerse muchas secuencias cortas sobre los movimientos celulares como la división del núcleo.⁽¹²⁾

Con la tecnología DVI (video-interactivo-digital), la computadora se convierte en un medio sencillo de usar, que une medios como video, audio, imágenes fijas, texto etc., y es además un medio interactivo, en otras palabras, responde en tiempo real a las órdenes que le da el usuario.⁽¹³⁾

¹² Lowy Frutos Ernesto, Robles Cid J.Luis, Gallego Palomero A.E., "Programas educativos de computadora", España 1990.

¹³ Sierra Javier, "La computadora en la escuela", México 1992.

El aumento de las posibilidades de interacción entre la computadora y usuario abre un gran número de posibilidades a estos y otros tipos de programas. Con la técnica de ventanas el usuario tiene un acceso sencillo, no lineal e icónico a las opciones del programa. En el llamado hipertexto, un concepto escrito en la pantalla se puede reforzar a través de palabras clave que hacen las veces de un botón. Generalmente están iluminadas o subrayadas y pulsando el ratón sobre estas palabras, se pasa a alguna otra pantalla que contiene las explicaciones pertinentes que abundan sobre el tema tratado.

1.5.3 La computadora frente a otras herramientas educativas

La computadora ocupa un lugar privilegiado entre los medios susceptibles de uso para instrucción, como serían el video, el cine, las transparencias asociadas a grabaciones de sonido, los libros etc. En el caso particular de la educación en México, la computadora tiene, todavía, un fuerte ingrediente de novedad. Es un elemento que aparece con frecuencia en el ambiente de los educandos, pero que requiere de ciertos conocimientos previos para lograr su funcionamiento. Como cualquier otro elemento ambiental desconocido, la computadora despierta interés y, por lo tanto, promueve una actitud exploratoria en el usuario potencial.

Mientras que las proyecciones de películas científicas demandan una actitud contemplativa en los educandos, las computadoras promueven la participación del estudiante para mostrar imágenes en movimiento y avanzar en la exposición del material.

Ciertamente, los libros impresos ofrecen una amplia variedad de ejercicios sobre un objeto de conocimiento. Pero un libro nunca podría, negarse a "voltar la hoja" cuando el alumno ha cometido algún error. Esta es la herramienta mínima que ofrece la computadora, como señal de alerta, ante una respuesta errónea. Pero también ofrece la capacidad de gratificar de inmediato al educando por sus

aciertos.

Debe destacarse que la computadora es el único medio auxiliar para la instrucción que puede estructurar trayectorias personalizadas, de acuerdo al conocimiento previo en el estudiante y de su velocidad de aprendizaje, durante la exposición de los contenidos.

Investigaciones realizadas en los Estados Unidos demuestran que las instrucciones basadas en computación producen por lo menos 30 por ciento más aprendizaje en 40 por ciento menos tiempo a un costo 30 por ciento menor en comparación con la enseñanza tradicional. Otra investigación demostró que la aplicación de 125 tecnologías y métodos produjeron por lo menos el doble de productividad en el aprendizaje. Los resultados parecen particularmente positivos en las experiencias con sujetos problemáticos, retrasados o con trastornos emocionales (14).

En resumen, aplicando los recursos computacionales se puede esperar que se reduzca el índice de reprobados, es decir que se aumente el nivel académico de los estudiantes. También que se eleve la calidad de la educación al permitir a los maestros, realizar labores más creativas y ofrecer una mejor atención a los alumnos. Asimismo, ver más temas en un curso y estructurar mejor los currícula. A más largo plazo, la computación aplicada a la educación podría ser un factor para disminuir o cerrar la brecha tecnológica entre países desarrollados y los países que no lo son.

¹⁴ Montoya R. Lilia, "La electrónica como recurso educativo", Contacto, México, Año 33 2a. época, Vol. 4, No.41

1.6 Limitaciones de los sistemas EAC

A pesar las ventajas arriba mencionadas, la enseñanza asistida por computadora ha avanzado lentamente y su introducción y aceptación en las escuelas no ha sido fácil. Las siguientes son razones de ello.

- Pese a la reducción continua en los precios de los equipos, como resultado del uso de nuevas tecnologías y de la apertura de nuevos mercados, las posibilidades presupuestales de las instituciones educativas son escasas. El hardware y el software son relativamente caros, tanto por la falta de programas apropiados para diferentes materias y niveles, como porque se necesita una computadora por cada alumno o, por lo menos, una para cada dos alumnos

- Los profesores y administradores deben ser capacitados y motivados en las nuevas técnicas para aplicarlas y beneficiarse de ellas. Sin embargo, éstas aún están en proceso de definición, en tanto que los métodos tradicionales están probados, son conocidos y aceptados por los educadores. Con frecuencia esto ha causado cierta resistencia a la aplicación de tecnologías electrónicas en la educación.

- Las computadoras en sí mismas proporcionan un ambiente especial, estructurado, con un vocabulario limitado, significados precisos y reglas definidas de causa y efecto.

- El trabajo del alumno puede llegar a ser poco creativo, aunque capture información y se mueva hacia atrás o adelante en una lección. Y por otro lado no facilita la interacción entre los alumnos.⁽¹⁵⁾

No puede ni debe asignarse a la computadora toda la labor educativa.

¹⁵ Lowy Frutos Ernesto, Robles Cid J. Luis, Gallego Palomero A.E., "Programas educativos de computadora", España 1990.

Se le debe dar el papel de una herramienta complementaria dentro del proceso, en el que es indispensable la participación del maestro y los compañeros de clase. La computadora reforzará el aprendizaje, no la enseñanza. Será una herramienta que ante todo garantice el triunfo del estudiante, que al mismo tiempo será también el triunfo del profesor.

CAPITULO 2

ALGUNAS EXPERIENCIAS EN EL USO DE SISTEMAS E.A.C.

Durante los años sesenta surgieron las primeras experiencias de la aplicación del ordenador en la enseñanza. Aunque algunas suscitaron fuertes críticas, también surgieron otras que sirvieron como base a los programas educativos con los que contamos hoy día. Frecuentemente se reportan, en revistas o libros, experiencias de universidades en el uso de computadoras para la enseñanza. Dichas experiencias son de diversas disciplinas, siendo algunas no del todo positivas. Sin embargo todas apuntan a tomar en cuenta y considerar como una buena alternativa este tipo de herramientas.

2.1 La computadora en la enseñanza de las ciencias, El Sistema PLATO IV

Entre la primeras experiencias en Instrucción asistida por Computadora, el caso más renombrado fue el proyecto PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operation), lanzado por la National Science Foundation y concebido por la Universidad de Illinois (E.U.A.).

Su experimentación se remonta a 1962. En 1964, veinte terminales se ponen en servicio. La red PLATO fue construida a partir de una computadora CONTROL DATA a la que se le asignaron un número variable de terminales. En 1967 aparece dentro del proyecto PLATO, un lenguaje específico: el TUTOR, tiene por misión permitir a los educadores escribir ellos mismos, con mayor facilidad que en otros lenguajes de programación, programas educativos o didácticos. Los usuarios del sistema PLATO tienen acceso a los programas desarrollados por los distintos

profesores. Es quizás el proyecto más ambicioso y costoso de todos los existentes.

En este sistema se preparó material educativo que cubre 1500 horas, y abarca veinte cursos de un semestre, en diferentes campos. Su biblioteca de programas educativos es la más importante de las existentes en la actualidad. En el área de ciencias, PLATO tiene lecciones de biología, física, química y matemáticas. Es utilizado particularmente para simulaciones de modelos en ciencias experimentales, lecciones de recuperación, cursos complementarios y educación permanente.

Una lección de biología por ejemplo, hace uso de las técnicas de simulación para explicar las leyes de la herencia a los alumnos. Este laboratorio-computadora permite a los alumnos llevar a cabo acoplamiento estándar de las moscas de las frutas. En física, uno de los cursos de introducción a la mecánica pide a los estudiantes que participen activamente en la derivación de las ecuaciones cinemáticas básicas. Para química, el diálogo con la computadora aporta al alumno la información necesaria para identificar cuerpos químicos, no conocidos, en una lección de análisis cualitativo. Una vez que el alumno cuenta con los datos suficientes, intenta la identificación.⁽¹⁾

Las computadoras son utilizadas cada vez en mayor escala en la enseñanza de la ciencia, tanto para la lección directa como en el aspecto de instrumentos de cálculo. Pueden utilizarse para que los alumnos se ejerciten en destrezas propias de la investigación científica, al poder presentar con facilidad mundos (micromundos) que el alumno puede explorar.

La aplicación más inmediata de las computadoras como recurso educativo

¹ Raw Isaias, "La tecnología Educativa aplicada a la enseñanza de las ciencias en los países en vías de desarrollo", en "Nueva Tecnología en la Enseñanza de las Ciencias", ed. Teide/ed de la UNESCO, Paris 1975, pág. 421.

Lowy Frutos Ernesto, Robles Cid J.Luis, Gallego Palomero A.E., "Propuesta de integración de software educativo en los currículos de Física, Química y Matemáticas", España 1990.

en los currícula de materias científicas, debe basarse en la utilización de programas específicos, que incidan en aspectos concretos de la materia de estudio, siempre que éstos no exijan conocimientos informáticos por parte del usuario.

2.2 Experiencias con el uso de programas de química

2.2.1 KC? DISCOVER

Desde hace varios años, en la Universidad Estatal de Nueva York, en Oneonta, se usa exitosamente una base de datos interactiva con información química: "KC? DISCOVER: Exploring the Periodic Table". Fue desarrollado dentro del proyecto SERAPHIM y es una herramienta para enseñar algunos aspectos de la química inorgánica descriptiva.

La base de datos para el programa contiene 49 diferentes piezas de información, para cada uno de los 103 elementos de la tabla periódica considerados dentro de ella. La computadora presenta la información para cada elemento en series de tres pantallas. La primera de ellas corresponde a propiedades macroscópicas, como punto de fusión, dureza y conductividad. Además, esta pantalla presenta información de reactividad con sustancias como aire, agua, o ácidos y bases más comunes.

La segunda contiene información sobre propiedades a nivel atómico para cada elemento y las fórmulas de los compuestos que forma con hidrógeno, oxígeno y cloro. Por último, la tercera pantalla muestra la estructura cristalina del elemento.

El programa es sumamente sencillo de usar. Tiene funciones para búsquedas, gráficas (para propiedades numéricas), ordenar y listar la información. La función de búsqueda permite encontrar todos los elementos que tengan alguna propiedad determinada por el usuario. Por ejemplo localizar todos los elementos que tengan el punto de fusión menor de 373 K.

En cuanto a la función de gráficas, se le puede solicitar, por ejemplo, gráficas de densidad contra el número atómico o el calor de vaporización contra el punto de ebullición de determinados elementos. Resultan particularmente útiles sobre todo en el salón de clase, cuando se proyecta la imagen de la computadora en una pantalla y se usa como pizarrón electrónico.

Es posible también bloquear información en los "diskettes" de trabajo de los alumnos. Esto con el fin de plantearles algún problema a resolver, como la estimación de propiedades, como el punto de fusión, densidad o la reactividad del germanio, basándose en las tendencias periódicas del grupo 14. Utilizando las funciones de búsqueda, gráficas y ordenar, el alumno podrá llegar a resolver el problema. Usando los "diskettes" de trabajo, se acostumbra dejar alguna tarea a los alumnos, para resolverse con el programa.

A medida que los alumnos van dominando el uso del programa, las preguntas pueden irse complicando, como calcular el número de Avogadro o la entalpia de reacción. En ocasiones se les pide a los alumnos que se imaginen que trabajan para una empresa química y que deben encontrar un elemento que reaccione ligeramente con ácidos y bases, pero que no reaccione con agua, además que su conductividad eléctrica sea por lo menos $150 \text{ (ohm-cm)}^{-1}$ y su costo sea menor de 2 dolares por 100 g.

A lo largo de varios años de uso del programa ha demostrado su excelencia. Su ventaja sobre otros programas es que es totalmente abierto, es decir, se plantea un problema al alumno y este literalmente, tendrá que explorar la amplia base de datos del programa. No se condiciona al alumno a seguir una ruta predeterminada para encontrar la solución. En algunas ocasiones, el programa lanzará comentarios al alumno indicándole que la ruta que seleccionó no es la más adecuada.

Comunmente, los profesores comentan la ventaja de usar este tipo de programas para localizar algun dato específico, en vez de consultar bases de datos

impresas.⁽²⁾

2.2.2 Experiencias en EAC en la Universidad de Clemson, South Carolina.

Preocupados por la calidad de la asignatura de química en los primeros años de facultad, algunos profesores de la Universidad de Clemson han buscado métodos y herramientas alternativas a la exposición oral y al estudio en los libros.

La universidad se ha encaminado gradualmente hacia una total integración de la Instrucción Asistida por Computadora con los cursos de química de primer año. Inicialmente se empleó como una actividad enriquecedora opcional. A los alumnos que presentaran una evaluación de 5 programas de su elección, se les garantizaba el 5 % de la calificación final del curso. Con base en las evaluaciones de los alumnos y en la propia experiencia de los maestros, se comenzó a asignar programas específicos antes de otorgar la calificación. En 1988 se adoptó el sistema de conceder puntos, solamente si se completaban exitosamente 10 programas durante el curso, cada uno con objetivos específicos y regidos por un horario de trabajo. El uso de dichos programas comenzó a ser un requerimiento para el curso.

Surgió entonces la disyuntiva de usar sistemas EAC como una actividad enriquecedora del curso o como un componente obligatorio. Cuando es una actividad complementaria o enriquecedora, ayuda al estudio, pero no cumple con ningún objetivo específico del curso. Se justifica cuando estimula el interés del alumno en algún aspecto de la química que puede ser o no evaluado en el curso. Puede tratarse de algún programa de simulación o alguna animación que complemente el tema revisado durante la clase normal. El nivel del programa o el acierto con el que estén tratados los temas no es algo fundamental. Comunmente,

² Kotz John C. "KC7 Discover, A computer program for Descriptive Inorganic Chemistry". Journal Chemical of Education, 1989, vol. 66, p. 750-755.

sólo los alumnos por encima del alumno promedio son los que utilizan estos programas y consultan al instructor cuando tienen alguna duda. Esta modalidad es analoga al uso de guías de estudio opcionales y es un camino más para obtener un buen resultado final.

Cuando se emplea EAC como un componente obligatorio, existe un cambio mayor en las características e implementación del programa. Deben ser consistentes y reflejar claramente los objetivos que persigue el curso. Además, la información que contenga el programa debe corresponder casi en su totalidad a lo que se evaluará en los exámenes, de tal forma que los alumnos palpén inmediatamente la utilidad de este sistema. No se pueden tolerar errores en los programas. El nivel debe ser semejante o superior al alumno promedio. La terminología y los métodos usados para la solución de problemas debe ser consistente con los utilizados en clase y en los exámenes. El uso de EAC será equivalente a los componentes de un curso como son la clase, las exposiciones y el laboratorio; y los programas se deberán usar en horarios predeterminados después de la clase y antes de los exámenes. Por lo general se usarán programas tutoriales preferentemente a las simulaciones.

La mayoría de los programas que usa la Universidad de Clemson cumple con los siguientes requerimientos. Cubren unos 20 de los temas más comunes en un curso de primer año de química. El número de subtemas, y el nivel con que se tratan, proporciona al estudiante una sesión de trabajo con la computadora de 30 a 60 minutos. El programa le da al estudiante una evaluación de sus resultados, por lo que de ser necesario podrá seguir trabajando hasta tener éxito. Generalmente, los datos de los problemas se generan aleatoriamente, de tal manera que dos estudiantes trabajando lo mismo, uno al lado del otro, no reciben la misma información. Por último los programas pueden ser modificados según las necesidades del curso.

Actualmente, los alumnos trabajan una hora a la semana en el "Chemistry Learning Center" (Centro de Aprendizaje de Química), de la Universidad. Se controla el trabajo por medio de tarjetas, en las que se registran los programas que va utilizando cada alumno. El trabajo puede ser individual o por parejas. No obstante se les permite preguntar cuanta veces quieran, rara vez surgen dudas. La calificación final dependerá del número de programas completados.

De acuerdo con las evaluaciones de los estudiantes, de 370 encuestados en la primavera de 1990, el 94% opino que el Centro proveyó un servicio útil. El 96% pensó que los programas correspondían al material cubierto en clase y en los exámenes y el 89 % estuvo de acuerdo en que los programas fueron de gran ayuda para comprender la química. Más de la mitad de los estudiantes regresaba al centro para complementar su estudio para los exámenes. Además, la mayoría de los comentarios adicionales de los alumnos fueron positivos hacia el uso de EAC como parte integral del curso de química.

Se encontró una correlación positiva entre el uso de los programas y el éxito en el curso. Del 60 % de los alumnos que completaron los 10 programas requeridos, solamente uno reprobó el curso. La habilidad de transmisión de información y los conocimientos de química de un asesor del curso no son requisitos indispensables cuando se usa EAC. El nivel de los alumnos es más uniforme cuando llegan a cursos superiores. Se sabe exactamente con qué material trabajó el alumno y, por lo tanto, los conocimientos que debe tener. Por último, el estudiante no se siente intimidado como cuando es sometido a alguna pregunta en un salón de clase.

Concluyen en la Universidad de Clemson, que los sistemas EAC ofrecen una buena alternativa a los cursos de química de primer año. Sin embargo implican una cuidadosa planeación e implementación. En la medida en que se sigan mejorando los programas y la forma en que se usan, se puede esperar que este

método de enseñanza sea más productivo y sea más concordante con las necesidades de los alumnos.⁽³⁾

2.3 El proyecto Shakespeare, Universidad de Stanford

Una gama amplia de temas importantes, no puede ser enseñada y tratada con los sistemas tradicionales. Frecuentemente se argumenta que en campos como las artes creativas se pueden aprender, más no se pueden enseñar. El teatro, por ejemplo, con su complejidad, su naturaleza mezclada, donde se combinan elementos de pintura, música, literatura, danza, psicología y en ocasiones hasta antropología, no se presta a prácticas tradicionales de enseñanza, que prevalecen en materias como biología y matemáticas. Comunmente, en el plano académico, las riquezas culturales y las tradiciones vitales, como es el teatro, se han empobrecido.

