

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**DISEÑO DE UN SITIO WEB PARA LA ENSEÑANZA  
DEL CONCEPTO DE "EQUILIBRIO QUÍMICO"**

**T E S I S**  
**Q U E P A R A O B T E N E R E L T Í T U L O D E**  
**I N G E N I E R A Q U Í M I C A**  
**P R E S E N T A**  
**A D E L A T E R R O B A E S T R A D A**

**MÉXICO, D.F.**

**2005**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**Jurado asignado:**

<b>Presidente</b>	Prof. Natalio Aníbal Bascuñán Blaset
<b>Vocal</b>	Prof. Andoni Garritz Ruiz
<b>Secretario</b>	Prof. Jesús Gracia Mora
<b>1er. Suplente</b>	Prof. Mercedes Llano Lomas
<b>2º. Suplente</b>	Prof. Víctor Ramos Nava

**Sitio en donde se desarrolló el tema:**

Departamento de Programas Audiovisuales de la Facultad de Química  
Edificio "B", Facultad de Química, UNAM

**Asesor del Tema:**

Dr. Jesús Gracia Mora

-----

**Supervisora técnica:**

I.Q. Iliana Zaldívar Coria

-----

**Sustentante:**

Adela Terroba Estrada

-----

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme las capacidades para terminar con éxito algo tan especial como es mi vida de estudiante, y con ello permitir llenarme de tantas satisfacciones y la oportunidad de conocer a tanta gente con quien he podido compartir todas estas vivencias.

A la I.Q. Iliana Zaldivar Coria, al LDG. Efraín Mora Gallegos, al LDG Jorge Estrada Loera, al Est. Raúl Cornejo y al Est. Mauricio Magos por su apoyo en el diseño y programación del sitio.

Al M. en I. Fernando Barragán, al Dr. Enrique Bazúa y al I.Q. José Antonio Ortiz por ser un ejemplo de ética profesional y una pieza clave en mi vida dentro de esta Facultad.

Al Dr. Eduardo Marambio y al I.Q. Alejandro Iñiguez por creer en sus estudiantes e impulsarnos cada vez a ser mejores.

Agradezco a la Lic. Dulce Fernández, a la Dra. Amelia Farrés y al Ing. Carlos Galdeano porque sin quererlo ni saberlo, ellos me orillaron a esta carrera.

Gracias también al Lic. Rubén Fernández Aceves por haberme dado las facilidades para concluir este trabajo mientras colaboraba en la Asociación.

## DEDICATORIAS

Especialmente agradezco enormemente el apoyo incondicional de mis papás, de Adolfo y de Alberto, que son esas personas ejemplares que han estado presentes en cada momento crucial con tantas manifestaciones de amor e interés; y de manera particular a Enrique por permitirme entrar a ese mundo de estrellas fugaces, por su paciencia y apoyo.

A mis amigos de Facultad, Silvia, Claudia (Zazú), Belem, Luis Francisco, José Luis, Marina, Mauro; gracias por el primer semestre que compartí con ustedes, y al super club de las tardes Yussef, Mauricio, Maytonce, Bárbara, porque la verdad, era una chispa ante tanto estrés. Gracias por mantener ese cariño durante el resto de la carrera.

A mi equipo: Hanne, Oliver, Bit, Tino, porque sin ustedes no hubiera sido posible concluir esta etapa, sin ustedes no hubiera aprendido el verdadero significado de la responsabilidad y de la hermandad; y gracias también a sus familias por la paciencia, apoyo y hospitalidad incondicionales.

A Moni Gastelum por todo lo que compartimos.

A las familias Terroba Tortolero, especialmente a Bibi por enseñarme a amar la vida aun en los momentos de adversidad; Estrada Loera por su generosidad y constancia; y Rivero Borrell por alojarme tantas tardes y por ser parte de esta aventura.

## INDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
RESUMEN	v
ÍNDICE	vii
INTRODUCCIÓN	ix
1. OBJETIVOS	1
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	3
2.1. El proceso de enseñanza – aprendizaje	4
2.2. ¿Por qué multimedia?	9
2.3. La computadora, el software educativo e Internet como herramientas en la educación	11
2.4. Elementos a considerar en el diseño de un material de multimedia	17
2.5. Generalización de las ideas previas que los estudiantes poseen con respecto al concepto de “Equilibrio Químico”	25
3. JUSTIFICACIÓN	28
4. ANÁLISIS	35
4.1 Determinación de los temas problemáticos	36
4.2 Análisis de algunos materiales ya existentes	39
4.2.1 Química	40
4.2.2 Química y Reactividad Química. Química General interactiva	40
4.2.3 Química, curso universitario	41
4.2.4 El mundo de la química, conceptos y aplicaciones	42
4.2.5 Química General	42
4.2.6 HM Chem. General Chemistry Online	43
4.2.7 Software Reviews	44
4.2.8 Información Relevante	44
4.2.9 Conclusiones	46

5. PROPUESTA	48
5.1 Generalidades	49
5.2 Contenido de la página de inicio	51
5.3 Contenido de la página intermedia	61
5.4 Contenido de la página final	64
6. CONCLUSIONES	67
7. RECOMENDACIONES	70
8. APÉNDICE	73
8.1 Software empleado en la construcción del sitio	74
8.2 Cuestionario	75
8.3 Temario de la asignatura "Química General"	76
8.4 Listado de figuras	78
8.5 Listado de tablas	79
8.6 Relación de algunos sitios similares a libros	79
9. REFERENCIAS	80

Se incluye el CD del sitio diseñado.

## RESUMEN

Esta propuesta surge de la necesidad de desarrollar herramientas específicas para la Facultad de Química que apoyen la enseñanza de los cursos que en ella se imparten. Existe una gran variedad de libros y sitios web al alcance de los alumnos, pero desafortunadamente estos recursos no siempre son los más adecuados por cuestiones de disponibilidad, grado de dificultad, idioma, etc.

Se eligió el tema "Equilibrio Químico" de la asignatura "Química General" para crear un sitio web que ofrece a los alumnos de la Facultad las herramientas suficientes que les apoyan en su propio proceso de construcción del conocimiento, pues dichas herramientas se adecuan a los planes de estudio y a las características del alumno.

Se revisaron algunos de los libros más comúnmente empleados en la enseñanza de la Química General a este nivel, así como una parte del material disponible en Internet, con la finalidad de conocer cómo es que los autores abordan el tema.

Considerando lo anterior y agregando la dificultad para comprender el tema cuando se estudia por primera vez, se evaluó la mejor manera de crear un material multimedia que permita a los estudiantes aprovechar al máximo sus canales visual y auditivo mientras estudian, que les permita crear conexiones mentales entre las piezas de información que reciben y relacionar estos conocimientos con sus ideas previas.

Se ideó un sitio que va guiando a los usuarios a través de una serie de preguntas que se vinculan con alguna animación que ilustra el "Equilibrio Químico" en procesos cotidianos y con lenguaje común. En el sitio se explica que la causa principal del equilibrio químico es la existencia de reacciones reversibles y se enfatiza en cómo éstas se llevan a cabo, se pretende que



mediante la comprensión de la reversibilidad de las reacciones y el concepto de velocidad de reacción, sea el alumno quien pueda inferir la definición y el significado de "Equilibrio Químico"; posteriormente se complementa la información con una breve explicación de la ecuación de la constante de equilibrio para abrir paso a los procesos siguientes: la aplicación de los conceptos.

Este sitio está disponible en: <http://depa.pquim.unam.mx/equilibrio>

## INTRODUCCIÓN

Durante mi primer semestre en la Facultad fue difícil adaptarme a un nuevo sistema, todos los textos parecían confusos ya que no tenía bases suficientemente sólidas y existían lagunas desde el nivel bachillerato. Esto no es sólo una experiencia personal, pude notar el mismo obstáculo en algunos compañeros. Ahora, cinco años después, a raíz de charlas casuales con diversos profesores, tanto de licenciatura como de bachillerato, y estudiantes menores que yo, me doy cuenta de que esas fallas siguen existiendo. Es obvia la necesidad de desarrollar en el alumno las habilidades de análisis y de síntesis; aunque también es muy claro que existe una tendencia de apatía hacia el aprendizaje y el razonamiento. Es indispensable inducir en el alumno la motivación para que éste desarrolle las habilidades necesarias, a través de la solución frecuente de ejercicios que estimulen su capacidad crítica, es decir, aplicaciones prácticas sobre el conocimiento que está adquiriendo con base en sus intereses actuales y en sus metas futuras.