El extraordinario desarrollo de la tecnología en los últimos años abrió una nueva posibilidad a los educadores para enseñar este tipo de temas. "El Proyecto Shakespeare", a la fecha el más grande esfuerzo en sistemas educativos, para unir las artes creativas, con el potencial de las computadoras y la flexibilidad del video disco, ofrece un nuevo camino para enseñar a Shakespeare y el teatro.

A través de novedosos programas de computadora en video disco, el proyecto Shakespeare permite a estudiantes, novatos y expertos, estudiar, diseñar y disfrutar el teatro. Con el programa pueden asistir a ensayos con directores y actores, ver diferentes versiones de una escena en particular, diseñar sus propias versiones en un escenario digital, y seleccionar vestuarios, entre otros. El programa familiariza a los estudiantes con el proceso completo de la creación teatral, desde identificar el concepto de guión e interpretación, hasta seleccionar

³ Spain James D., Allen Joe F., "Instructional Computing as Replacement for Recitations in Freshman Chemistry", *Journal Chemical of Education*, 1990, vol. 67, p. 766-769.

los diseños apropiados y ejecutar los detalles de una puesta en escena.

El proyecto creció de la preocupación por la enseñanza de las artes creativas. Con el fin de ampliar el entendimiento de artistas como Shakespeare, los educadores buscaron todas las alternativas posibles para substituir la curricula ordinaria.

En 1984, la Universidad de Stanford consolidó el desarrollo de una simulación animada para teatro. EN 1985, IBM, impresionada con los primeros resultados, contribuyó con una inversión adicional para realizar un estudio de factibilidad para el desarrollo de lecciones y herramientas para teatro, basadas en la tecnología del video disco. En las primeras etapas del estudio, surgió claramente que este tipo de tecnologías debían ser usadas para muchas otras disciplinas.

El primer prototipo creado consistía en tres partes.

- 1) Un tutorial en video disco denominado "Page to stage", que enseñaba cómo se crea una representación a través de la interpretación de un texto. Las lecciones muestran, por ejemplo, diferentes representaciones de una misma escena, interpretadas por distintos actores.
- 2) Una base de datos sobre teatro e historia de arte en video disco, "The Browser". Esta base de datos consiste en aproximadamente 1000 imágenes y 200 páginas de textos de Shakespeare, acerca de su producción y su vida, y la historia del teatro desde tiempos antiguos hasta la fecha.
- 3) Un Programa animado, "The Theater Game", que permite a los estudiantes simular diseños y opciones de escenarios y crear una escena real en la pantalla de la computadora. Con el programa pueden crear una película de computadora, con actores y actrices moviéndose por el escenario de acuerdo al texto y a los estudiantes.

Con base en la experiencia del prototipo, el Proyecto Shakespeare se expandió en un nuevo programa "On Stage" (En escena). Este, agrega nuevas

lecciones y capacidades, integrando los tres programas del prototipo en un sólo espacio de trabajo.

"On Stage" no abruma a los estudiantes con tecnología. Ofrece simplemente un espacio abierto para el estudio y la creatividad. Los estudiantes controlan el ritmo, la secuencia y las metas de su aprendizaje, apoyados y guiados en cualquier momento por un tutorial y ejemplos, además de ser provistos de la información, los conceptos y las herramientas que necesitan. Trabajando con las diferentes lecciones, los alumnos quedan con la satisfacción de haber resuelto complicadas tareas. Al final de su trabajo ellos ven el resultado de su esfuerzo en el producto que se llevan a casa.

La respuesta por parte de los profesores fue muy satisfactoria. La mayoría afirmó que el programa les abrió nuevas perspectivas para lograr que los alumnos entendieran y estudiaran la obra de Shakespeare y los papeles que debían representar. Ayudó a combinar la literatura tradicional de las escuelas, con un profundo conocimiento del teatro. Y lo más importante, los alumnos asimilaron que Shakespeare escribió sus obras para ser interpretadas.

Los estudiantes generalmente quedan atrapados por la experiencia visual que implica el programa y, una vez atrapados y comprometidos, se mueven más rápida y ágilmente de lo que se imaginaban, porque ingresan al nivel más adecuado para ellos, de tal forma que logran alcanzar sus metas y reciben inmediatamente un reconocimiento por su esfuerzo.

La experiencia por el uso del video disco en el salón de clases en la Universidad de Stanford, los ha llevado a investigar y desarrollar este tipo de tecnologías para todos los campos, como son humanidades, geología, atletismo, ciencias de la computación, comunicación, e idiomas. Afirman que actividades de investigación y de observación de interacciones sociales, se hacen más eficientes

con el uso de esta tecnología.⁴⁾

2.4 Proyectos de Multimedia

En U.C.L.A. (Universidad de California en Los Angeles), el Departamento de Civilizaciones Clásicas, tiene el proyecto de desarrollar un plan en tres años para usar la computadora en instrucción e investigación. En el departamento se empieza a vislumbrar un sistema de multimedia experto para griego, latín y civilizaciones clásicas. Se procede en principio, asumiendo que el proyecto quedará realizado dentro de los próximos 10 o 15 años, cuando las computadoras de quinta generación y las bases de datos masivas, textuales y visuales estén disponibles comercialmente. La meta para los próximos tres años es llevar a cabo pequeños, pero importantes, pasos hacia la creación de un sistema experto en civilizaciones clásicas.

El esqueleto que se desarrolló para el proyecto tiene tres partes: un centro de bases de datos en multimedia; alrededor de éste, un anillo de utilerías de búsqueda, modificación e introducción de información a la base de datos; y por último, un anillo exterior de aplicaciones pedagógicas, un sistema de pregunta-respuesta, en el que se usen la base de datos y las utilerías.

Esta estructura se basa en las teorías pedagógicas, en las que se afirma que el estudiante aprende mejor cuando se involucra activamente en su propio aprendizaje y la teoría de la curiosidad, que explica como el alumno se motiva a aprender ante la confusión y el reto que significa estar en un ambiente desconocido. Uno de los potenciales de EAC es su naturaleza altamente interactiva, y en cuanto a la curiosidad, la computadora con un programa de multimedia es una herramienta ideal para crear un mundo imaginario, que al

⁴ Friedlander Larry, "The Shakespeare Project", Interactive Multimedia, USA, 1991.

mismo tiempo es retante e intrigador para el estudiante y le proporciona una guía amigable para navegar exitosamente a través del mundo. Esta guía la denominaron "Cicero".

Se trata de un sistema tutorial que incluye miles de fotografías de una maqueta de la ciudad de Roma creada en el año 315 D.C., plasmadas en un "compact-disk". Con este sistema, los estudiantes de los cursos de civilizaciones clásicas pueden tomar un recorrido guiado a través de la ciudad, haciendo énfasis en aspectos culturales, como religión, política, o economía; con la disponibilidad de imprimir las pantallas de fotografías y texto para incluirlas en algún trabajo.

Cicero, es una herramienta poderosa para incrementar la productividad de los cursos de civilizaciones clásicas, además de proporcionar experiencias a los alumnos, hasta ahora solamente posibles a través de un estancia prolongada en la ciudad de Roma.⁽⁵⁾

2.5 Sistema TOAM de aritmética

Hacia 1977, la compañía "Degem Systems", de Israel, creó el sistema "TOAM" de aritmética e inglés como segundo idioma. El sistema consiste en un "courseware" de programas de ejercitación, para los grados primarios de enseñanza y busca resolver uno de los problemas más comunes: ejercicios que se consideran a un nivel adecuado para un curso. Regularmente no están al nivel de muchos de los alumnos del curso, ya sea que esté por debajo o sobre ellos.

Para el área de aritmética, los temas que cubre son sistemas numéricos: sumas, restas, multiplicación, división, ecuaciones y leyes fundamentales, pesos y medidas, y fracciones, entre otros.

Estos temas se introducen de un modo gradual a lo largo de los cursos y

⁵ Frischer Bernard, "Cicero", A frameworks for Multimedia Projects for Classics, Interactive Multimedia, USA, 1991.

cada tema "se cierra" automáticamente cuando el sistema considera óptimo el rendimiento del alumno para este tipo de ejercicios. El trabajo del alumno es siempre individual y se concreta en dos sesiones semanales de 20 minutos cada una. Cada sesión consta de lecciones de 10 minutos, con una medida de 30 ejercicios cada una.

La cantidad de ejercicios realizados por la lección varía según la rapidez de cálculo de los alumnos. El programa controla el tiempo de respuesta y comunica al maestro, de forma inmediata, el porcentaje de ejercicios que el alumno no ha resuelto correctamente por falta de tiempo. De este modo es posible modificar el tiempo de respuesta asignado a cada estudiante para ajustar el ritmo de trabajo a sus necesidades. Además informa al maestro el número de aciertos, y el número de respuestas correctas en el segundo intento.

El número de mensajes de acierto está estandarizado en tres formatos: *muy bien, bien y correcto*. Se visualizan cuando el estudiante acierta tras el primero, segundo y tercer intento respectivamente. Cuando el estudiante se ha equivocado por tercera vez, el programa le brinda el mensaje: *te has equivocado, la respuesta correcta es:...*⁽⁶⁾

El sistema permite determinar el nivel de conocimientos de cada alumno mediante un test inicial, que incluye doce lecciones. El nivel de progreso de los alumnos se fija en 10 puntos por año, es decir, un punto por mes y se asignan los múltiplos de 10 al inicio de cada curso. Por ello un alumno que empiece en segundo curso ha de estar más o menos en el nivel 20, cuando comience tercero en nivel 30 y así sucesivamente.

El equipo técnico del sistema consta de una computadora con 32 terminales para los alumnos, además de una terminal para el maestro y una impresora. Desde

⁶ Luengo Pascual Luis, Pons I Dupran Ma. Dolores, "La enseñanza por computador", ediciones Orbis, Barcelona 1986, pág. 37 y 38.

su terminal, el maestro sigue la evolución de sus alumnos, y con base en estos resultados, puede planear las siguientes sesiones de trabajo (7). La computadora le permitirá seleccionar el tiempo de respuesta, los ejercicios y las lecciones que se le presentarán a cada alumno o a todo el grupo, según su desenvolvimiento. Es decir, puede preparar la sesión de trabajo según su criterio o si lo desea puede dejar que la computadora lo haga por él. La mayoría de las veces la computadora es quien va registrando el progreso de los alumnos y asignándoles los ejercicios más adecuados para cada uno. Al maestro le corresponderá solamente definir el tiempo límite para responder.

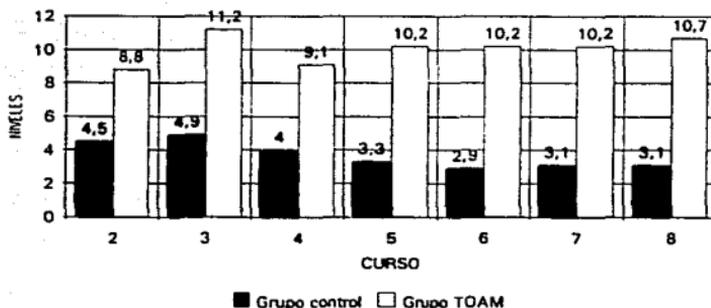
El sistema TOAM se implantó en un principio en Israel, hacia 1984. Para 1985 el sistema ya funcionaba en países como España, Sudáfrica, Panamá, Tailandia y Estados Unidos. En la mayoría, adoptado como un proyecto de los ministerios de educación. (8) El caso más citado por la prensa fue el de Cataluña (España), donde más de 10 centros educativos de nivel primaria lo implantaron como parte de sus cursos, haciendo evaluaciones con grupos de control para determinar el progreso de los alumnos al usar este tipo de herramientas.

La población atendida en Cataluña fue de 26,000 alumnos. Mientras que los alumnos de los grupos control (sin TOAM) progresaron en un promedio del 32 % del programa de estudios, los de la experiencia con TOAM lo hacen en un 101 %. A continuación se muestra una gráfica del progreso anual de los alumnos. Esta investigación fue llevada a cabo por el Dr. Benito Echeverría Samanes, profesor titular de "Métodos de Investigación y Diagnóstico Pedagógico", de la Universidad de Barcelona.

7 Ignasi Ortado Joan, "El ordenador entra a la escuela", Diario de Terrasa (El Diari), Epoca I, año VIII, No.1250, 7 de nov. de 1984, Catalunya, España.

8 "Thai school buys CAI kit" Asian Computer Monthly, enero 1985.

PROGRESO ANUAL 84-85
TOAM VS GRUPO CONTROL



(fig. 2.1)

Fuente: Generalitat de Catalunya, Departament D'Ensenyament,
Universitat de Barcelona, España, septiembre de 1985.

Como se mencionó anteriormente, el avance requerido por curso era de 10 niveles, en la gráfica podemos observar que casi todos los grupos TOAM rebasaron el progreso anual requerido, mientras que los grupos control, no alcanzaron ni la mitad del progreso anual requerido.⁽⁹⁾

También se publicaron algunos de los resultados obtenidos en Sudáfrica, con el uso del sistema TOAM.

⁹ Echeverría Samanes Benito, "Resultados de Investigación, Sistema TOAM", Generalitat de Catalunya, Departament D'Ensenyament, Universitat de Barcelona, España, septiembre de 1985.

Resultados de las Investigaciones sobre TOAM en Sudáfrica

Grado No. de estudiantes	2do	3ero	4to	5to	6to
	3010	3750	3527	3106	2478
Total	15871				

Progreso Anual

	2do	3ero	4to	5to	6to
Nivel al principio de 1982	20.8	26.7	33.9	41.4	47.3
Nivel al final de 1982	29.4	36.8	43.5	51.7	58.5
Progreso anual	8.6	10.2	9.6	10.3	11.2
Promedio del aumento del progreso anual	9.98 ⁽¹⁰⁾				

(fig. 2.2)

2.6 Proyectos en la U.N.A.M.: Grupo Transdisciplinario para la Investigación de la Comunicación y la Cultura

Existe en la Universidad un grupo de trabajo denominado "Grupo Transdisciplinario para la Investigación de la Comunicación y la Cultura: La Comunicación del Conocimiento Científico". Este grupo, junto con el

¹⁰ Cameron Jim, Networking - for serious computer-aided teaching, Pretoria News, Sudáfrica, marzo 1983.

departamento de Informática Avanzada de la Facultad de Contaduría y Administración, realizan actualmente una importante labor en el campo de la capacitación y la instrucción asistida por computadora.

Además de la investigación en este campo, se han dedicado al desarrollo de tres categorías de software educativo: leccionarios, sistemas tutoriales y simuladores. En los leccionarios, se estructura la información en forma lineal; mantienen un bajo nivel de interacción con el educando; su propósito fundamental es de exposición y pueden ser utilizados como material de apoyo a una clase o al contenido de un libro.

"SEGI: un sistema de enseñanza sobre seguridad informática", es uno de los resultados concretos del proyecto de investigación y desarrollo sobre: La comunicación del conocimiento científico a través de la imagen computarizada. Constituye la sección automatizada del libro-diskette "Para empezar en: Seguridad informática", y está dirigido a educandos y profesionales en el área de computación e informática. En su versión final, este libro-diskette, contendrá información sobre seguridad para los medios físicos de procesamiento, datos e informática.

El programa, tratado a través de 166 archivos gráficos, organizados en 7 historias, cuenta con las ventajas de la utilización de pantallas de elección, para que el usuario pueda elegir el nivel del material que desee revisar.

SEGI cubre una necesidad informativa sobre el tema y aparece como un material didáctico de ayuda para la formación de profesionales relacionados con el manejo de información en ambientes empresariales.⁽¹¹⁾

Otra área de trabajo e investigación de este grupo ha sido en redes

¹¹ Campos Rubén, Guevara Pozas Angel D., Oropeza Jorge, "SEGI: Un Sistema de Enseñanza sobre Seguridad Informática", Memorias de la Séptima Conferencia Internacional "Las Computadoras en Instituciones de Educación y de Investigación", U.N.A.M. (Ed), 1991.

neuronales aplicada a robótica, siendo ésta un área de desarrollo técnico-científica de importancia fundamental para la formación de profesionales en electrónica, mecánica, computación e informática. El diseño e implementación de sistemas mecánicos, programables, que ejecuten las tareas que desarrollan los humanos, es una meta que la sociedad persigue.

En el ambiente educativo, y en forma simultánea a la investigación, el grupo se ha propuesto generar alternativas de solución a la problemática que plantean el gran número de educandos que ingresan a las Universidades y las restricciones que afrontan estas instituciones, en recursos tecnológicos y docentes.

Una estrategia a seguir para la solución de esta problemática es el diseño, implementación y uso de sistemas tutoriales inteligentes, simuladores y leccionarios. Así se desarrolló el programa LECOR o "LEccionario COmputarizado sobre Robótica", que tiene como propósito servir de apoyo didáctico al profesor durante la exposición de temas relacionados con robótica y neuro robótica.

En su parte introductoria, LECOR destaca la relación entre la imaginación y la robótica. Este sistema remarca, a través de ventanas de información, las características de los enfoques operativo y cibernético para la robótica. En el primer caso se pretende que la máquina realice alguna tarea sin importar las herramientas teóricas ni los mecanismos que utilice, mientras que el enfoque cibernético se propone lograr que las máquinas realicen una tarea utilizando mecanismos morfo-funcionales análogos a los empleados por los animales.

En su sección sobre Robots Industriales, LECOR utiliza imágenes "en movimiento" para ilustrar algunas de sus características. En esta misma sección se destaca la teoría de control numérico como la herramienta que permite controlar el movimiento de estos robots. También hace énfasis en la necesidad de controlar los elementos motrices que gobiernan el movimiento de cada articulación del

brazo; y el movimiento actuador en relación a los objetos sobre los que opera y la tarea que realiza.

El sistema hace énfasis, como propósito actual para la robótica, en la consecución de Robots Sensibles, por lo que se han generado líneas de investigación en visión computacional, comprensión de lenguaje hablado, solución de problemas en un entorno dinámico y aprendizaje automático.

En atención a que el objetivo principal de investigación es lograr que las máquinas realicen su tarea, utilizando estructuras y funciones análogas a las que utilizan los animales, LECOR se dirige a la ilustración de las propiedades en las neuronas biológicas, que nos permiten producir modelos matemáticos (neuroides) para el control de actuadores robóticos. Muestra gráficamente las características morfológicas de las neuronas biológicas y la generación de un potencial de acción que se transmite a través del axón hasta los botones terminales.

Las actividades de este grupo son una importante aportación a la integración de la computadora al proceso instruccional, una necesidad impostergable para el desarrollo científico y tecnológico de nuestro país, en busca de ofrecer mayor cantidad y calidad de sistemas tutoriales, específicamente para los educandos del país.⁽¹²⁾

¹² Guevara Pozas Angel David, "Docencia e Investigación en Redes Neuronales Aplicadas a Robótica", Memorias de la II Conferencia Internacional de Robótica Pedagógica, Centro de Investigaciones y Servicios Educativos, U.N.A.M. México 1992.

Araoz Monica, Guevara Pozas Angel D., Oropeza Jorge, "Pantallas, Formatos y sugerencias para empezar en sistemas tutoriales", Memorias de la Séptima Conferencia Internacional "Las Computadoras en Instituciones de Educación y de Investigación", U.N.A.M. (Ed), 1991.

CAPITULO 3

METODOLOGIA PARA LA CREACION DE UN PROGRAMA EDUCATIVO

3.1 Características de un programa educativo

Cualquier herramienta educativa debe constituir un apoyo didáctico que eleve la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje. Por lo tanto deberá facilitar la labor del docente en la exposición de los temas. En particular, el programa educativo nacerá de la detección de una necesidad o carencia educativa que no ha podido ser cubierta o satisfecha con otras herramientas, como son los libros, el pizarrón y el gis o algún otro método audiovisual.⁽¹⁾

De ahí que el programa deberá representar un eficiente recurso que motive al alumno, despierte su interés en el objeto del conocimiento, lo comprometa sostenidamente en el proceso cognoscitivo y le brinde la mayor variedad posible de elementos para llevarlo hasta cumplir su objetivo con el mayor grado de eficacia.

En este sentido, la elaboración del "software" debe llevarse a cabo considerando los siguientes factores: los intereses sociales, el tipo de individuo que se quiere formar y al que va dirigido; la experiencia práctica de psicólogos y pedagogos; la experiencia práctica de los maestros de grupo, la opinión de los alumnos.

Con base en estudios realizados en México y otros países, las características idóneas que debe tener un programa educativo son:

¹ COEEBA-SEP. "Guía para la elaboración del diseño detallado de un programa de Computación Educativo (PCE). Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa, México 1990

1) **Fácil acceso.** Los programas deben ofrecer al usuario, que generalmente es el alumno, un rápido acceso. Se debe considerar que alumnos y maestros no son programadores, y no se han habituado a la presencia de la computadora en la escuela ni a la forma en que deben plantearse los problemas que se pretende resolver con ella. Los programas educativos deben implicar un ambiente amigable de trabajo, que no necesite de grandes conocimientos de computación.

2) **Propósito específico.** Cada programa debe tratar con una clase particular de objetos. Se parte de que la actividad intelectual es aquella encaminada a la resolución de problemas en el sentido de que, ante una situación de consecuencias desconocidas, deben buscarse respuestas. En este intento, estamos forzados a formular preguntas concretas, basadas en la observación de las circunstancias y los objetos que constituyen el problema. Cuán mejores sean los medios de observación, serán más precisas las preguntas que se planteen y, en consecuencia, nos aproximaremos más hacia la solución del problema.

3) **Experimentales e interactivos.** Se sabe que cualquier estudio contiene aspectos significativos y otros que no lo son, dependiendo del objetivo del mismo. Así, la interacción es necesaria para observar lo deseado y nada más. Esto facilita también determinar qué aspectos del comportamiento de los objetivos dependen de qué parámetros en particular. La cantidad de la interacción no es lo importante sino la calidad. La interacción se vuelve indispensable para retener en todo momento la atención del alumno y comprobar que los conocimientos proporcionados han sido asimilados de manera correcta.

4) **Creación de hábitos deseables.** Se parte de que la resolución de problemas es, además de importante, una labor de habilidad práctica que nos lleva a pensar en

objetivos que alternativamente puede pretender un programa de computación. La educación tiene mucho de adquisición de hábitos considerados deseables, como la lectura, la escritura, la curiosidad científica, la investigación, etc. Estos se adquieren con la práctica, y la computadora es una herramienta auxiliar muy eficaz si se dispone de programas apropiados.

5) **Complementos temáticos.** Su función es mostrar aspectos interesantes que no pueden estudiarse en clase, sobre objetos de los que si se ha hablado en el aula. Esos programas pueden hacer que el alumno intuya caminos por donde proseguir su estudio y tal vez hasta encuentre una justificación a los objetivos de estudio propuestos.

No se debe esperar que un programa educativo cubra totalmente la enseñanza de un tema específico. Muy probablemente quedarán lagunas en dicha enseñanza que una computadora no podrá cubrir, y que solamente pueden ser satisfechas con la intervención del docente.

6) **Cubrir objetivos concretos y despertar curiosidad.** Es necesario determinar con exactitud las finalidades de cada sesión en la que se use un programa educativo. Eso exige, mucho antes de saber como se resolverá un programa, un trabajo de definición de objetivos específicos y, de alguna forma, también condiciona la propia estructura del programa. Si se cumplen objetivos concretos y significativos, hay muchas posibilidades de despertar la curiosidad del alumno, elemento muy importante para que él mismo pueda proseguir la investigación sobre el tema.

7) **Ser de uso colectivo.** Este aspecto es particularmente significativo, debido a que el alumno se encuentra en una microcolectividad, la escolar, que refleja en

mucho la macrocolectividad en donde se desarrolla gran parte de su personalidad, donde está sometido a una intensa comunicación oral o visual con sus compañeros, maestros, programas educativos, etc. Por esto, los programas de computación deben propiciar que los alumnos intercambien opiniones y experiencias, así como actitudes de ayuda mutua.

8) **Explicito en los aspectos significativos y objetos de estudio.** Cuando se intenta resolver un problema con la computadora, toda la ambición se centra en hacerla funcionar a toda costa. Lograr esto no siempre es tarea fácil. En el camino hacia este fin, suelen aparecer propiedades y características de los objetos con los que se trata, y entre esta relación sujeto-objeto se hallarán aquellas que el docente debe hacer explícitas al alumno para la consecución del objetivo de estudio concreto. Descubrir cuáles son los rasgos que el alumno debe captar y como hacer que los capte fácilmente es lo más importante.

9) **Adecuado a las técnicas didácticas actuales.** Es decir el enfoque pedagógico debe ser adecuado a dichas técnicas didácticas. Esto supone que el profesor pueda modificar alguna parte de los programas y determinar los niveles de cada estudiante dentro de los mismos. Que se permita una enseñanza tanto individual como colectiva. Que se incluyan diagnósticos de entrada, así como pruebas y que se considere la evaluación final. Que se admitan respuestas libres. Que el alumno pueda acceder libremente a distintas partes de los programas, y que pueda cambiar sus niveles de dificultad. También es necesario que los programas generen mensajes motivadores y de refuerzo a las respuestas correctas e incorrectas del alumno y, finalmente, que aprovechen adecuadamente las posibilidades del sistema físico (hardware). Los programas educativos deben ser gráficos, tanto en sentido literal como figurado. Esto debido "una imagen dice más

que mil palabras", lo que pone en claro por qué se requiere producir imágenes y asociaciones de ideas en el cerebro del alumno.

10) **Flexibilidad en el manejo.** Que el programa no se aborte por el uso indebido de teclas. Que pueda salirse de él sin completarlo. Que puedan saltarse instrucciones de funcionamiento. Que permita la elección fácil de opciones por medio de menús claros y bien presentados. Esto es así porque los usuarios, alumnos y maestros, no son expertos en informática. El uso del programa debe adecuarse al tipo de alumnos y a las condiciones contextuales.

Dichas características asegurarán en gran medida el éxito de cualquier programa educativo, ya que se minimizarán significativamente las posibles fuentes de rechazo por parte de los usuarios.

3.2 Metodología de trabajo

Es necesario implementar una metodología de trabajo, ordenada y secuencial en la creación de programas educativos. El paso fundamental dentro de dicha metodología será la detección de la necesidad a satisfacer, analizando profundamente la factibilidad de que sea tratada mediante un programa educativo, sea cual sea el grado escolar al que se destina el programa. En otras palabras, el programa educativo debe tener una justificación sólida para asegurar su éxito y evitar todo tipo de rechazo.

Los pasos a seguir en la creación del programa son los siguientes:

- 1) Detección de necesidades y justificación del programa
- 2) Determinación de objetivos y selección de tema y contenidos
- 3) Selección de herramientas para elaborar el programa

- 4) Elaboración del guión y diagrama de flujo para el programa
- 5) Creación y edición del programa
- 6) Implementación y evaluación

3.2.1 Detección de necesidades y justificación del programa

Con base en los objetivos centrales de la tecnología educativa, mencionados en el primer capítulo, resulta sencillo detectar las deficiencias en la enseñanza de algún tema, donde muchos de los problemas radican en que no se cuenta con elementos adecuados que garanticen su aprendizaje. La computadora será una solución cuando el problema no pueda ser atacado con las demás herramientas educativas, como son el pizarrón y el gis, los libros o la exposición oral.

La necesidad puede ser un equipo o recursos para realizar un experimento científico en laboratorio; un puente adecuado entre la teoría y la práctica; tiempo para labores creativas por encima de las tareas rutinarias del docente; estímulo y motivación para la discusión de un tema específico; contar con una herramienta que se sitúe en el nivel académico de cada alumno (tutor personalizado); manejo de información rápido y eficiente; conocimiento de las nuevas tecnologías; familiarización con el manejo de sistemas computacionales, etcetera.

Para cualquiera de estas situaciones es justificable el desarrollo de un programa educativo, siempre y cuando cuente con las características mencionadas anteriormente. Un programa computacional es capaz de satisfacer todos estos requerimientos y muchos más. Pero no será capaz de transmitir actitudes y criterios a los educandos y tampoco satisfará algunas necesidades de formación, como lo son las relaciones humanas y los hábitos de estudio.

El programa más adecuado será según la necesidad a cubrir y el nivel escolar de los educandos. Ya sean de simulación, tutoriales, programas de ejercitación con sistemas expertos, o simplemente bancos de datos donde se pueda

consultar la información a cualquier nivel.

Dentro de la misma detección de necesidades, se deben tomar en cuenta aspectos relacionados con los alumnos, como son sus intereses, inquietudes, sus características personales, y las dificultades más comunes con que se enfrentan diariamente.

Una vez asegurada la existencia de una carencia educativa que puede ser satisfecha con el uso de un programa de computadora, entonces se procede al diseño y la elaboración del mismo.

3.2.2 Determinación de objetivos y selección de tema y contenidos

Los objetivos serán planteados de acuerdo a la necesidad detectada, y serán los que se pretenda alcanzar una vez que los alumnos utilicen el programa educativo. Deben quedar perfectamente determinados antes de proceder al diseño. No será lo mismo buscar reforzar o complementar un aprendizaje, que proporcionar información de algún tema por primera vez.

Una consideración importante es que los objetivos siempre deben estar dirigidos a provocar una modificación de conducta en los alumnos, así como de motivarlos y hacerlos responsables de su propio aprendizaje. Los objetivos particulares del programa se enfocarán a que el alumno haga suya la información que la computadora le proporcione. Que resuelva correctamente los ejercicios planteados. Que simule algún experimento, o que adquiera cierta habilidad.

La detección de una necesidad y la determinación de objetivos, llevan implícitas la selección del tema que se desarrollará en un programa educativo. Por lo general, el tema o los temas serán aquellos que tengan un grado mayor de dificultad, y que su exposición a través de la computadora los hará más atractivos al estudiante.

Paralelamente a la selección del tema, se debe definir el tipo de programa

que puede ser de ejercitación y prácticas, tutoriales, un banco de información que haga más atractiva una investigación de tipo bibliográfica; una simulación en la que el estudiante explore alguna realidad fuera de su alcance; programas de demostración, o inclusive algún sistema experto que pueda entablar diálogo con el alumno analizando sus errores y proporcionándole la información necesaria para corregirlos.

Con el tema y los objetivos perfectamente determinados, entonces se inicia la revisión y la recopilación de la información que contendrá el programa. Generalmente, después de la recopilación se hace una selección de aquella más significativa. Se agrupa, se sintetiza y se dosifica de acuerdo a los objetivos que el programa persigue.

La información, que el programa presente, debe ser referida a la realidad más cercana del alumno y deberá ser tratada de tal forma que le ofrezca la oportunidad de resolver interrogantes, introducir datos, cambiar variables, modificar relaciones, etcetera. Los conceptos tratados o los problemas planteados igualmente deben ser formulados con precisión y concisión, además que pueden ser ilustrados con suficiente claridad mediante los variados recursos de la computadora.

3.2.3 Selección de herramientas para elaborar el programa

Con el gran desarrollo que ha tenido la computación en los últimos años, la gama de herramientas que se nos ofrecen para la creación de un programa educativo es tan amplia que resulta difícil seleccionar la idónea. El punto clave de selección es, por una parte, el tipo de programa y el nivel al que va dirigido y, por otra, el contenido.

En orden de facilidad creciente, los recursos para la producción de "software" didáctico serán:

- Lenguajes de programación
- Lenguajes de autor
- Sistemas de autor
- Programas de autor

Los lenguajes, sistemas y programas de autor, se han desarrollado para que todo maestro pueda hacer programas sin saber programación. Esto con el fin que los maestros no queden excluidos de la realización pedagógica de los programas y no pierdan el control de los contenidos que se imparten a los alumnos.

Con grandes facilidades o con alguna complejidad, el docente puede crear una gran variedad de lecciones, prácticas, evaluaciones y actividades de diferentes materias.

Un lenguaje de autor es el "software", que posibilita la creación de material didáctico con un número limitado de instrucciones de programación, reduciendo al mínimo la preocupación del profesor por la técnica informática. El lenguaje de autor facilita al máximo la combinación de las instrucciones y reduce su número, para simplificar la creación del programa a usuarios no especializados.⁽²⁾

Por lo general, este tipo de paquetes tienen una enorme capacidad gráfica, en los que prácticamente se puede realizar cualquier dibujo. Utilizando algunas herramientas adicionales, se pueden integrar imágenes de video y sonido.

Sin embargo, la capacidad de programación y manejo de variables en dichos paquetes es muy limitada, por lo que resultan inadecuados cuando se trata de temas que requieran cálculos complejos. Estos serán muy útiles en programas tutoriales, de demostración y en presentaciones que requieran gráficas de alta calidad o muy llamativas, como serían programas destinados a niveles de

² Giordano E., Edelstein R., "La creación de programas didácticos, Lenguajes y sistemas de autor", Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona 1987

preescolar o primarios.

Los lenguajes de programación, como BASIC, Pascal y C, permiten realizar cálculos complejos y manejar cantidades ilimitadas de variables. Con los dos últimos se puede hacer programación orientada a objetos, facilitando la creación de ambientes amigables para el usuario, e inclusive el desarrollo de sistemas expertos.

Sin embargo, resulta más costoso y más complejo la utilización de lenguajes de programación. Se requieren conocimientos más profundos y el tiempo de creación del programa será mayor que el requerido cuando se usa un sistema de autor. Se considera que es una solución poco realista para la elaboración de "software" educativo. El lenguaje de programación es adecuado cuando se integra un equipo de trabajo multidisciplinario, en donde existirá un programador experto que plasmará en un "software" las propuestas del maestro, el pedagogo, etc. También cuando el profesor tenga la experiencia en programación y el programa a desarrollar implique interrelaciones complejas.

3.2.4 Elaboración del guión y diagrama de flujo para el programa

Al formular el guión de un programa educativo, ha de partirse del hecho que el conocimiento es un proceso de exploración y construcción individual y social y no un mero fenómeno de transmisión de datos ni de memorización de los mismos. En él inciden la motivación, las actitudes, el ambiente de grupo y otros diversos factores propios de la sociedad, además la actividad intelectual, afectiva y motora de cada individuo.

Para planear la distribución de los contenidos y visualizar su secuencia lógica, se recomienda ampliamente elaborar el esquema general del programa. Sobre el esquema se desarrolla el guión y se planean las pantallas que tendrá el programa.

El guión nos informará detalladamente y paso a paso la secuencia que deberá llevar el programa. A través de él se definirán todas las pantallas, la información que contendrán, cómo se mostrará la información, cuáles son las respuestas esperadas y la interrelación entre las pantallas. Para el caso que sea posible usar botones y menús de opción, también deberán mencionarse y cuál será la función de cada uno de ellos, es decir, se definen todos los elementos adicionales a la información que tendrá la pantalla.

Para el desarrollo de un problema a través de "software", existen básicamente dos tipos de elementos con los cuales es posible especificar el problema en forma esquemática y orientada a computación, estas herramientas son los algoritmos y los diagramas de flujo.

Un algoritmo es un conjunto de reglas que determinan la secuencia de las operaciones a seguir para resolver un problema específico. En general debe cumplir con las siguientes características.

- Finitud, debe terminar después de ejecutar un número finitos de pasos.
- Definición, la acción a seguir no debe ser ambigua, sino rigurosamente especificada.
- Entrada, debe ser especificado para operar sobre un conjunto específico de datos.
- Salida, es el conjunto de resultados que se obtienen al aplicar al algoritmo a los datos de entrada. Puede haber más de una salida.
- Efectividad, es decir, debe llevar a la solución del problema planteado a través de realizar las operaciones propuestas.