Debemos ser conscientes del déficit de conocimiento y de habilidades que existe de manera generalizada y que cada vez causa una mayor preocupación en los adultos, deben fortalecerse las habilidades del pensamiento para poder inducir al proceso de aprendizaje significativo que funcione mediante algoritmos que el alumno proponga y compruebe por sí mismo. Cabe señalar la necesidad de iniciar el aprendizaje de un concepto partiendo de lo que ya se conoce y estructurando de manera lógica y secuencial las causas y efectos del concepto que se quiere aprender.

En este trabajo se propone un sitio web que facilite el proceso de enseñanza- aprendizaje del concepto de "Equilibrio Químico", pues es difícil de comprender cuando no se tienen antecedentes de cinética química ni de termodinámica. La propuesta consta de tres páginas, estructuradas de la siguiente manera:

Siendo que el "Equilibrio Químico" es una consecuencia de la reversibilidad de las reacciones, en la página de inicio se aclara lo siguiente:

a) Qué es una reacción reversible. El concepto se ejemplifica con la visualización a partir de modelos moleculares la reacción de disociación de  $\text{N}_2\text{O}_4$  a  $\text{NO}_2$

b) El por qué de las reacciones reversibles. Se ha mencionado que la comprensión de un fenómeno cuando se conocen las causas y consecuencias de éste se facilita, por ello explicaremos el por qué del equilibrio químico a partir de la teoría de las colisiones, sin detallarla.

c) Una vez comprendidas las causas de la reversibilidad de las reacciones se introducirá la definición de "velocidad de reacción".

d) Difícilmente se logra comprender que una reacción reversible son dos reacciones simultáneas. Para explicarlo, se parte de la animación de la reacción de disociación de  $\text{N}_2\text{O}_4$  a  $\text{NO}_2$  el usuario observará la formación constante de  $\text{N}_2\text{O}_4$  y  $\text{NO}_2$  hasta que se alcance un equilibrio dinámico.

e) Finalmente, se complementará la parte introductoria explicando el efecto en la interacción de las moléculas, y por lo tanto en el equilibrio, de cambios en las condiciones de presión, temperatura, concentración, volumen y presencia de catalizadores en la mezcla de reacción.

En la página intermedia se define el concepto de equilibrio químico y se da un ejemplo práctico de éste. Una vez comprendido el fenómeno de reversibilidad de reacción, la definición del equilibrio parte de lo conocido y no del modelo matemático. Como ejemplo se emplea "el mal de montaña", en el que el equilibrio debe darse entre oxígeno, hemoglobina y oxihemoglobina; se eligió porque es común sentir cambios en el organismo cuando cambian las

condiciones del medio, y posiblemente muchos de los estudiantes lo han experimentado alguna vez.

Por último se explica que la constante de equilibrio no tiene sentido por sí sola, que es la expresión del modelo matemático de lo que sucede con los compuestos de una reacción reversible. En esta última página se explica brevemente cómo debe escribirse la expresión de equilibrio, y se explica también la relación entre el significado físico y la magnitud de la constante.

Si el usuario navega siguiendo el orden propuesto con anterioridad, fácilmente comprenderá qué es el equilibrio químico al conocer sus causas y el cómo se relaciona con la vida diaria.

Finalmente, cabe aclarar que esta propuesta va más allá del aspecto enseñanza-aprendizaje de un concepto científico, pues es importante romper el esquema actual de la educación, en el que el docente es un mero transmisor de conocimiento, y empezar a trabajar sobre la capacidad crítica de los alumnos; una manera es que el sistema pedagógico se adapte a las condiciones de hoy utilizando las herramientas que cada vez están al alcance de más personas como es Internet. Sólo así, adaptándonos al presente lograremos que nuestra universidad siga posicionándose en los primeros lugares.

## 1. OBJETIVOS

Detectar los temas más problemáticos en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Química General de la Facultad de Química de la UNAM.

Realizar una revisión bibliográfica acerca del proceso enseñanza-aprendizaje, en particular usando herramientas multimedia.

Generar una propuesta de un material de apoyo en la enseñanza de uno de los temas complicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Química General basado en herramientas multimedia.

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

## 2.1 El proceso de enseñanza - aprendizaje

Todos sabemos que “aprender” significa hacer propio un conocimiento, sin embargo, esta definición es incompleta. El objetivo de incluir este tema como parte de los antecedentes, es definir el proceso de aprendizaje, los canales y las etapas de dicho proceso, para desarrollar un material didáctico que no sólo se adecue a las necesidades de la Facultad de Química, sino que sea una herramienta diseñada de tal forma que el proceso de aprendizaje del alumno con respecto al concepto “Equilibrio Químico” sea completo.