Los algoritmos son ampliamente usados en la resolución de problemas científicos y, por lo tanto, pueden ayudarnos a plasmar de una forma clara los elementos y los pasos a seguir para la elaboración del programa educativo.

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de lo que se desea que la

computadora haga. Consta de un conjunto de símbolos con diferentes significados susceptibles de ser conectados entre sí. En cada tipo de símbolo se especifica la acción a seguir, aplicable al problema.

El propósito de un diagrama de flujo es racionalizar la comunicación existente entre la descripción y el análisis de un proceso de información, a través de símbolos que representan en forma gráfica la secuencia, operación y flujo de los datos.

El diagrama de flujo debe tener los siguientes elementos.

- a) Inicio del proceso
- b) Especificaciones de la alimentación de datos, para efectuar el proceso.
- c) Acciones aplicables a los datos
- d) Obtención de resultados
- e) Fin del proceso

Para cada una de estas actividades existen símbolos específicos que denotan los elementos o acciones que se tomarán en el proceso (fig 3.1)³.

Según el tipo de herramienta que se haya elegido para la elaboración del programa, será el algoritmo y el diagrama de flujo. Mientras más capacidad de manejo de variables y de interrelaciones tenga el paquete, serán más elaborados, por ejemplo, al usar lenguajes de programación. Cuando se trata de sistemas de autor, el diagrama se simplifica, porque se limitará a presentar la secuencia de las pantallas y en algunos casos los condicionales para determinar la ruta.

³ Gómez Gabriela, Mendoza Eumelia, "Introducción al área de computación", cuadernos del Programa Universitario de Cómputo: Programa Universitario de Cómputo, UNAM, 1983.

SIMBOLOS DE DIAGRAMACION

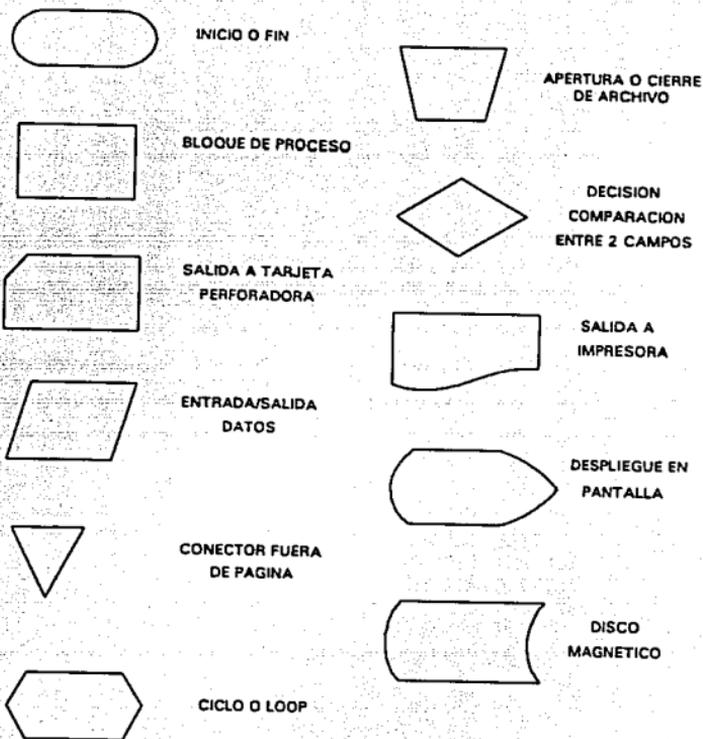


FIG (3.11)

3.2.5 Creación y edición del programa

Para simplificar lo más posible la realización propia del programa, es recomendable no comenzar hasta que se tengan totalmente terminados los cuatro pasos anteriores. El paso final de la realización será la edición.

Al decir "creación" nos referimos a la traducción de los algoritmos y diagramas de flujo a un lenguaje o a un sistema de autor. En otras palabras a la elaboración de pantallas e instrucciones para encadenarlas, a la programación de rutinas, a la declaración de variables y elementos como botones y menús, a la creación de gráficos y texto, etc.

Cada lenguaje de programación o sistema de autor lleva su propia metodología de trabajo. En el caso del "Storyboard", sistema de autor de IBM, se crean las pantallas del programa a través de la opción "Picture Maker" y posteriormente con la opción "Story Editor" se encadenan y se declara el flujo del proceso.

En el PILOT, otro lenguaje de autor pensado exclusivamente para la creación de "software" educativo, después de concebir la lección, se entra a un editor de texto donde se escribe y se prueba. Posteriormente se insertan las instrucciones de efectos especiales (efectos sonoros y gráficos) y, por último se crean los discos de copia para poder usarse con los alumnos.

En los lenguajes de programación estructurados como el Pascal y el C, el primer paso será la declaración de tipos, constantes y variables, además de las unidades que se utilizarán (programas adicionales). La programación se hace en bloques llamados procedimientos, que se ejecutan cuando los llama algún otro procedimiento o el programa principal, que quedará al final del programa.

La programación no será necesariamente en el orden o secuencia de presentación del "software". Siempre es posible hacer una edición final e inclusive alterar el orden previsto en un principio. Es común encontrarnos con nuevas ideas

y sugerencias complementarias al diseño original del programa.

La creación comprende, también, el análisis de funcionalidad de cada una de las pantallas y del programa completo, la corrección de contenidos y ajuste de gráficos, la revisión de ejercicios y archivos; y la revisión completa del guión y el programa para rehacer aquellos aspectos que no cumplen con el objetivo, como el carácter lógico de la secuencia, la existencia de errores de concepto, la poca claridad de conceptos, gráficos no relacionados con el contenido etc.⁴⁾

3.2.6 Implementación y evaluación

La evaluación se debe hacer necesariamente con los usuarios finales del programa o con un grupo representativo. Los elementos a evaluar serán principalmente los mencionados al principio del capítulo, es decir, que tenga la mayoría de las características para funcionar como un programa educativo.

El punto clave, sin embargo, será que el programa después de ser usado provoque un cambio de conducta en el alumno. Cuando dicho programa está bien fundamentado y justificado, cuando se elaboró siguiendo la metodología adecuada, buscando no perder de vista los objetivos, entonces implícitamente deberá funcionar adecuadamente.

El modo más efectivo de evaluación es la aplicación del programa a un grupo piloto, comparando resultados de avance con un grupo de control que no haya utilizado el programa.

La implementación total del programa, como una herramienta educativa se hará cuando se compruebe que se logrará la transmisión de conocimientos y habilidades con su uso.

⁴ COEIBA-SEP. "Guía para la elaboración del diseño detallado de un programa de Computación Educativa (PCE), Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa, México 1990.

CAPITULO 4

DESCRIPCION DEL CONTENIDO TEMATICO

4.1 Detección de necesidades y justificación del programa

Dentro de los programas de estudio de las carreras que se imparten en la Facultad de Química, existen materias con un mayor grado de complejidad, que hacen difícil su estudio y comprensión por parte de los alumnos. Este es el caso de la cinética química, materia que durante muchos años ha presentado altos índices de reprobación, y se ha convertido en una materia "cuello de botella", es decir, que son pocos alumnos los que logran aprobar la asignatura. Por otro lado, la cinética química es una materia que forma parte de todas las carreras de la Facultad de Química. Además que se revisa el tema en otros cursos, es un tema indispensable en la formación de un químico.

Un programa educativo bien fundamentado proveería a los alumnos de una herramienta eficiente de ejercitación, que garantizaría el aprendizaje y comprensión del concepto transmitido, aún sin la presencia de un maestro o instructor.

Un programa de ejercicios complementaría el estudio en los libros, racionalizando la información según las necesidades del alumno. Complementaría la revisión de conceptos estudiados en clase, reafirmandolos, y permitiendo que el alumno los revise a su propio ritmo.

Comunmente, los grupos de alumnos son muy numerosos. Ello impide al maestro atender individualmente a sus educandos y cubrir las necesidades de cada uno. En este punto es donde el programa se convierte también en un auxiliar para el maestro. Se busca darle una alternativa más, ofrecerle un instrumento para

dinamizar su clase, para pedir tareas extra clase. para poder garantizar, en cierta medida, el éxito de sus alumnos.

En resumen, la creación de un sistema de ejercitación para la cinética química facilitaría su estudio, motivaría al alumno a trabajar por ser una herramienta novedosa y ayudaría a evitar el fracaso en este tipo de cursos. El programa tomaría el papel de tutor individual, al estar disponible en cualquier momento que el alumno lo necesite.

4.2 Objetivos del Programa

- 1) El programa proporcionará al alumno una herramienta alternativa de apoyo para su estudio de cinética química.
- 2) Reforzará los conceptos de cinética química a través de la resolución de problemas planteados por la computadora.
- 3) Fomentará el espíritu de exploración e investigación a través de la racionalización de la información. Se pretende no dar toda la información al mismo tiempo, sino que sea el alumno quien la localize, distinguiendo la información relevante de la irrelevante.
- 4) Garantizar el éxito del alumno al trabajar con el programa. La computadora proporcionará al alumno la ayuda necesaria para que logre resolver los problemas, cuando se enfrente con alguna dificultad.
- 5) La estructura del programa no requerirá conocimientos previos de computación. La comunicación con el usuario será a través de menús de despliegue y ventanas, es decir tendrá una estructura de árbol.
- 6) El programa deberá incluir las herramientas necesarias para la resolución del problema planteado.

4.3 Selección del contenido temático del programa

Dentro del amplio campo de estudio que representa la cinética química, se seleccionaron los siguientes temas que se consideraron los más adecuados y los más factibles para ser expuestos por la computadora de forma interactiva y atractiva:

- 1) Determinación de orden de reacción y constante de rapidez.
- 2) Tiempo de vida media
- 3) Efecto salino primario
- 4) Efecto de la temperatura
- 5) Catálisis homogénea

Los temas se expondrán en forma de ejercicios a resolver. El número de problemas en cada tema varía de 2 a 5 ejercicios. Estos se seleccionaron de problemas propuestos en algunas referencias bibliográficas. La información del problema estará dividida en,

- El planteamiento del problema.
- Datos del problema.
- Fórmulas para la resolución del problema.

Los problemas irán acompañados de algunas herramientas para su resolución según el tipo de ejercicio y de un pequeño repaso de teoría, al cual el alumno tendrá acceso en cualquier momento.

4.3.1 Determinación de orden de reacción y constante de rapidez

Se revisarán los conceptos fundamentales de la cinética química como son los siguientes,

- **Cinética química.** Rama de la fisicoquímica que se dedica al estudio de las

velocidades de las reacciones. Estudia el proceso por medio del cual un sistema pasa de un estado al otro y el tiempo en el que se lleva a cabo el proceso químico.

- **Rapidez de reacción.** También conocida como velocidad de reacción. Es el cambio de concentración de un reactivo o producto, en relación al tiempo.

- **Avance de reacción.** La medida en la que se ha llevado a cabo la reacción ξ . Permite evaluar el número de moles de una especie en un momento dado de la reacción.

- **Mecanismo de reacción.** Secuencia de pasos que siguen los reactivos hasta convertirse en productos.

- **Paso determinante de la reacción.** Dentro del mecanismo de la reacción existe un paso que es el más lento y es el que determina la rapidez del proceso total.

- **Orden de reacción.** Es el exponente al cual se eleva la concentración del reactivo en la ecuación de velocidad:

$$-dC/dt = k C^n$$

Para el caso de dos o más reactivos, el orden será la suma de los exponentes de las concentraciones de los reactivos,

$$n = n_1 + n_2 + n_3 \dots$$

donde n , es el orden de reacción.

Esta definición solamente es válida para aquellas reacciones cuya ecuación de rapidez sea de la forma

$$-dC_1/dt = k C_1^{n_1} C_2^{n_2} C_3^{n_3}$$

- **Constante de reacción.** Se conoce como K , es una constante independiente de las concentraciones pero dependiente de la temperatura. Sus unidades son:

$$(\text{conc})^{1-n} (\text{tiempo})^{-1}$$

- **Molecularidad,** número de moléculas involucradas en una colisión simple

en el proceso de la reacción, es un concepto teórico. Las reacciones pueden ser unimoleculares, bimoleculares, etc...

Los problemas incluyen el cálculo del orden y la constante, siendo la mayoría de orden 1 y 2. Los métodos que se piden para resolver los problemas son desde el tratamiento de ecuaciones, hasta el método gráfico.

Los datos para los problemas son concentraciones, presión y tiempo entre otros. En algunos casos se proporcionan también datos irrelevantes para encontrar la solución, como sería la temperatura para el caso de las reacciones homogéneas.

Un problema en este tema estaría compuesto por la siguiente información:

1) **Planteamiento del problema**

Determinar el orden y la constante de reacción para la descomposición del N_2O_5 a $320^\circ C$.⁽¹⁾

2) **Datos**

t(min)	P (N_2O_5)
0	46.4
10	32.8
20	24.6
40	14.0
60	7.71

3) **Herramientas, las cuales son gráficas y regresiones lineales de:**

Tiempo vs Presión

Presión vs Tiempo

Tiempo vs $\ln(\text{presión})$

Tiempo vs $(1-\text{Presión})$

Tiempo vs $1/\text{presión}$

¹ Goldwhite Harold y Spielman John R., "Química Universitaria. Teoría y práctica". Iera Ed., Sistemas Técnicos de Edición S. A. de C.V., México 1990.

4) Fórmulas:

$$k_0 t = C_0 - C_t$$

$$k_1 t = \ln \frac{C_0}{C_t}$$

$$k_2 t = \frac{1}{C_t} - \frac{1}{C_0}$$

$$PV = nRT$$

Se podrá consultar la parte de teoría, en donde aparecerá alguna información adicional al problema para ayudar a su resolución, por ejemplo,

Para una reacción



Si es de orden cero, la gráfica de [A] vs tiempo será una recta con pendiente negativa. Si se tratara de la concentración de un producto entonces la pendiente sería positiva.

Si es una reacción es de primer orden, la gráfica de $\ln[A]$ vs tiempo es una recta con pendiente negativa.

Y será de orden 2, si la gráfica de $1/[A]$ vs tiempo es una recta con pendiente positiva.

4.3.2 Tiempo de vida media

No obstante que se utiliza el concepto de periodo medial como un método más para determinar la constante de velocidad y el orden de reacción, se plantean problemas en los que se pide determinarlo. Se hace una revisión teórica de la siguiente forma:

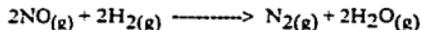
Se conoce como $t_{1/2}$ (tiempo de vida media) al tiempo necesario para que se descomponga la mitad del reactivo involucrado a una reacción. Se determina para un cierto número de valores de concentración inicial. En reacciones de primer orden, resulta muy efectivo el método de tiempo de vida media, para comprobar el orden. En estas reacciones, el periodo medial es independiente la concentración inicial. Para una reacción de segundo orden, este método no se puede utilizar cuando las concentraciones A y B de los reactivos son diferentes, pues A y B tendrán tiempos diferentes para la mitad de la reacción. Sin embargo, sí se puede utilizar en reacciones donde las concentraciones de los reactivos son estequiométricas. (2)

En la parte de teoría se explica al detalle la forma de deducir la relación entre la constante de reacción y la concentración inicial, con el periodo medial.

Un problema para reafirmar estos conceptos esta organizado de la siguiente manera:

1) **Planteamiento del problema**

Para la siguiente reacción,



determinar el orden y la constante de rapidez de reacción en litro mol.

2) **Datos**

$P_{\text{NO}} = P_{\text{H}_2}$ inic (mmHg)	$t_{1/2}$ (min)
354	81
273	136
243	174
216	217
314	180
354	150
605	130

² Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era. edición, México 1978, pág. 807-813.

3) Herramientas, que serán gráficas y regresiones lineales de:

$t_{1/2}$	vs	P_0
$\ln(P_0)$	vs	$t_{1/2}$
P_0	vs	$\ln(t_{1/2})$
$\ln(P_0)$	vs	$\ln(t_{1/2})$
$t_{1/2}$	vs	$1/P_0$

4) Fórmulas:

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$$

$$t_{1/2} = \frac{(2^{n-1} - 1)}{k(n-1) a^{n-1}}$$

$$PV = nRT$$

Como ayuda al problema, se dará una explicación de la deducción de la ecuación de tiempo de vida media, involucrando la presión inicial, dando las indicaciones pertinentes.

4.3.3 Efecto salino primario

Para la revisión del efecto salino primario, se da una breve explicación.

Las constantes de velocidad de reacciones en solución que implican no electrolitos, o bien, no electrolitos y iones, esencialmente no son afectadas por la presencia de electrolitos. Por otra parte, las constantes de velocidad de reacción entre iones son sensibles a la variación de la fuerza iónica de la solución y cambian con esta última de forma que depende de las cargas de los iones reaccionantes. Inmediatamente se hace una revisión de las teorías de Brønsted y

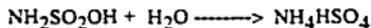
Bjerrum, y de la deducción de las ecuaciones correspondientes, en las que se postula que los iones reaccionantes forman un complejo activado en equilibrio con los reactivos, y que la velocidad de reacción es proporcional a la concentración del complejo.

Se revisa la teoría de los coeficientes de actividad de Debye-Hückel, en donde se demuestra la variación de la constante de reacción (K) con la fuerza iónica (I) para soluciones diluidas. Aquí se explica la relación entre el producto de las cargas ($Z_A Z_B$), el efecto salino y la constante de reacción. Cuando el producto de las cargas $Z_A Z_B$ es igual a cero, como en el caso de una reacción entre un electrolito y un ión, el efecto salino de la sal primaria es esencialmente nulo. Cuando es positivo, el efecto salino será positivo y K aumentará con la fuerza iónica. Para el caso que el producto sea negativo, el efecto salino es negativo y K decrece con la fuerza iónica.⁽³⁾

Se plantean problemas como el siguiente.

1) **Planteamiento del problema**

Para la reacción



en solución acuosa, encontrar:

- a) Valencia de los iones reaccionantes
- b) La constante de velocidad corregida por efectos salinos primarios.⁽⁴⁾

³ Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era. edición, México 1978, pág. 845-846.