El proceso de aprendizaje en la actualidad, ha sido objeto de estudio para numerosos autores, de cuyas investigaciones se concluye que existen diferentes maneras de aprender, de las cuales destacan: aprendizaje receptivo, cuando se crean conexiones mentales entre los estímulos del exterior; aprendizaje por descubrimiento, relacionado con la capacidad de asombro y la curiosidad; aprendizaje por ensayo y error, que le permite a los adultos desarrollar nuevas habilidades, existe un objetivo a lograr y a través de la experiencia se va forjando el camino para alcanzarlo; aprendizaje condicionado, en el que se asocian las acciones con los resultados; aprendizaje significativo, cuando la persona integra nuevas ideas a sus conocimientos previos y crea nuevas asociaciones entre ellos, es la persona quien se formula preguntas alrededor de lo que ya conoce; y, aprendizaje por repetición, que se adquiere al recibir la misma información tantas veces como sea necesario, no se debe confundir con “memorizar”, puesto que la memoria es una etapa del proceso de aprendizaje.

El aprendizaje es un proceso de los procesos de atención, de comprensión, de memoria y de solución de problemas. A nivel licenciatura, hay dos tipos fundamentales de contenidos educativos: “declarativo” y “procedimental” [3]. En la enseñanza procedimental se incluyen los



problemas teóricos, que se han aprendido a resolver a partir de las “series de problemas” que, en general, no son más que repeticiones de “problemas tipo” y en el caso particular de “Equilibrio Químico”, el único resultado en una gran parte del alumnado, es la memorización de una secuencia de operaciones matemáticas y nula interpretación de los resultados obtenidos a pesar de la relación existente entre los conceptos y los procedimientos, y desafortunadamente, también existen brechas en los alumnos en cuanto a las bases teóricas de dicho tema. De lo anterior se puede concluir que no es posible un aprendizaje procedimental competente con la carencia de bases teóricas sólidas que justifiquen los resultados obtenidos.

Es importante señalar que las personas recibimos y procesamos la información por tres vías: visual, auditiva y sensitiva. Normalmente se recibe a través de una vía y se procesa por otra; por ejemplo, algunas personas al leer en silencio están recibiendo las palabras por la vía visual y mientras estructuran mentalmente el enunciado que leyeron también crean la representación de cómo lo escucharían; otras, al escuchar una historia imaginan cómo verían a los personajes y los escenarios. En el caso del presente trabajo nos limitaremos a la visual y auditiva ya que la sensitiva se relaciona más con las actividades del laboratorio, que a pesar de ser posible crear estas experiencias en la interfase usuario-computadora, el software propuesto no lo emplea.

Los conocimientos se adquieren mediante la resolución de un cuestionamiento específico, por lo que es útil partir de una situación conocida o de interés para el estudiante. En el caso de la Química, los conocimientos deben partir de lo macroscópico a lo microscópico, deben construirse basándose en lo dinámico y no en lo estático; ya que la Química, a pesar de ser la esencia de lo que se conoce, tiene sus cimientos en lo que no se ve. Por ejemplo, las formas moleculares son el resultado de las nubes de densidad electrónica y sus interacciones, y se modelan

mediante funciones de probabilidad; no es posible, en el primer nivel de cualquier licenciatura de la Facultad de Química, aprender empleando este lenguaje desconocido que muchas veces utiliza modelos que no tienen una representación clara con la vida cotidiana. Un caso concreto es el tema "Equilibrio Químico".