⁴ Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era edición, México 1978, pág. 856.

2) Datos

μ	$K \text{ (mol/l)}^{-1} \text{ h}^{-1}$
0.00506	41.07
0.01121	1.02
0.01585	0.976
0.02294	0.886

$$A = 0.574$$

$$T = 80.35^\circ\text{C}$$

3) Herramientas, que incluyen gráficas y regresión lineal para:

μ	vs	$K \text{ reac}$
$K \text{ reac}$	vs	μ
$\log(K \text{ reac})$	vs	$\mu^{0.5}$
$\log(K \text{ reac})$	vs	$\log(\mu)$

4) Fórmulas

$$\log \frac{k}{k_0} = z_A z_B \mu^{0.5}$$

$$\log k = \log k_0 + 2A z_A z_B \mu^{0.5}$$

Al solicitar ayuda a la computadora, se le proporcionará al alumno información sobre los conceptos utilizados en el problema, así como una explicación de las teorías del efecto salino.

4.3.4 Efecto de la temperatura

La rapidez de las reacciones químicas es muy sensible a los cambios de temperatura. Existen algunas reglas empíricas en las que se afirma que un incremento de 10°C en la temperatura de una reacción incrementa al doble la

velocidad de la misma. Esto es porque el aumento de temperatura provoca que un mayor número de moléculas reaccionantes posea energía superior a la barrera energética de la reacción.

Arrhenius propuso la relación entre la temperatura y la constante de reacción para reacciones simples,

$$K = A e^{-E_a/RT}$$

donde A es el factor preexponencial o factor de frecuencia, y E_a es la energía de activación con unidades de energía por mol.

La ecuación de Arrhenius se usa comúnmente en su forma lineal,

$$\ln K = \ln A - E_a/RT$$

trazando la gráfica de $\ln K$ vs $1/T$, se puede calcular A y E_a a través de la ordenada al origen y la pendiente respectivamente.⁽⁵⁾

- **Energía de activación:** Para que se lleve a cabo una reacción, es necesario que las moléculas tengan contacto entre sí, es decir que choquen. Si la colisión es una condición suficiente para que haya reacción, la velocidad de la reacción debe ser proporcional a la frecuencia de colisiones. Sin embargo, cuando el número total de moléculas que operan realmente en una reacción gaseosa, se compara con el número total de moléculas que chocan, se halla que este último excede al número de ellas que sufre transformación en varias potencias de diez. De aquí que esta discrepancia sólo pueda explicarse con la hipótesis de que las moléculas que van a

⁵ Connors Kenneth A. "Chemical Kinetics, The study of reaction rates in solution", VCH Publishers, E.U.A. 1990.

Steinfeld Jeffrey I, Francisco Joseph S. "Chemical Kinetics and Dynamics", Prentice Hall, Nueva Jersey E.U.A. 1989.

reaccionar tienen que estar en un estado de energía elevado. El término E_a en la ecuación de Arrhenius y otras consideraciones favorecen un estado de energía excepcional como un requisito primario para que haya reacción.

De acuerdo al concepto de activación, los reactivos no pasan directamente a ser productos, sino que primero deben adquirir suficiente energía para que atraviesen una barrera de energía de activación.

El valor de la energía de activación puede calcularse conociendo las constantes de rapidez de reacción a 2 temperaturas determinadas a través de la ecuación de Arrhenius,

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

El cálculo de E_a depende críticamente del tamaño del intervalo de temperatura seleccionado.⁽⁶⁾

- **Teoría del complejo activado:** Para que se produzca una reacción es necesario que los átomos o moléculas reaccionante pasen sobre la barrera de energía libre. Las especies moleculares que corresponden a la cima de esta barrera de energía libre se denominan **complejos activados** y la velocidad de reacción queda controlada por la velocidad con que estos complejos atraviesan la cima de la barrera.

Eyring desarrolló la teoría del complejo activado, donde se presume que la reacción ocurre como resultado de las colisiones entre las moléculas reaccionantes. El postulado esencial consiste en que un complejo activado, se forma a partir de los reactivos y se descompone subsecuentemente hacia los productos. Se considera que el complejo activado está en equilibrio termodinámico con los reactivos.

⁶ Benson Sidney W., "The foundations of Chemical Kinetics", Mc Graw Hill Book Company Inc., E.U.A. 1960.

Entonces el paso que controla la rapidez es la descomposición del complejo activado. Eyring pudo demostrar que la constante de velocidad k de cualquier reacción, no importa cual sea su molecularidad u orden de reacción, esta dada por la expresión:

$$k = \frac{RT}{N_0 h} K^*$$

donde R es la constante de los gases, N_0 el número de Avogadro, h la constante de Plank igual a 6.625×10^{-27} erg*seg; T la temperatura absoluta y K^* , la constante de equilibrio para la formación del complejo activado a partir de los reactivos. Recurriendo a la termodinámica, podemos escribir para K^* :

$$\begin{aligned} \ln K^* &= \frac{-\Delta G^*}{RT} \\ &= \frac{-\Delta H^* - T \Delta S^*}{RT} \end{aligned}$$

donde ΔG^* , ΔH^* y ΔS^* son, la energía libre, la entalpia y la entropía de activación. Combinando las dos ecuaciones anteriores se obtiene para k :

$$\ln k = \ln \left(\frac{RT}{N_0 h} \right) + \frac{\Delta S^*}{R} - \frac{\Delta H^*}{RT}$$

Un ejemplo de un problema para este tema es el siguiente:

1) Planteamiento del problema

Determinar gráficamente la energía de activación y la constante de rapidez a 50°C para la descomposición del N_2O_5 .⁽⁷⁾

⁷ Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era. edición, México 1978, pág. 854

2) Datos

T(°C)	K (seg) ⁻¹
0	7.87 x10 ⁻⁷
25	3.46 x10 ⁻⁵
35	1.35 x10 ⁻⁴
45	4.98 x10 ⁻⁴
55	1.50 x10 ⁻³
65	4.87 x10 ⁻³

3) Herramientas, que incluyen gráficas y regresión lineal para:

Temperatura	vs	k
k	vs	Temperatura
Temperatura	vs	Ln(k)
1/Temperatura	vs	Ln(k)
Temperatura	vs	1/k

4) Fórmulas

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{-E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln k = \frac{-E_a}{RT} + A$$

La ayuda que proporciona la computadora al alumno, es la revisión breve de los conceptos mencionados anteriormente, en donde se analizará las teorías de Arrhenius y Eyring, así como la relación entre los términos de las ecuaciones.

4.3.5 Catálisis homogénea

Para entender el fenómeno de la Catálisis, se hace mención a los siguientes conceptos:

La velocidad de muchas reacciones se puede cambiar introduciendo ciertas sustancias diferentes de los reactivos. Una sustancia que influye en la velocidad de una reacción química, pero que no aparece en la estequiometría de la reacción recibe el nombre de **catalizador**. El fenómeno de aceleración de la reacción, se denomina **catálisis**.

Actualmente muchas de las sustancias clasificadas como catalizadores se destruyen como resultado del proceso de reacción o por la simple combinación con los productos.

Desde el punto de vista termodinámico la catálisis no introduce complicaciones en las relaciones de energía del sistema. Para que una reacción sea termodinámicamente factible, el cambio de energía libre debe ser negativo, no obstante se de esta condición, la velocidad de la reacción puede ser muy lenta. En tal caso la función del catalizador es apresurar la reacción y permitir la aproximación más rápida al equilibrio proporcionando un mecanismo de reacción alternativo con una energía de activación menor a la del mecanismo original. Un catalizador no puede cambiar el ΔG de una reacción, por lo tanto no podrá modificar la constante de equilibrio y tendrá que acelerar igualmente las reacciones directa e inversa.

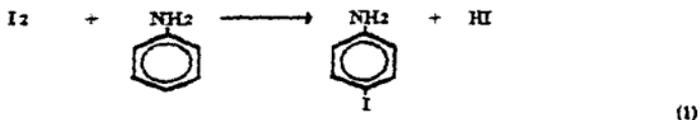
La actividad de un catalizador aumenta generalmente con su concentración. La concentración del catalizador aparecerá en la ecuación de velocidad, lo que indica que participará como reactivo, y en algunos casos se regenerará al final de la reacción. El empleo de un catalizador lleva a una disminución de la energía de activación en las etapas determinantes de la velocidad. Este abatimiento de la barrera de energía entre reactivos y productos da por resultado una velocidad de

reacción más alta.

La catálisis puede ser homogénea o heterogénea dependiendo de si el catalizador forma una fase única con los reactivos, o constituye una fase separada. Cuando es homogénea el catalizador y la mezcla de reacción están en una sola fase. En contraste, cuando es heterogénea significa que se encuentran en distintas fases.⁽⁸⁾

Para explicar mejor este fenómeno, se plantean varios problemas, entre ellos está el caso de la yodación de la anilina, del cual se hace un análisis más extenso, tanto en el planteamiento del problema, como en el repaso teórico:

La yodación de la anilina es una reacción que ha sido amplia y cuidadosamente estudiada en los laboratorios de cinética química, por permitir analizar la mayoría de las variables que pueden afectar la cinética de una reacción.



Para el experimento, se preparan soluciones de anilina, yodo y yoduro de potasio en presencia de iones fosfato (KH_2PO_4 y Na_2HPO_4), con el fin de poner la anilina en contacto con los iones de yodo. Después de hacer la mezcla de las soluciones, se toman alícuotas aproximadamente cada tres minutos, las cuales se titulan con tiosulfato de sodio (reacción 2), para determinar la concentración de los

⁸ Atkins P.W, "Fisicoquímica". Fondo Educativo Interamericano, 3era edición, México 1991, pág. 838

iones de yodo y la concentración de la anilina al tiempo x , y conocer así la constante de rapidez de reacción.

En particular la yodación se ha estudiado en 11 diferentes concentraciones de fosfatos correspondientes a un cambio de pH entre 5.59 a 7.59, con una relación máxima de buffers de 10:1; en cinco buffers de acetato con un rango de pH de 4.57 a 5.53. El rango total sobre el cual la reacción ha sido estudiada corresponde al cambio de concentración del ión hidrógeno por un factor de mil.

La reacción de yodación muestra una catálisis general por los constituyentes del buffer, la cual no se debe al efecto salino, ya que la fuerza iónica se mantiene constante por la adición de NaCl ($\mu = 0.3$). A cualquier valor de pH, por incremento de la concentración de buffer, se incrementa la rapidez. El cambio de velocidad en buffers de fosfatos es causado casi exclusivamente por el cambio de concentración del ion fosfato secundario (Na_2HPO_4) y es casi independiente de la concentración del buffer ácido (KH_2PO_4). La reacción es entonces catálisis básica, y es independiente de la concentración del buffer ión hidrógeno.

Las constantes de catálisis se obtienen de la siguiente ecuación:

$$k_{obs} = k_0 + k_A[A] + k_{HA}[HA]$$

$$k_{obs} = k_0 + \left\{ k_A \frac{[A]}{[HA]} + k_{HA} \right\} [HA]$$

donde $[A]$ es la concentración del ion fosfato secundario, $[HA]$ del ion fosfato primario, k_A y k_{HA} las constantes de catálisis.

Si se hace una gráfica de la constante de rapidez observada contra la concentración del ion fosfato primario a diferentes concentraciones de buffer, a

cualquier valor de pH, se obtiene una línea recta cuya pendiente será

$$m = k_a \frac{[A]}{[HA]} + k_{HA}$$

si variamos la relación de la concentración de fosfatos $[A]/[HA]$, variará la pendiente de la gráfica anterior, obteniendo así varios valores de pendientes. La ecuación anterior tiene también la forma de una recta donde $m = Y$ y $[A]/[HA] = X$, la pendiente de esta gráfica corresponderá al valor de K_A y la ordenada al origen al valor de K_{HA} .

El problema planteado a los alumnos, pide que calculen las constantes de catálisis a partir de los siguientes datos de $[KH_2PO_4]$ mol, $[Na_2HPO_4]$ mol, k_{obs} (litro $mol^{-1} min^{-1}$).⁽⁹⁾

⁹ Berliner Ernst, "Kinetics of the iodination of Aniline", Journal of Chemical Society, vol. 72, septiembre de 1950, pag. 4003-4009.

CAPITULO 5

DESCRIPCION DEL PROGRAMA, FUNCIONAMIENTO Y MANEJO

5.1 Selección de herramientas para la creación del programa

De acuerdo a la metodología propuesta para la elaboración de un programa educativo, una vez que se ha definido perfectamente el contenido temático se procede a la selección del lenguaje de autor o de programación más adecuado para alcanzar los objetivos definidos.

Para la creación del programa se hizo un cuidadoso análisis de las herramientas de programación y los sistemas de autor que se ofrecen a nivel comercial en México, así como de los equipos de cómputo vigentes. Al ser la computadora un instrumento en constante evolución, se deben buscar los equipos más actualizados y con una mayor perspectiva hacia el futuro.

No obstante que en la actualidad aun se usan computadoras del tipo PC compatibles, con procesador 8088 y monitores de tipo TTL y CGA (Color Graphics Adaptor), a nivel comercial están prácticamente descontinuadas. Se optó por lo tanto para el presente trabajo, usar computadoras del PC compatible con procesador 80286 y monitor VGA a color, con una capacidad de manejo de 256 colores a 200 x 340 líneas. Este equipo es el más usado actualmente en la mayoría de los planteles educativos. La vigencia de este tipo de equipos se puede considerar todavía de unos 2 años más, sin embargo aunque el programa esta creado para dicha computadora, actualmente no existe ningún impedimento para que funcione en equipos más rápidos y más avanzados.

De acuerdo a los objetivos que se persiguen el lenguaje de programación o el sistema de autor deberá contar con las siguientes características:

- 1) Capacidad de creación de un ambiente de trabajo (interfase con el usuario) amigable y de fácil manejo, que no requiera conocimientos profundos de computación. La comunicación puede ser con el teclado o el ratón, y a través de ventanas o menús.
- 2) Elevada capacidad de manejo de todo tipo de variables (numéricas, alfanuméricas, string, arreglos, booleanas, etc...) ya sea generándolas él mismo o solicitándoselas al usuario; manejo de operaciones matemáticas y manejo de funciones como logaritmos y potencias.
- 3) Capacidad de creación de gráficos, para ilustrar los conceptos teóricos.

Dadas las condiciones anteriores, se encontró que la mejor solución era una combinación de varias herramientas para poder contar con el manejo de variables y ecuaciones y una elevada capacidad de creación de gráficos.

Los lenguajes de programación estructurados como el Pascal y el "C", cuentan con una alta capacidad de manejo de variables y de objetos (menús, botones, ventanas, etc..) y a su vez permiten la creación de gráficos, al poder trabajar indistintamente en modo de texto o en modo de gráficas. Sin embargo la creación de gráficos y dibujos complejos a través de líneas de programación de estos lenguajes es muy elaborado y requiere de una gran cantidad de horas de trabajo. Es por eso que se aprovecha la capacidad que tienen de ejecutar otros programas, que este caso será un lenguaje de autor.

La programación se realizó en Pascal 5.5 de Borland, y como lenguaje de autor se utilizó el Storyboard Live de IBM. Storyboard live es un paquete que cuenta con varias herramientas:

- Un editor de gráficos, **Picture Maker**, el cual tiene todo tipo de utilerías para la creación de dibujos, como son figuras geométricas, paleta de colores, patrones para rellenar figuras, herramientas de edición etc...

- Editor de animaciones, **Sprite Editor**, donde se crean las secuencias animadas, generando la sensación de movimiento.
- Un editor de historias, **Story Editor**, en donde se encadenan las pantallas y las animaciones creadas previamente. Cuenta con una serie de instrucciones predeterminadas que generan efectos para la presentación del gráfico en la pantalla. Además tiene la capacidad de esperar respuestas simples del usuario (un número o una letra) para tomar decisiones y de asociar etiquetas a las instrucciones, lo que permite crear secuencias no lineales y pasar de un punto del programa a otro.

La mayoría del programa se generó en Pascal, la estructura principal y el ambiente de trabajo se hizo a través de líneas de programación. Solamente la parte de teoría se desarrolló en storyboard, para poder contar con dibujos más atractivos y más elaborados.