Para la comprensión óptima del "Equilibrio Químico" se requieren conocimientos previos de cinética y termodinámica, el hecho de que en los libros revisados para elaborar esta tesis el capítulo de "Equilibrio Químico" es posterior a los de cinética y termodinámica no es casualidad, pues debe hacerse referencia a la energía de activación, la ecuación de Arrhenius, la expresión de rapidez de reacción, etc.; dado que la expresión para la constante de equilibrio se deriva de dos expresiones de rapidez de reacción para una reacción reversible, los autores explican el equilibrio con expresiones de rapidez de reacción. En primer semestre no se ha estudiado la termodinámica ni la cinética, sin embargo es necesario conocer este tema desde el inicio; para el lector que no conozca las bases de la Química General, esto podría parecer un callejón sin salida, mas no es así. Muchos profesores parten de la ecuación conocida como "la expresión de la constante de equilibrio" para explicar este fenómeno, y la mayoría de los alumnos aprende, erróneamente, que la química "obedece" a esta función matemática; lo que es cierto es que la función modela el comportamiento de las interacciones moleculares de diversos compuestos que están en contacto sometidos a condiciones específicas, entonces ¿por qué no explicar dicho comportamiento para inferir el modelo matemático de éste?, así obtendremos un aprendizaje significativo ya que el estudiante lo construirá con lo que ya conoce y podrá relacionarlo con conocimientos previos y fácilmente utilizarlo en experiencias futuras.

Richard E. Mayer [16] sostiene que el aprendizaje activo difiere de una actitud activa durante el proceso de aprendizaje, para ello hace la

comparación con dos estudiantes, Alan y Brian; Alan está frente a una computadora tecleando respuestas a los tutoriales presentados por un software, al teclear una respuesta errónea, automáticamente el programa da la respuesta correcta, sin duda alguna, Alan se mantiene activo mientras resuelve el tutorial; mientras que Brian escucha la explicación de una animación que está observando, al mismo tiempo trata de organizar secuencial y mentalmente la información aunque la explicación no sea clara, Brian parecería inactivo puesto que sólo está sentado frente a la computadora, pero cognitivamente está activo porque trata de darle sentido a la presentación; de este modo, Mayer explica que el comportamiento activo no garantiza un aprendizaje adecuado, pues tener las manos ocupadas, como es el caso de los juegos de computadora altamente interactivos, no necesariamente promueve un proceso cognitivo activo.

Estos casos los observamos en nuestra Facultad, son clásicas las series de ejercicios o exámenes que llevan grandes cantidades de papel, anotaciones, operaciones y respuestas erróneas; también se observan en el mismo grupo presentaciones sencillas, algoritmos simples y las respuestas.

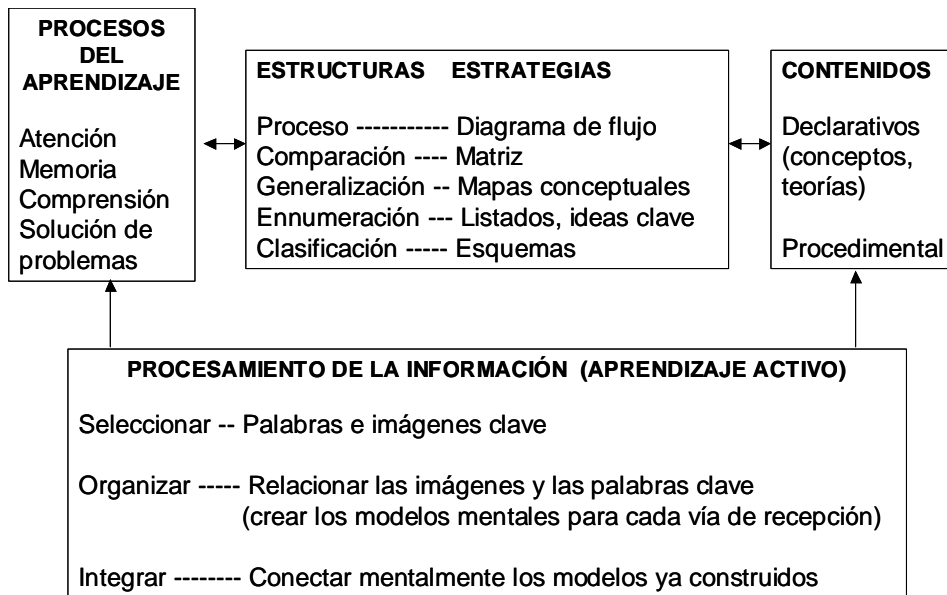
Al promover debates en el aula, es posible crear un ambiente intelectualmente activo, ya que, en la medida en que se incrementen las ideas y argumentaciones, se incrementará el razonamiento individual y con ello, la habilidad para comprender la información que se está presentando; lo que se puede justificar a través de la historia de las ciencias, en la que se ha dado una serie de confrontaciones y discusiones en torno a los diferentes fenómenos y gracias a dichos intercambios de ideas la ciencia ha progresado.