5.2 Guion y diagrama de flujo

La elaboración del guion se hizo en dos partes, la primera donde se describe la parte de problemas, y la segunda que contiene la parte de teoría. Se estructuró de tal forma que se puede tener acceso a la teoría desde el principio del programa sin pasar por alguno de los ejercicios, o desde alguno de los ejercicios. A continuación se muestra el esquema general del programa y el diagrama de flujo:

**DIAGRAMA DE FLUJO
PRINCIPAL**

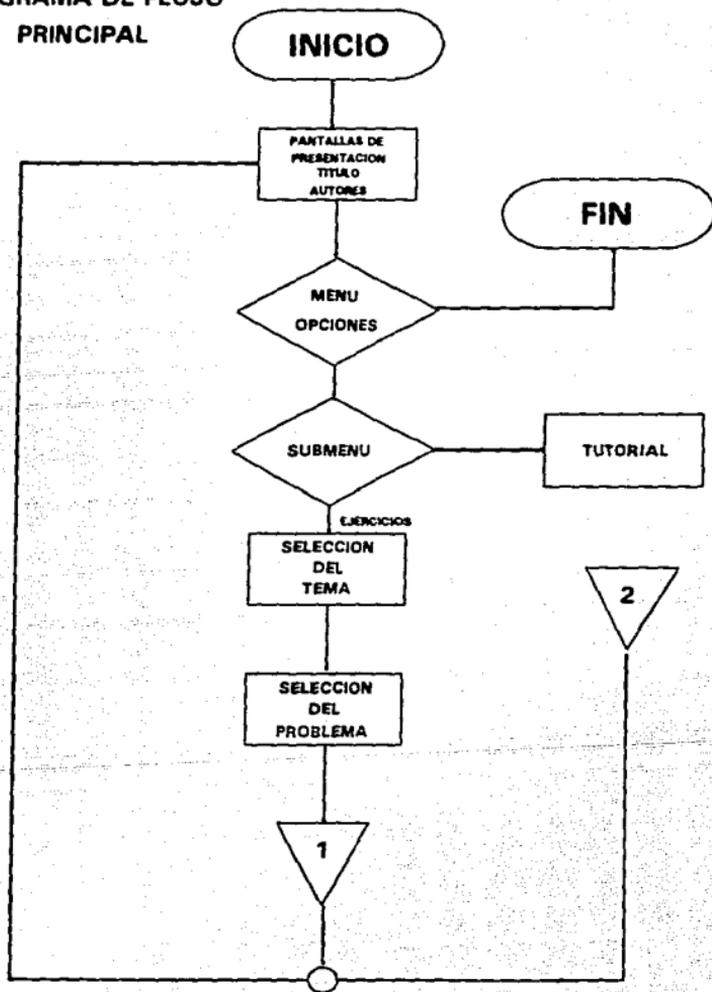


DIAGRAMA DE FLUJO EJERCICIOS

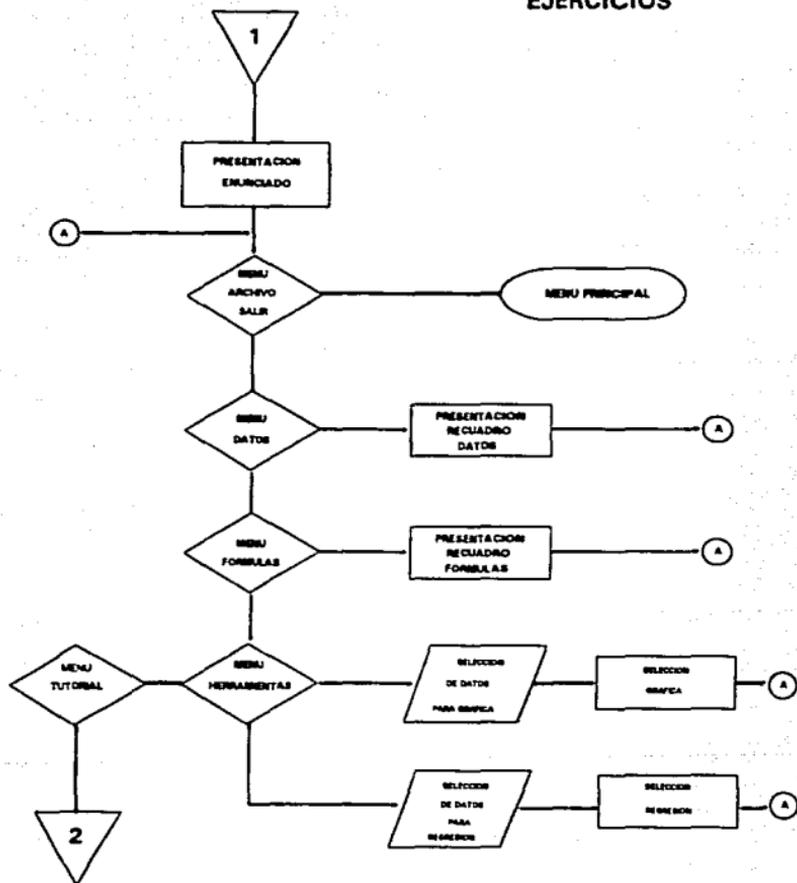
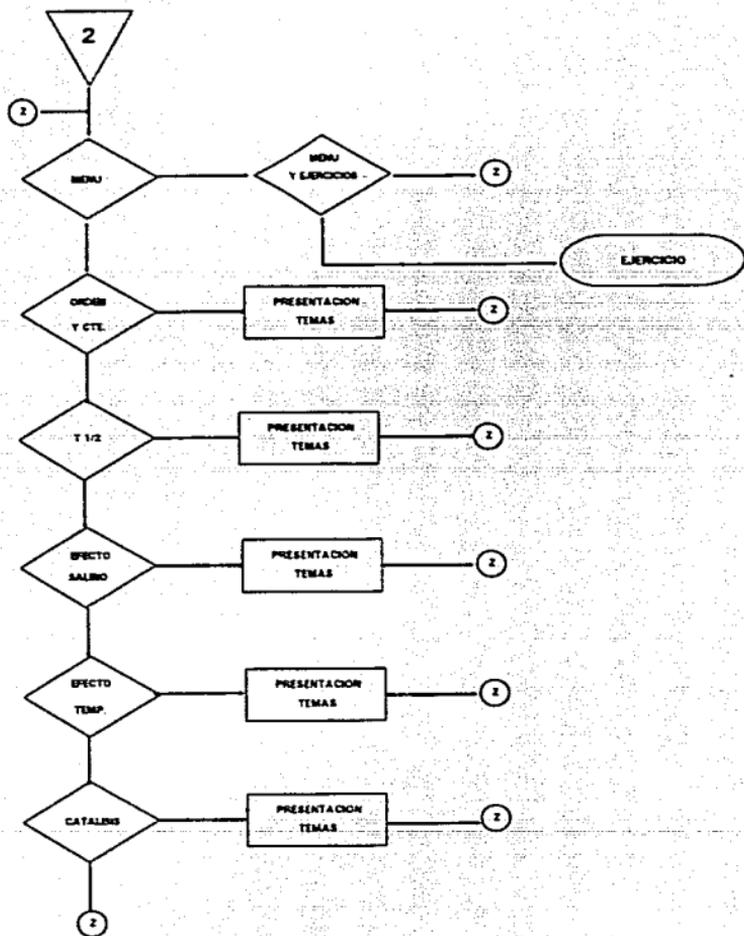


DIAGRAMA DE FLUJO TUTORIAL



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ESQUEMA GENERAL

NO	DESCRIPCION	CONTENIDO
1	Pantallas de presentación	- Escudos de la Universidad y la facultad de Química - Título del programa - Créditos
2	Menú Principal	1) Determinación de orden de reacción y constante de rapidez. 2) Tiempo de vida media 3) Efecto salino primario 4) Efecto de la temperatura 5) Catálisis homogénea 6) Teoría 7) Salir
3	Problemas	Planteamiento del problema Datos Formulas Herramientas Respuesta Teoría
4	Teoría	1) Determinación de orden de reacción y constante de rapidez. 2) Tiempo de vida media 3) Efecto salino primario 4) Efecto de la temperatura 5) Catálisis homogénea

GUIÓN DE EJERCICIOS

Los ejercicios llevarán el siguiente esquema de trabajo:

- 1.- **Pantalla de presentación:**
Barra de Menú: Archivo, datos, fórmulas, herramientas, resultados y teoría. Los menús estarán cerrados y se activarán o desplegarán al posicionar el puntero del ratón sobre
Recuadro con planteamiento del problema
- 2.- **Menú archivo desplegado**
Contiene las opciones abrir, para desplegar el recuadro de planteamiento del problema en caso de que haya sido retirado de pantalla; cerrar para retirar cualquier recuadro de la pantalla y salir, para regresar al menú principal
- 3.- **Menú Datos**
Despliega el recuadro que contiene los datos relevantes e irrelevantes para resolver el problema. Permanece en pantalla el recuadro del planteamiento.
- 4.- **Menú fórmulas**
Despliega un recuadro con las fórmulas útiles e inútiles para la resolución del problema. Permanecen en pantalla los recuadros desplegados anteriormente.

1) Determinación de orden de reacción y constante de rapidez.

Planteamiento	Datos	Fórmulas	Herramientas	Resultado
Para la reacción $2A \rightarrow 2B + C$ Calcular K y K_a , y cuánto tiempo se necesita para que la reacción tenga lugar en un 75 %	La reacción tiene lugar un 35% a los 325 seg, es una reacción de primer orden.	Para cálculo de constante de reacción para orden 0, 1 y 2, de acuerdo a datos de concentración y tiempo.	Ninguna	$K = 1.325 \text{ e-3}$ $(1/\text{seg})$ $t = 1046 \text{ seg}$

Planteamiento	Datos	Fórmulas	Herramientas	Resultado																										
Determinar el orden de la reacción y la constante de velocidad para la reacción entre $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ y CHI_3 a 25°C . Las concentraciones se expresan en unidades arbitrarias (1)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>$x(\text{M})$</th> <th>$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$</th> <th>$[\text{CHI}_3]$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>33.33</td><td>18.25</td></tr> <tr><td>4.75</td><td>30.5</td><td>13.4</td></tr> <tr><td>10</td><td>27.0</td><td>9.9</td></tr> <tr><td>20</td><td>23.2</td><td>6.1</td></tr> <tr><td>33</td><td>20.3</td><td>3.2</td></tr> <tr><td>55</td><td>18.6</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>∞</td><td>17.1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	$x(\text{M})$	$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$	$[\text{CHI}_3]$	0	33.33	18.25	4.75	30.5	13.4	10	27.0	9.9	20	23.2	6.1	33	20.3	3.2	55	18.6	1.5	∞	17.1	0	Para cálculo de constante de reacción para orden 0, 1 y 2, de acuerdo a datos de concentración y tiempo.	Gráficas y regresión lineal de: <ul style="list-style-type: none"> - tiempo vs $\ln[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$ - tiempo vs $\ln[\text{CHI}_3]$ - tiempo vs $\ln[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3][\text{CHI}_3]$ - tiempo vs $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3][\text{CHI}_3]$ 	$K = 1.97 \text{ e-3}$		
$x(\text{M})$	$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$	$[\text{CHI}_3]$																												
0	33.33	18.25																												
4.75	30.5	13.4																												
10	27.0	9.9																												
20	23.2	6.1																												
33	20.3	3.2																												
55	18.6	1.5																												
∞	17.1	0																												
En la reacción entre piridina y bromuro de fenil se producen iones a partir de moléculas neutras, por lo que la resistencia de la solución va disminuyendo según avanza la reacción. Determinar la constante de reacción. (2)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>tiempo, (min)</th> <th>R (ohms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>7</td><td>45,000</td></tr> <tr><td>28</td><td>11,620</td></tr> <tr><td>53</td><td>9,200</td></tr> <tr><td>68</td><td>7,490</td></tr> <tr><td>84</td><td>6,310</td></tr> <tr><td>99</td><td>5,537</td></tr> <tr><td>110</td><td>5,100</td></tr> <tr><td>127</td><td>4,560</td></tr> <tr><td>153</td><td>3,958</td></tr> <tr><td>203</td><td>3,220</td></tr> <tr><td>368</td><td>2,182</td></tr> <tr><td>∞</td><td>801</td></tr> </tbody> </table> <p>La reacción es de segundo orden. Los reactivos están presentes en concentraciones iguales.</p>	tiempo, (min)	R (ohms)	7	45,000	28	11,620	53	9,200	68	7,490	84	6,310	99	5,537	110	5,100	127	4,560	153	3,958	203	3,220	368	2,182	∞	801	Deducción de fórmulas para cálculo de constante de reacción a partir de datos de resistencia.	Gráficas y regresión lineal de: <ul style="list-style-type: none"> - R vs t - 1/R vs t - R/(R∞-R) vs t - (R∞-R)/R vs t 	$K_2 = 0.0445$ litro $\text{mol}^{-1}\text{min}^{-1}$
tiempo, (min)	R (ohms)																													
7	45,000																													
28	11,620																													
53	9,200																													
68	7,490																													
84	6,310																													
99	5,537																													
110	5,100																													
127	4,560																													
153	3,958																													
203	3,220																													
368	2,182																													
∞	801																													
La velocidad de saponificación de acetato de metilo a 25° se estudio efectuando una solución 0.01 M en base y éster, titulando la mezcla a diversos tiempos con ácido st. encontrar el orden, la constante y la concentración inicial (3)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>t (min)</th> <th>[BASE]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>7.4 e-3</td></tr> <tr><td>5</td><td>6.34 e-3</td></tr> <tr><td>7</td><td>5.5 e-3</td></tr> <tr><td>10</td><td>4.64 e-3</td></tr> <tr><td>15</td><td>3.63 e-3</td></tr> <tr><td>21</td><td>2.88 e-3</td></tr> <tr><td>25</td><td>2.54 e-3</td></tr> <tr><td>32</td><td>2.1 e-3</td></tr> <tr><td>40</td><td>1.75 e-3</td></tr> <tr><td>50</td><td>1.45 e-3</td></tr> </tbody> </table>	t (min)	[BASE]	3	7.4 e-3	5	6.34 e-3	7	5.5 e-3	10	4.64 e-3	15	3.63 e-3	21	2.88 e-3	25	2.54 e-3	32	2.1 e-3	40	1.75 e-3	50	1.45 e-3	Para cálculo de constante de reacción para orden 0, 1 y 2, de acuerdo a datos de concentración y tiempo.	Gráficas y regresión lineal de: <ul style="list-style-type: none"> [base] vs tiempo $\ln[\text{base}]$ vs tiempo 1/[base] vs tiempo tiempo vs [base] tiempo vs $\ln[\text{base}]$ 	$n = 2$ $k = 11.7$ $(\text{mol}^{-1})^{-1}\text{min}^{-1}$				
t (min)	[BASE]																													
3	7.4 e-3																													
5	6.34 e-3																													
7	5.5 e-3																													
10	4.64 e-3																													
15	3.63 e-3																													
21	2.88 e-3																													
25	2.54 e-3																													
32	2.1 e-3																													
40	1.75 e-3																													
50	1.45 e-3																													
Determinar el orden y la constante de reacción para la descomposición del NaO_3 a 320°C (4)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>t (min)</th> <th>P(NaO_3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>46.4</td></tr> <tr><td>10</td><td>32.8</td></tr> <tr><td>20</td><td>24.6</td></tr> <tr><td>40</td><td>14.0</td></tr> <tr><td>60</td><td>7.71</td></tr> </tbody> </table>	t (min)	P(NaO_3)	0	46.4	10	32.8	20	24.6	40	14.0	60	7.71	Para cálculo de constante de reacción para orden 0, 1 y 2, de acuerdo a datos de concentración y tiempo. Fórmula de gases ideales	Gráficas y regresión lineal de: <ul style="list-style-type: none"> presión vs tiempo $\ln(\text{pres})$ vs tiempo 1/pres vs tiempo tiempo vs presión tiempo vs $\ln(\text{pres})$ 	$K = 0.03$ ter orden														
t (min)	P(NaO_3)																													
0	46.4																													
10	32.8																													
20	24.6																													
40	14.0																													
60	7.71																													

2) Tiempo de vida media

Planteamiento	Datos	Fórmulas	Herramientas	Resultado
El ion pentamino- diclorocobalto (III) reacciona con el agua de la siguiente forma: $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$ $\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^-$ Determinar la constante de velocidad y el tiempo de vida media ⁽⁵⁾	t (min) [ION] 0 0.0201 40 0.0183 100 0.0153 160 0.0127 200 0.0119 270 0.0096	Para cálculo de constante de reac- ción para orden 0, 1 y 2, de acuerdo a datos de concentración y tiempo Fórmulas para de- terminar tiempo de vida media	Gráficas y regresión lineal de [ion] vs tiempo ln[ion] vs tiempo 1/[ion] vs tiempo tiempo vs [ion] tiempo vs ln[ion]	K = 2.74 e-3 t _{1/2} = 252 min
Para la siguiente reac- ción $2\text{NO}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ Determinar el orden y la constante de rapidez de reacción en litro mol ⁽⁶⁾	P inicio t (min) NO ₂ /H ₂ 354 81 273 136 243 174 217 216 180 314 150 454 130 605	Relación entre tiempo de vida media y orden y constante de reacción. Fórmula para gases ideales.	Gráficas y regresión lineal de t vs P ₀ ln(P ₀) vs t vs P ₀ vs ln(t vs) ln(P ₀) vs ln(t vs) t vs 1/P ₀	n = 3 K = 6.46 e-7 mmHg
Estimar el tiempo re- querido para que el óxido de etileno se descom- ponga en un 75% a 450°C ⁽⁷⁾	Periodo medial a 378.5°C = 363 min E _a = 52000 cal/mol Es una reacción de primer orden	Relación de tiempo de vida media con constante de reac- ción para primer orden Relación de con- stante de reacción con temperatura Fórmula para cálculo de constante de reacción para orden 0, 1 y 2.	No dispone de herra- mientas adicionales.	t = 13 min
Una muestra arque- ológica contiene madera con sólo 72% de ¹⁴ C en los árboles vivos. ¿Cuál es la edad su edad? ⁽⁸⁾	t 1/2 ¹⁴ C = 5730 años Emite rayos β con una energía de 0.16 MeV La desintegración del ¹⁴ C sigue una cinética de 1er orden.	Fórmulas para cálculo de tiempo de vida media a partir de constante de reacción y concentraciones	No dispone de herra- mientas adicionales	t = 2715 años

3) Efecto salino primario

Plantamiento	Datos		Fórmulas	Herramientas	Resultado
Determinar el producto de las cargas de los iones y la constante de rapidez a fuerza iónica cero.	k(reac)	(μ)	Para cálculo de producto de las cargas y fuerza iónica, a partir de constante de reacción.	Graficas y regresión lineal de: μ vs k reac k reac vs μ $\log(k \text{ reac})$ vs $\mu^{0.5}$ $\log(k \text{ reac})$ vs $\log(\mu)$	
	0.054520	0.05			
	0.061589	0.07			
	0.068015	0.09			
	0.073992	0.11			
	0.079630	0.13			
	0.084999	0.15			
	0.090146	0.17			
	0.095105	0.19			
	0.099903	0.21			
	0.104552	0.23			
	0.109077	0.25			
Para la reacción: $\text{NH}_4\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{HSO}_4$ en solución acuosa, encontrar: a) La valencia de los iones reaccionantes b) La constante de velocidad corregida por efectos salinos primarios. ⁽⁷⁾	K reacción	(μ)	Para cálculo de producto de las cargas y fuerza iónica, a partir de constante de reacción.	Graficas y regresión lineal de: μ vs k reac. k reac vs μ $\log(k \text{ reac})$ vs $\mu^{0.5}$ $\log(k \text{ reac})$ vs $\log(\mu)$	
	1.07	0.02506			
	1.02	0.01121			
	0.976	0.01585			
	0.886	0.02294			
Se siguió, con técnicas fotocolorimétricas la reacción del cristal violeta con iones bistróntido, en la que los reactivos son especies iónicas coloridas. a) Calcular el producto de las cargas de los iones b) Determinar la constante de rapidez a fuerza iónica cero. ⁽¹⁰⁾	$g(\mu)$	k_2'	Para cálculo de producto de las cargas y fuerza iónica, a partir de constante de reacción. Para cálculo de $g(\mu)$.	Graficas y regresión lineal de: μ vs k reac. k reac vs $g(\mu)$ $\log(k \text{ reac})$ vs $g(\mu)^{0.5}$ $\log(k \text{ reac})$ vs $g(\mu)$	
	0.06	9.57			
	0.09	9.64			
	0.144	8.49			
	0.207	7.35			
	0.228	6.99			
	conc (mol)				
	* (l mol ⁻¹ min ⁻¹)				

4) Efecto de la temperatura

Planteamiento	Datos	Fórmulas	Herramientas	Resultados
Determinar gráficamente la energía de activación y la constante de velocidad a 50°C para la descomposición del N_2O (11)	T (°C) k (1/seg) 0 7.87e-7 25 3.46e-5 35 1.35e-4 45 4.98e-4 55 1.50e-3 65 4.87e-3	Ecuación de Arrhenius, de relación entre constante de reacción, temperatura y energía de activación	Gráficas y regresión lineal de: - k vs Temperatura - Ln(k) vs 1/Temperatura - Ln(k) vs Temperatura - 1/Temperatura vs Ln(k) - Temperatura vs 1/k	
Estimar para la racemización del pinoeno, la energía de activación y la constante de velocidad a 480°K. (12)	Velocidad específica a 457°K. $2.2 \times 10^{-1} \text{ min}^{-1}$ Velocidad específica a 510°K. $3.07 \times 10^{-1} \text{ min}^{-1}$	Ecuación de Arrhenius, de relación entre constante de reacción, temperatura y energía de activación	No dispone de herramientas adicionales.	$E_a = 43,000 \text{ cal/mol}$ $K = 2.14 \text{ e}^{-4} \text{ min}^{-1}$
La velocidad de descomposición del acetaldehído, se midió en el intervalo de temperaturas de 700 a 850°K. Determinar E_a y el factor preexponencial A (13)	T (°K) k (1/seg) 700 0.011 730 0.035 760 0.105 790 0.343 810 0.789 840 2.17 910 20.0 1000 145.0	Ecuación de Arrhenius, de relación entre constante de reacción, temperatura y energía de activación	Gráficas y regresión lineal de: - k vs Temperatura - Ln(k) vs 1/Temperatura - Ln(k) vs Temperatura - 1/Temperatura vs Ln(k) - Temperatura vs 1/k	
Determinar la energía de activación y el factor preexponencial para la reacción entre H_2 y I_2 (14)	T(°C) $k_{obs}(\text{moleseg})$ 599 5.4 e-4 629 2.9 e-3 666 1.4 e-2 683 2.5 e-2 700 6.4 e-2	Ecuación de Arrhenius, de relación entre constante de reacción, temperatura y energía de activación.	Gráficas y regresión lineal de: - k vs Temperatura - Ln(k) vs 1/Temperatura - Ln(k) vs Temperatura - 1/Temperatura vs Ln(k) - Temperatura vs 1/k	

5) Catálisis Homogénea

Planteamiento	Datos	Fórmulas	Herramientas	Resultados
Calcular para la mutarrotación de la glucosa, la constante de reacción sin catalizar, y las constantes catalíticas.	La reacción se cataliza con ácidos y bases. T = 18 °C Conc. Acetato de sodio = 0.02 M Kobs [Ac. Acético] 1.36 e-4 0.02 1.40 e-4 0.105 1.46 e-3 0.199	Para cálculo de constantes catalíticas, a partir de las constantes características de la reacción.	Gráficas y regresión lineal de: Kobs vs [HA] Kobs vs [A] Kobs vs [A]/[HA] [HA] vs Kobs	K = 1.34 e-4 min-1 Ka = 5 e-5 (Umol min)
Para la reacción de la iodación de la anilina, se observa que el par conjugado de fosfatos, actúa como catalizador. Determinar las constantes catalíticas, y la constante de la reacción no catalizada ⁽¹²⁾	(1) (2) Kobs 1 01 446 075 0075 366 07 007 348 06 006 319 05 005 288 (1) [NH ₂ PO ₄] mol (2) [Na ₂ HPO ₄] mol Kobs (l mol ⁻¹ min ⁻¹) m = 0.3 [A] = 0.12 T = 25 °C	Fórmulas para cálculo de constantes catalíticas a partir de datos de concentración. Fórmulas para cálculo de constantes de reacción a partir de datos de concentración.	Gráficas y regresión lineal de: Kobs vs [A] Kobs vs [HA] Kobs vs [A]/[HA] [HA] vs Kobs	
Se tiene una reacción catalizada en soluciones que contienen ácido fórmico (HA) y formiato de sodio (NaA). Encontrar el coeficiente catalítico de los iones H ⁺ ⁽¹⁶⁾	HA* NaH* K** 250 0 2.55 250 025 0.682 250 100 0.172 250 250 0.068 *(mol/l) ** (min ⁻¹) T = 25 °C Cons. de ionización ácido fórmico 1.77e-4	Fórmulas para cálculo de constantes catalíticas a partir de datos de concentración. Fórmulas para cálculo de constantes de reacción a partir de datos de concentración.	Gráficas y regresión lineal de: Kobs vs [A] Kobs vs [HA] Kobs vs [A]/[HA] [HA] vs Kobs	

5.3 Elaboración del programa

La programación se realizó en Pascal, quedando organizada de la siguiente forma:

- Cada ejercicio programado quedó en una unidad separada denominadas *prob1.tpu*, *prob2.tpu*, *prob3.tpu*, hasta *prob20.tpu* sucesivamente. Todas las unidades para los problemas son consistentes en cuanto al orden de programación, en todas el esqueleto principal es un menú superior que contiene las opciones de archivo, datos, fórmulas, herramientas, respuesta y teoría. La función de estos comandos en todos los ejercicios es la misma, y varían en el contenido de los procedimientos según cada problema, como se muestra en el guión del programa. El procedimiento principal de cada unidad es como el siguiente:

```
procedure problema2;  
begin
```

```
  InitMenu:      (declara las variables y nombres de los comandos para los menús)  
  info2:        (despliega el recuadro con el enunciado del problema)  
  DoThisMenu:   (despliega el menú superior y coordina las funciones de cada  
                comando)
```

```
end;
```

- Se creó una unidad que contiene todos los enunciados de los ejercicios, *infgal.tpu*. Cada enunciado quedó dentro de un procedimiento al cual invoca la unidad del problema correspondiente.

```
procedure info2;  
  var RIG2: rect;
```

```
begin  
  moveto (60,50);  
  settextstyle (defaultfont,horizdir,2);  
  Drawtextrect (11, 32, 5,5,2,-1,true,RIG2,err);  
  settextref (rig2);  
  pencolor (white);
```

```

gototexty (9,1);
Drawstring ('P R O B L E M A');
Gototexty (6,4);
drawstringln ('Determinar el orden y la ');
gototexty (1,6);
drawstringln ('constante de reaccion para la ');
gototexty (1,8);
drawstringln ('descomposicion del NO a 320°'); gototexty (21,9);
drawstringln ('2 5');
settextstyle (defaultfont,horizdir,1);
end;

```

Este procedimiento se invoca desde la unidad prob2.tpu, y es el encargado de desplegar el recuadro con el enunciado del problema 2.

- Se hizo una unidad por cada herramienta, grafica.tpu, para realizar las gráficas que el usuario solicite, y regre.tpu para las regresiones lineales. Los procedimientos de ambas unidades se invocan desde las rutinas de los ejercicios, por ejemplo:

```

1: { Graficas... }
begin
  popmenu(err);
  Ulicon: = ''; URicon: = '';
  DrawChoiceBox(Q_grafica, true);
  DrawTopStrip(Q_grafica, true);
  DoVmenu(Q_grafica, kk, NoDrag);
  if kk <= 0 then Popall
  else
  Case kk of

1: {presion vs tiempo}
  Begin
    fondo (t, pn2o5, 5);
    Popmenu(err);
    Popmenu(err);
    WaitForNot(SwLeft);
  end;

2: {tiempo vs presión}
  Begin

```

```

fondo (pn2o5,t,5);
Popmenu(err);
Popmenu(err);
WaitFor.Not(SwLeft);
end;

```

en donde la instrucción fondo es un procedimiento de la unidad grafica.tpu, y despliega la gráfica en pantalla. Los parámetros del procedimiento t (tiempo) y pn2o5 (presion del N2O5) son las variables a graficar, ordenadas y absisas respectivamente y provienen de los datos del problema; el número 5 es el número pares de datos a graficar. La variable kk, es la que permite seleccionar la gráfica, en el ejemplo si kk toma el valor de uno se desplegará la gráfica de presion del N2O5 contra tiempo; y si toma el valor de 2 entonces la gráfica será de tiempo contra presión.

Una vez que se han seleccionado los datos a graficar, se clasifican en orden progresivo de menor a mayor tanto para las ordenadas como para las absisas y se escalan a los rangos de la pantalla (De 0 a 500 para X, y de 0 a 400 para Y).

```

procedure comparax (var x:dato;j:integer); (Lee los datos para X)

```

```

begin
for i:= 1 to j do
begin
xord[i]:=x[i];
end;

```

```

for l:= 1 to j-1 do (Ordena los datos de meno a mayor)

```

```

begin
for L:= i+1 to j do
begin
if xord[i] > xord[l] then
begin
e:=xord[i];
xord[i]:=xord[l];
xord[l]:=e;
end;
end;
end;
end;

```

```
menor:=xord[1];  
mayor:=xord[j];
```

(indica cual es el número mayor y el menor)

```
if menor<0 then  
begin  
  negme:=true;  
  menor:=menor*(-1);  
  negativome;  
end  
else  
begin  
  negme:=false;  
  positivome;  
end;
```

(Según el signo del número mayor y menor, selecciona el procedimiento adecuado para calcular las etiquetas)

```
if mayor<=0 then  
begin  
  negma:=true;  
  mayor:=mayor*(-1);  
  negativoma;  
end  
else  
begin  
  negma:=false;  
  positivoma;  
end;  
etimex:=etimen;  
etimax:=etimay;  
escalax:=500/(etimax-etimex);  
for i:= 1 to j do  
begin  
  xesc[i]:=round(x[i]*escalax);  
end;  
end;
```

(Sabido los valores de la etiqueta mayor y menor, se escalan los datos al rango correspondiente, en este caso de 0 a 500)

Procedimiento para seleccionar la etiqueta menor cuando se trata de números positivos:

```
procedure positivome;  
begin  
  mul:=1;  
  if (menor>=0) and (menor<0.01) then
```

```

    etimen:=0
else
if (menor>=0.01) and (menor<0.1) then
    etimen:=0.01
else
if (menor>=0.1) and (menor<0.5) then
    etimen:=0.1
else
if (menor>=0.5) and (menor<1) then
    etimen:=0.5
else
begin
for i:= 1 to 40 do
begin
if (menor>=a1*mul) and (menor<b1*mul) then
    etimen:=a1*mul
else
if (menor>=b1*mul) and (menor<c1*mul) then
    etimen:=b1*mul
else
if (menor>=c1*mul) and (menor<d1*mul) then
    etimen:=c1*mul
else
mul:=mul*10;
end;
end;
if negme=true then etimen:=etimen*(-1);
end;

```

Con los datos menores y mayores para X y Y se selecciona una etiqueta mayor y una menor para ambos ejes, de tal forma que sean números enteros. Posteriormente se seleccionan las etiquetas intermedias para cada eje. Con todos los elementos de la gráfica definidos, se pasa entonces a los procedimientos para dibujar la gráfica, en donde primero se analiza si hay números negativos o positivos para la ubicación correcta de los ejes en la pantalla, y después se crea el dibujo de la línea por graficar.

for c: = 1 to h do (Dibuja los puntos de la gráfica)

```
begin  
  circle(xesc[c]-xxx+100,400-yesc[c]-yyy,2);  
end;
```

for c: = 1 to h-1 do (Dibuja la línea de unión entre cada punto)

```
begin  
  line(xesc[c]+100-xxx,400-yesc[c]+yyy,xesc[c+1]+100-xxx,400-yesc[c+1]+yyy);  
end;
```

La regresión lineal toma los datos de la misma forma que las gráficas. El método utilizado para obtener las constantes de la recta, fue el de mínimos cuadrados⁽¹⁷⁾. Se sigue la misma metodología que para las gráficas, se presentan las opciones de datos para la regresión y después de ejecutar los procedimientos correspondientes, se presenta en pantalla los valores para la pendiente y la ordenada al origen de la recta.

```
...z[j]:=x[j]*y[j];  
w[j]:=sqr(x[j]);...
```

procedure simultaneas;
begin

```
  xx:=x[1];  
  yy:=y[1];  
  zz:=z[1];  
  ww:=w[1];  
  for i:= 2 to j do  
    Begin  
    x[i]:=xx+x[i]; xx:=x[i];  
    y[i]:=yy+y[i]; yy:=y[i];  
    z[i]:=zz+z[i]; zz:=z[i];  
    w[i]:=ww+w[i]; ww:=w[i];  
  end;
```

```
  aa:=(xx*yy)/j;  
  bb:=sqr(xx)/j;  
  k1:=(zz-aa)/(ww-bb);  
  K0:=(yy-(xx*k1))/j;  
  memumsg('K1 ='+ RRtoS(k1,5,5)+' K0 ='+ RRtoS(k0,5,5));  
end;
```

- El tutorial fue creado en Storyboard Live. Se hizo primero el diseño de las pantallas y después se encadenaron con el Story Editor, utilizando comandos como *Display*, *If*, *Show* y *Goto*, procurando hacer un programa ramificado a través del cual el alumno pudieran navegar a su propio ritmo e intereses.

Se presenta inicialmente un menú con las opciones según el contenido temático del programa, cálculo de orden y constante, tiempo de vida media, efecto salino primario, efecto de la temperatura y catálisis homogénea. Cuando se termina de revisar el tema, se regresa al primer menú del tutorial, donde se puede seleccionar algún otro tema o salir al menú principal. La historia es invocada desde el menú principal del programa o desde el comando de teoría en cada ejercicio.

- El programa Principal o controlador principal, que contiene las instrucciones para desplegar las pantallas de presentación, y el menú principal, desde donde se invocan los ejercicios a resolver o el tutorial. Se usan rutinas como la siguiente para llamar a cada problema:

```
if j=2 then
  begin
    popall;
    clrscr;
    problema2;
    goto 1
  end;
```

donde la variable *j* es un identificador del menú, y *problema1*, es el nombre del procedimiento que ejecuta el ejercicio y las utilerías del mismo. Al terminar de trabajar con el ejercicio seleccionado, se regresará al menú principal, en donde se podrá volver a escoger algún otro ejercicio, el tutorial o salir del programa.

El programa principal, quedó como un archivo ejecutable **CINETICA.EXE**, el cual se puede correr desde el sistema operativo.

5.4 Funcionamiento y manejo del programa

El programa trabaja en computadoras del tipo PC compatibles, con procesador 80286 en adelante. Se requiere un monitor VGA y tarjeta de gráficos. Puede estar instalado tanto en disco flexible de 3.5" ó 5.25", o en disco duro. Es recomendable que la computadora cuente con un ratón para operar el programa.

Para ingresar al programa, se tecldea CINETICA y se oprime la tecla retorno, desde el símbolo del sistema operativo, ya sea estando ubicado en una de las unidades de disco flexible, o en el subdirectorío CINETICA en disco duro,

A:\>CINETICA

C:\CINETICA>CINETICA

Se desplegarán las pantallas de presentación, hasta quedar la pantalla donde se encuentra el menú principal. El programa esta diseñado para funcionar con el ratón para evitar la memorización de comandos y simplificar el manejo. Sin embargo es posible manejarlo también a través del teclado.

Para seleccionar cualquier tópico en el caso de los ejercicios, se posiciona el puntero del ratón sobre el letrero y se oprime el botón izquierdo del ratón. Con el teclado, se utilizan las flechas de dirección para mover el recuadro iluminado al tema deseado y se oprime retorno. Cuando se ha escogido un tema se despliega un submenú enumerando los ejercicios correspondientes. Cada uno tiene un pequeño símbolo previo, indicando la dificultad del problema:

- Sencillo
- + Avanzado

De igual forma se selecciona el ejercicio y, éste se desplegará en la pantalla. En la parte superior se encuentra la barra de menús. Para activarlos se posiciona el ratón sobre el comando y se oprime el botón izquierdo. Tambien se pueden utilizar las flechas derecha e

izquierda del teclado para activar algún comando.

El menú archivo contiene las opciones para quitar el recuadro del enunciado (cerrar), para desplegar el mismo recuadro (abrir), y para regresar al menú principal (salir).

El menú datos despliega el recuadro con los datos del problema. Estos pueden ser trascendentes o intrascendentes para encontrar la respuesta. El menú fórmulas despliega el recuadro con las fórmulas útiles o inútiles del ejercicio. El menú Herramientas contiene dos comandos, gráficas y regresión lineal, que se seleccionan arrastando el puntero del ratón hasta la opción. Ambos comandos despliegan a su vez un submenú con las posibles combinaciones de datos para trazar gráficas o someterlos a una regresión lineal. Cuando se ha escogido la pareja de datos, aparece en pantalla la gráfica correspondiente o los valores de la ordenada al origen y la pendiente, según sea el caso.

El menú respuesta, despliega un recuadro con los espacios necesarios para que el alumno escriba la o las respuestas del ejercicio. Una vez que se han escrito es necesario oprimir la tecla AV.PAG (PAGE UP), para que el programa evalúe la respuesta y dé el resultado. Aparecerá entonces un recuadro indicando si fueron correctas o incorrectas las respuestas del alumno.