Ambos casos apoyan la tesis de Mayer.

Algunas formas de detectar aprendizaje son: recordar, reconocer y entender, lo cual se comprueba con los exámenes de preguntas abiertas, de opción múltiple y de problemas, respectivamente; el entendimiento se refleja en la aplicación de conceptos, teorías y/o procedimientos.

El fracaso más evidente del aprendizaje, es el aprendizaje nulo, en el cual la retención del alumno es pobre al igual que su desempeño; pero también existe el conocimiento fragmentado, que son piezas de información aisladas entre sí. Buena transferencia y retención de información, pueden ser un indicador de que el docente transfirió información, el alumno la recibió de manera pasiva y el aprendizaje adoptó el rol de adquisición de información; pero si además de lo anterior, la presentación de ésta es organizada e integral, podemos pensar que se trata de un aprendizaje construido, en el cual el trabajo mental del alumno durante el proceso de aprendizaje fue activo, y que el docente fue un facilitador. [16]

En la figura 2.1 se presenta un esquema que integra y relaciona los modelos mentales que sigue (o debe seguir) el estudiante para que su aprendizaje sea activo y significativo.



**Figura 2.1** El proceso de aprendizaje

Es necesario añadir que no hay enseñanza si no hay aprendizaje, planteado de otra manera: si el grupo fracasa, el docente también lo hace. Entonces el docente requiere valerse de un material didáctico que facilite al alumno atender información clave, organizarla mentalmente e integrarla con conocimientos previos, tomando en cuenta que las personas procesamos separadamente la información que recibimos sensorialmente y que nuestra capacidad de asimilación es limitada; por ello se propone un material multimedia.

## 2.2 ¿Por qué multimedia?

Es del conocimiento general que el docente no es un transmisor de conocimientos o información, pues para ello existen libros, bases de datos

y otras fuentes. Un docente debe preocuparse por el aprendizaje de sus alumnos, lo cual implica darles herramientas para que desarrollen su capacidad de pensamiento. Ciertamente, la manera en la que se presenta el contenido, la forma en que se transmite la información y la evaluación de los resultados son piezas clave en el proceso de educación [10].

También se sabe que la comprensión sólo se da cuando el estudiante integra la información gráfica y verbal que está recibiendo para crear representaciones mentales de dicha información y relacionarla con conocimientos previos; y que, una vez concretado el proceso de comprensión, el aprendizaje ocurre cuando el estudiante codifica la información de diferentes maneras para retenerla y hacerla propia. Partiendo de las aseveraciones anteriores se justifica el empleo de multimedia en el proceso enseñanza-aprendizaje.

El significado de la palabra "multimedia" puede explicarse por su prefijo y su raíz, *multi* y *media*, respectivamente, donde *multi* se refiere a un conjunto no unitario, y *media* (de medio) se refiere a los apoyos o las herramientas empleadas para transmitir información como imágenes estáticas o en movimiento, palabras escritas o habladas, etc.; de manera que cualquier forma de presentar información con más de un apoyo, es un multimedia [16].

Sería inútil emplear herramientas de cómputo para mostrar un texto con imágenes, pues no tiene ninguna ventaja ante un libro tradicional; sin embargo, es práctico mostrar las imágenes acompañadas de una grabación que las explique. En ambos casos se emplea multimedia, aunque con un contraste notorio: En el primer caso sólo se trabaja con la capacidad visual del estudiante, quien debe codificar el mensaje una sola vez, esto significa que podrá comprenderlo; mientras que en el segundo, el estudiante recibe la misma información visual y auditivamente, lo cual implica decodificar

dos mensajes idénticos, también podrá comprenderlos, pero al irlos enlazando mentalmente, va construyendo el conocimiento y consecuentemente está aprendiendo. Con lo anterior, se muestra que no basta utilizar al máximo la tecnología para adquirir o transmitir un conocimiento; sino que es indispensable una planeación y justificación del material a utilizar, tal es el trabajo del docente.

Cabe señalar que los seres humanos no somos capaces de recordar más de la mitad de un texto inmediatamente después de leerlo, lo cual nos lleva a pensar que es necesario procesar la información a través de un segundo medio.

Para esta tesis se emplean la computadora e Internet como herramientas de difusión y construcción del conocimiento.

### **2.3 La computadora, el software educativo e Internet como herramientas en la educación**

Desde la década de los ochenta las computadoras entraron en el terreno de la educación, de aquí se deriva una definición muy interesante del proceso de aprendizaje: "aprender es hacer algo con las herramientas culturales y tecnológicas que están a nuestro alcance" [22]; y la computadora es una herramienta tecnológica, como el teléfono o el fax, es un medio de comunicación, como el lenguaje verbal y matemático, es una fuente de información, al igual que un libro o una revista, y es un vehículo de comunicación entre personas, como los llamados "chats" o las videoconferencias. El caso de la Química no ha sido la excepción, pues tan sólo basta con ingresar a cualquier sitio de nuestra Facultad y darse cuenta que en éste se distribuyen exámenes, tareas y lecturas de interés,

que semestre con semestre varía el contenido de éstos adaptándose continuamente a las necesidades de los alumnos; en algunos casos existen asesorías en línea, y gracias al correo electrónico hay comunicación frecuente entre los profesores y los alumnos.

Se ha mencionado que las personas aprendemos mediante procesos continuos de construcción, interpretación y modificación de nuestras propias representaciones basándonos en nuestras propias experiencias. Por lo tanto, para que cualquier herramienta funcione es necesario desarrollar estrategias que:

- Provean a los estudiantes de diferentes ambientes que les permitan explorarlos.
- Permitan a los estudiantes reflexionar sobre la información al momento de recibirla.
- Induzcan a los estudiantes a generar suposiciones, atribuciones e implicaciones sobre las ideas clave, etc.

El ambiente de la computadora, es decir, la interfase, permite dar cabida a los puntos mencionados con anterioridad, porque es posible posicionar al estudiante en ambientes que le permitan construir el conocimiento mediante los llamados “mundos y realidades virtuales”, pues el pensamiento está situado en contextos sociales y físicos [7]. Cabe mencionar que “la interfase es el hardware y el software a través del cual un humano y una computadora pueden comunicarse” [18], o dicho de otra manera, es lo que vemos en la pantalla cuando utilizamos una computadora.





cada vez más amenas, lo que permite diseñar e implementar material educativo más eficiente [21].

El empleo de un software educativo interviene en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde cuatro diferentes enfoques:

1. Los datos están organizados, por lo que el proceso de búsqueda de información se facilita; disminuye el tiempo en que el estudiante dedica a la búsqueda, y lo puede emplear en desarrollar su capacidad para resolver problemas, para integrar conceptos y/o teorías, o en alguna otra actividad de índole personal (este último caso, aunque no tiene relación alguna con el aprendizaje del estudiante, resulta mejor que emplear esa energía en buscar información);

2. Los datos están relacionados, esta relación de la información se asemeja a la estructura mental de las personas (siempre estamos asociando datos);

3. Los sistemas multimedios permiten plantear estrategias de resolución de un problema de diferentes maneras, así como la evaluación de las alternativas.

4. Las áreas de enseñanza más beneficiadas por los medios digitales según Illman [9], Whitnell [26] y Treadway [23] son aquellas en las que están involucradas funciones como simulación, graficación, visualización tridimensional, movimiento e interactividad, como las interacciones moleculares o los procesos que involucran a más de una variable es decir, aquellos casos en los que la educación

tradicional, como es el mostrar estos procesos en el pizarrón o en imágenes planas, no es fácil.

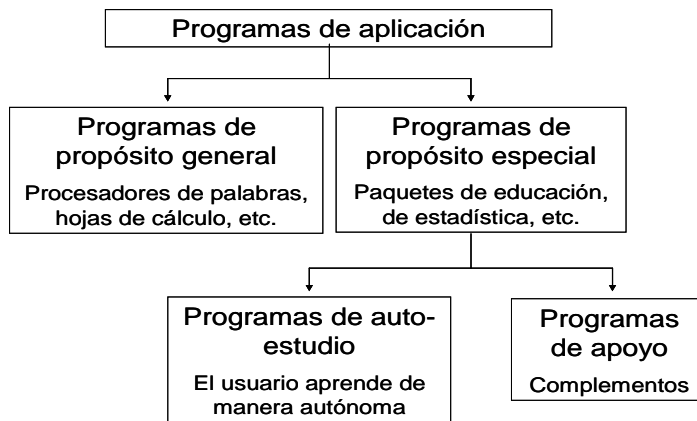
La desventaja más evidente de esta herramienta educativa, es que no todas las personas tienen acceso a una computadora personal, y por *ende*, al material que se presenta. Sin embargo, también es importante señalar que la presentación del material puede ser muy atractiva, pero el interés del estudiante por aprender siempre será un factor clave para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea óptimo; de lo cual concluimos que la herramienta por sí sola no conduce a algún resultado.