Con el menú teoría se pasa a la parte del tutorial, en donde se muestra primero un menú con las opciones de tópicos. Se oprime el número del tema deseado y este aparecerá en pantalla. Después de revisar la pantalla, se oprime la tecla retorno para pasar a la siguiente pantalla, y así sucesivamente hasta haber completado el tema, entonces volverá a aparecer el primer menú. Si se selecciona la opción de SALIR, el programa regresará al punto desde donde fue invocado el tutorial.

¹ Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Físicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era. edición, México 1978, pág. 852

² Frost Arthur A., Pearson Ralph G., "Kinetics and Mechanism", 2da edición, John Wiley & Sons, U.S.A. 1961, pág. 36-38.

-
- 3 Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era. edición, México 1978, pág. 852
 - 4 Goldwhite Harold y Spielman John R., "Química Universitaria. Teoría y práctica". 1era Ed., Sistemas Técnicos de Edición S.A. de C.V., México 1990.
 - 5 Goldwhite Harold y Spielman John R., "Química Universitaria. Teoría y práctica". 1era Ed., Sistemas Técnicos de Edición S.A. de C.V., México 1990.
 - 6 Cetina Raul. Apuntes Fisicoquímica VII, UNAM 1990.
 - 7 Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era. edición, México 1978, pág. 854
 - 8 Atkins P.W., "Fisicoquímica", Fondo Educativo Interamericano, 1era edición, México 1986, pág. 844.
 - 9 Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era. edición, México 1978, pág. 856.
 - 10 Corsaro Gerald, "A Colorimetric Chemical Kinetics Experiment", Journal of Chemical Education, vol. 41, No. 1, enero 1964, pág. 48-50.
 - 11 Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era. edición, México 1978, pág. 854
 - 12 Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era. edición, México 1978, pág. 854
 - 13 Atkins P.W., "Fisicoquímica", Fondo Educativo Interamericano, 1era edición, México 1986, pág. 821
 - 14 Levine Ira N., "Physical Chemistry", Mc Graw Hill Book Company, 3era edición, E.U.A. 1988.
 - 15 Berliner Ernst, "Kinetics of the iodination of Aniline", Journal of Chemical Society, vol. 72, setiembre de 1950, pag. 4003-4009.
 - 16 Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era. edición, México 1978, pág. 56
 - 17 Kuo Shan S., "Computer Applications of numerical Methods", Addison Wesley, Filipinas, 1972, pág. 252-258

CONCLUSIONES

Desde hace más de dos décadas, han sido muchos los intentos de utilizar y aprovechar la tecnología electrónica e informática en los salones de clase. Durante este tiempo han surgido todo tipo de proyectos de Enseñanza Asistida por Computadora (EAC), desde los de nivel nacional, con apoyo de los gobiernos, hasta los de profesores interesados en ofrecer una mejor educación a sus alumnos.

El papel de la computadora en la enseñanza ha sido determinado por el desarrollo de la tecnología informática, por un lado, y por la evolución de diversas corrientes en la metodológicas de enseñanza, por el otro. Los esquemas educativos prevaletentes en los años 50 y 60 influyeron en los conceptos que los educadores se formaron sobre el papel de la EAC durante las 2 décadas recientes.

Las primeras concepciones se basaron en los modelos que asumían al profesor como un simple transmisor de conocimientos y al alumno como un receptor. La influencia Skinneriana y la emergencia de la enseñanza programada, proporcionaron la base para un modelo de EAC, que sustituye al profesor por la enseñanza programada de los conocimientos.

A partir de la década de los 80, esta concepción cambió radicalmente. La disponibilidad de los equipos informáticos y la disminución de sus precios, permitieron que se generalizara el uso de computadoras, aún en las casas, lo que permitió nuevos criterios del proceso enseñanza-aprendizaje. La computadora y la enseñanza asistida por computadora se conciben ahora como una herramienta de apoyo y complementaria a dicho proceso. El maestro se convierte entonces en el facilitador de las condiciones para que el alumno pueda responsabilizarse de su propio aprendizaje. Asume la responsabilidad de poner a disposición del alumno, las ventajas que las nuevas tecnologías puedan proporcionarle para sus estudios.

El éxito de la EAC, se fundamenta en ser un elemento más de apoyo, no en

ser la única herramienta para transmitir conocimientos a los alumnos. Al liberar al maestro de tareas rutinarias como calificar exámenes y tareas, hacer promedios, le permite acercarse más a sus educandos para conocer y cubrir las necesidades de cada uno. Cuando se trabaja con grupos muy numerosos, la computadora se convierte en el tutor individual que necesita el estudiante para aprender a su propio ritmo, y que comunica oportunamente sus resultados al profesor.

La EAC cuestiona los sistemas tradicionales de educación, adecuados para las generaciones pasadas. Hoy día, los niños y los jóvenes viven en un mundo automatizado de imágenes visuales y alta tecnología que no concuerda con la tecnología presente en los salones de clase. Los alumnos de hoy no se conforman con la mera transmisión de conocimiento que les pueden ofrecer el profesor y los libros. Necesitan herramientas acordes al mundo que enfrentan todos los días. Herramientas que planteen nuevos retos y que los motiven a aprender.

No obstante, la base conceptual que subyace en casi todos los programas educativos, es que resulta más atractiva una clase con computadora, televisión, video, grabadora y diapositivas, que si la imparte el maestro con métodos tradicionales. La experiencia ha demostrado que la tecnología por si sola no basta para producir buenos resultados educativos. Se depende del uso que el docente pueda hacer de lo nuevos medios. De si éstos se han puesto realmente a su disposición y cuentan con un fuerte fundamento pedagógico.

Todavía, la implementación de sistemas para EAC, requiere de una inversión elevada, financiera y en recursos humanos. Son pocas las instituciones que actualmente pueden contar con estos recursos para proveerse del equipo necesario. Ello constituye la principal razón de que la educación no haya recibido los beneficios de la informática. Por otro lado, está el rechazo por parte de los docentes y las autoridades educativas sobre todo por el temor que implica enfrentarse a herramientas casi totalmente desconocidas.

Aunque se han encontrado desventajas y opiniones en contra, usar computadoras con fines educativos aportará siempre mejores resultados que no usarlas. Se puede argumentar respecto a su mejor aplicación, elegir distintos procedimientos, comparar sistemas y preferir programas, o bien lamentar la falta de idoneidad en alguno de ellos. Pero cuestionar los beneficios y ventajas que muchos sistemas han aportado para incrementar el nivel de los educandos está fuera de lugar.

El programa educativo para Cinética Química que se propuso en el presente trabajo es un intento de mostrar el potencial que existe en instituciones como la Universidad de crear e implementar sistemas de EAC.

El equipo de cómputo mínimo que requiere el programa es una computadora con procesador 80286 (PC compatible), con monitor VGA monocromático o de color. Es recomendable el uso del ratón como dispositivo de entrada. La selección de dicha configuración se basó principalmente en los equipos vigentes en el mercado y de costo accesible. Se cuidó no elegir configuraciones obsoletas o a punto de salir del mercado.

El programa busca en todo momento apegarse a las características y los requisitos que dicta la experiencia, para cumplir con sus fines educativos. Algunos de ellos es que es interactivo. El alumno debe buscar la información para resolver el problema, y debe darle la respuesta correcta a la computadora. Se consideró primordial asegurar el éxito del alumno, tanto al resolver los problemas como al reafirmar algún concepto teórico, por lo que tiene a su disposición en cualquier momento la ayuda y el tutorial. El manejo del programa es sumamente sencillo. Es por medio de menús y ventanas que se despliegan con el ratón o con el teclado, por lo que no requiere de conocimientos profundos de computación.

Las gráficas llamativas no se consideraron indispensables por el nivel hacia el cual va dirigido el programa. No se incluyó dentro de las herramientas una

calculadora, que resulta de gran utilidad puesto que su elaboración requiere mucho tiempo y un alto nivel de programación, que salen de los objetivos de este trabajo.

El programa incluye 20 problemas repartidos entre los 5 temas seleccionados: orden y constante de reacción, tiempo de vida media, efecto salino, efecto de la temperatura y catalisis. Cada problema cuenta con los datos y las herramientas necesarias para su resolución. De cada problema se puede consultar el tutorial. No incluyeron mas problemas por ser éste una mera propuesta y un ejemplo de como debe ser un programa educativo a gran escala.

En la elaboración del programa, se utilizó, por un lado, Pascal que es un lenguaje de programación para crear la interface con el usuario. Es decir, el manejo de menús y ventanas para la programación de las herramientas como las gráficas y la regresión lineal, para analizar y evaluar las respuestas del alumno, etc. Y, por el otro, un lenguaje de autor (Storyboard), para la creación y determinación de la secuencia de las pantallas del tutorial.

Al ser el Pascal un lenguaje estructurado, permite que el programa quede abierto a modificaciones. En cualquier momento se puede incrementar el número de problemas o su contenido, así como la información del tutorial. Por ejemplo cada problema cuenta con un número determinado de combinaciones de datos para trazar graficas, incluir una combinación más de datos, implica solamente aumentar de 5 a 10 líneas de programación.

El programa fue creado prácticamente de forma individual, contando con la asesoría de expertos en sistemas educativos y en informática, además de la revisión y asesoría por parte de la Facultad de Química. Sin embargo la manera ideal de trabajo es la formación de equipos multidisciplinarios en los que participen pedagogos, ingenieros en computación y especialistas en el tema a desarrollar. A este grupo se le llama "Ingeniero E.A.C", y es capaz de crear sistemas de excelencia, adecuados a las necesidades de los estudiantes mexicanos.

Es preciso señalar que cualquier recurso educativo debe ser evaluado por especialistas en educación, quienes sabrán corregir posibles deficiencias y riesgos, que puedan perjudicar el proceso enseñanza-aprendizaje. Posterior a dicha evaluación, se hace una primera implementación con los alumnos, de manera experimental, teniendo grupos piloto y grupos de control. Los resultados obtenidos se traducen a modificaciones del programa o a una implementación total dentro del curso correspondiente.

El programa de Cinética Química queda únicamente a nivel de propuesta, donde no se ha llevado a cabo la evaluación ni la implementación final. Estas no están contempladas en los objetivos del trabajo y representan la siguiente fase dentro de la metodología para la creación de programas educativos, que implica investigación en disciplinas distintas a la química.

La computadora ha dejado de ser un instrumento para uso exclusivo de los hombres de ciencia, para convertirse en la herramienta indispensable de trabajo para múltiples disciplinas. En la educación, las aplicaciones de la computadora se han extendido a todos los niveles y a todas las áreas del conocimiento. Ya ha influido significativamente educación superior y pronto lo hará en la educación básica media.

Con el paso del tiempo y la introducción de nuevas tecnologías, la influencia crecerá hasta el grado de transformar las escuelas a un estado irreconocible. Si se resuelven los "cuellos de botella" que dificultan la aplicación eficaz de la computación en la educación, se puede esperar una enseñanza de más calidad, donde se ofrezca a los estudiantes más formación que información. Lo anterior traerá beneficios económicos, que eventualmente podrían llevar a recuperar las inversiones y gastos que se hicieron para implementar sistemas de Enseñanza Asistida por Computadora.

La incorporación de la computadora y de los sistemas E.A.C. al proceso de

instrucción es uno de los elementos que contribuirá a la modernización educativa. Esta integración es una necesidad impostergable para el desarrollo científico y tecnológico de nuestro país.

La enseñanza tradicional, que implica la adquisición y retención por largo tiempo de un conocimiento específico, ya no es suficiente. La educación debe darse a la tarea de "anticipar" la enseñanza, lo que significa preparar mejor a los estudiantes para adaptarse a modificar sus conocimientos según lo exijan las circunstancias.

Probablemente la computadora no sea el vehículo para resolver todas las deficiencias de la educación, pero si es la herramienta que más acerca a los niños y a los jóvenes al mundo que enfrentan todos los días. Dejar la tecnología informática fuera de la educación, representa dejar al país fuera de la competencia internacional.

El recurso más importante de cualquier nación es su gente y la preparación con la que ésta cuenta. Está en manos de los educadores enfrentar los retos que el mundo actual ofrece, para procurar una mejor educación en todos los niveles y en todas las disciplinas. Ante todo no debemos perder de vista el principal objetivo de la educación y sus beneficios: el estudiante.

BIBLIOGRAFIA

1. Araoz Monica, Guevara Pozas Angel D., Oropeza Jorge. "Pantallas, Formatos y sugerencias para empezar en sistemas tutoriales", Memorias de la Séptima Conferencia Internacional "Las Computadoras en Instituciones de Educación y de Investigación", U.N.A.M. (Ed), 1991.
2. Atkins P.W. "Fisicoquímica", Fondo Educativo Interamericano, 3era edición, México 1991, pág. 838
3. Benson Sidney W., "The foundations of Chemical Kinetics", Mc Graw Hill Book Company Inc., E.U.A. 1960.
4. Berliner Ernst, "Kinetics of the iodination of Aniline", Journal of Chemical Society, vol. 72, septiembre de 1950, pag. 4003-4009.
5. Briseño Gabriela. "La tecnología educativa y la problemática educativa", Memorias del II Congreso Internacional de ciencias de la educación, Universidad de Monterrey 1990, pág. 16 y 17
6. Cameron Jim, Networking - for serious computer-aided teaching, Pretoria News, Sudáfrica, marzo 1983.
7. Campos Rubén, Guevara Pozas Angel D., Oropeza Jorge, "SEGI: Un Sistema de Enseñanza sobre Seguridad Informática", Memorias de la Séptima Conferencia Internacional "Las Computadoras en Instituciones de Educación y de Investigación", U.N.A.M. (Ed), 1991.
8. Cetina Raul, Apuntes Fisicoquímica VII, UNAM 1990.
9. COEEBA-SEP, "Guía para la elaboración del diseño detallado de un programa de Computación Educativa (PCE). Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa, México 1990.
10. Congreso Nacional de Investigación Educativa, México 1982, Mesa de trabajo # 8
11. Connors Kenneth A., "Chemical Kinetics, The study of reaction rates in solution". VCH Publishers, E.U.A. 1990.

12. Corsaro Gerald, "A Colorimetric Chemical Kinetics Experiment", Journal of Chemical Education, vol. 41, No. 1, enero 1964, pág. 48-50.
13. Echeverría Samanes Benito, "Resultados de Investigación. Sistema TOAM", Generalitat de Catalunya, Departament D'Endenyament, Universidad de Barcelona, España, septiembre de 1985.
14. Friedlander Larry, "The Shakespeare Project", Interactive Multimedia, USA, 1991.
15. Frischer Bernard, "Cicero", A frameworks for Multimedia Projects for Classics, Interactive Multimedia, USA, 1991.
16. Frost Arthur A., Pearson Ralph G., "Kinetics and Mechanism", 2da edición, John Wiley & Sons, U.S.A. 1961.
17. Giordano E., Edelstein R., "La creación de programas didácticos, Lenguajes y sistemas de autor", Ed. Gustavo Gili, S.A., Barcelona 1987.
18. Goldwhite Harold y Spielman John R., "Química Universitaria. Teoría y práctica", 1era Ed., Sistemas Técnicos de Edición S.A. de C.V., México 1990.
19. Gómez Gabriela, Mendoza Eumelia; "Introducción al área de computación"; cuadernos del Programa Universitario de Cómputo; Programa Universitario de Cómputo, UNAM, 1983.
20. Guevara Pozas Angel David, "Docencia e Investigación en Redes Neuronales Aplicadas a Robótica", Memorias de la II Conferencia Internacional de Robótica Pedagógica, Centro de Investigaciones y Servicios Educativos, U.N.A.M. México 1992.
21. Ignasi Ortuño Joan, "El ordenador entra a la escuela", Diario de Terrasa (El Diari), Epoca I, año VIII, No.1250, 7 de nov. de 1984, Catalunya, España.
22. Klausmeier-Goodwin, "Psicología Educativa: Habilidades Humanas y aprendizaje", Ed. Harla, México 1977, pág. 113.
23. Kotz John C. "KC? Discover, A computer program for Descriptive Inorganic Chemistry", Journal Chemical of Education, 1989, vol. 66, p. 750-755.
24. Kuo Shan S., "Computer Applications of numerical Methods", Addison Wesley, Filipinas, 1972, pág. 252-258

25. Levine Ira N., "Physical Chemistry", Mc Graw Hill Book Company, 3era edición, E.U.A. 1988.
26. Lowy Frutos Ernesto, Robles Cid J.Luis, Gallego Palomero A.E., "Propuesta de integración de software educativo en los currículo de Física, Química y Matemáticas", España 1990.
27. Lowy Frutos Ernesto, Robles Cid J.Luis, Gallego Palomero A.E., "Programas educativos de computadora", España 1990.
28. Luengo Pascual Luis, Pons I Dupran Ma. Dolores, " La enseñanza por computador", ediciones Orbis, Barcelona 1986.
29. Maron Samuel H., Lando Jerome B., "Fisicoquímica Fundamental", ed. Limusa, 1era edición, México 1978.
30. Montoya R. Lilia , "La electrónica como recurso educativo", Contacto, México. Año 33 2a época, Vol. 4, No 41
31. Raw Isaias, "La tecnología Educativa aplicada a la enseñanza de las ciencias en los países en vías de desarrollo", en "Nueva Tecnología en la Enseñanza de las Ciencias", ed. Teide/ed. de la UNESCO, Paris 1975.
32. Sierra Javier, "Apuntes de Informática", México 1989
33. Sierra Javier, "La computadora en la escuela", México 1992.
34. Spain James D., Allen Joe F., "Instructional Computing as Replacement for Recitations in Freshman Chemistry", Journal Chemical of Education, 1990, vol. 67, p. 766-769.
35. Steinfeld Jeffrey I. Francisco Joseph S., "Chemical Kinetics and Dynamics", Prentice Hall, Nueva Jersey E.U.A. 1989.
36. "Thai school buys CAI kit" Asian Computer Monthly, enero 1985.