Una enorme ventaja de la computadora como herramienta educativa es que el estudiante decide cómo estudiar, aunque dada la variedad de las características de los estudiantes que forman el grupo, es indispensable que el docente planee el software de tal manera que guíe a cada uno de los estudiantes a cumplir con los objetivos de la clase, lo cual se logrará evaluando y rediseñando continuamente el material educativo. Esto no significa que se necesitan varias versiones del material, pero destaca el hecho de que el aprendizaje a través de un software facilita un proceso personalizado, en el que el estudiante va guiando su propio proceso. En la tabla 2.1 se muestran algunas características de los estudiantes que deben considerarse en la planeación de un software [20].

<b>Cognitivas</b>	<b>De personalidad</b>	<b>Sociales</b>	<b>Físicas</b>
Habilidad para interpretar gráficas, nivel de lectura, etc.	Motivación para aprender en ambientes mediados por la computadora	Trabajo en equipo	Habilidades visuales, auditivas y sensoriales
Conocimiento previo del contenido	Motivación para aprender	Escolaridad	Edad
	Autoestima	Nivel socio-económico	Género
	Ansiedad		

**Tabla 2.1** Características de los usuarios del software. Tomada de Passerini [20].

También añadimos que el software educativo, se cataloga como un programa de aplicación, lo que significa que por su gran cantidad de funciones puede ser utilizado para distintos fines dependiendo de las necesidades del tema que se quiera exponer.



**Figura 2.3** Los programas de aplicación. Tomada de Mejía [18].

Esta propuesta es un programa de auto-estudio, y al utilizarla el docente durante la clase se convierte en un programa de apoyo. A continuación ahondaremos en aquellos elementos que deben tomarse en cuenta para que este material se adecue a las necesidades de nuestra Facultad.

## **2.4 Elementos que deben considerarse al diseñar un material de multimedia**

Existen dos razones principales por las que se considera que esta sección es información clave para la propuesta que más adelante se plantea, pues desafortunadamente todavía se observa material en el que no se aprovechan al máximo lo que las nuevas herramientas nos ofrecen, como resultado existen páginas web semejantes a fotocopias y sin ningún impacto significativo en el aprendizaje:

La primera razón es el hecho de que el medio por sí solo no tendrá efecto alguno o puede tener un efecto negativo sobre el aprendizaje del estudiante, no basta con idear un software que emplee los últimos recursos tecnológicos, pues estos últimos solamente son herramientas, tales como papel y lápiz, que deben servir de apoyo para la realización de nuestras tareas [16].

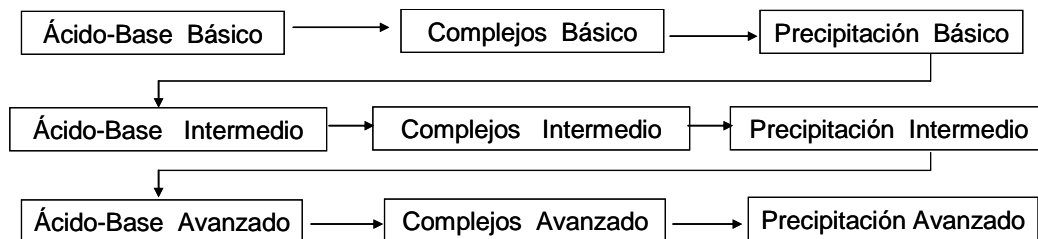
La segunda razón es que todos hemos presenciado diversas exposiciones con distintas características, en cada una de ellas nuestra atención ha variado dado el estilo particular de cada expositor; de lo que se puede constatar que la presentación de la información influye en gran medida en la percepción de la misma.

Autores como Mayer [16], Hinostroza [8], Passerini [20] y Mejía [18] coinciden en algunas de las siguientes observaciones, que tal vez el lector encuentre obvias; es interesante cómo es que diversos autores, al hacer caso omiso de dichos puntos, terminan por diseñar material pobre en utilidad e impacto.

### **La planeación del software es quizás lo más importante**

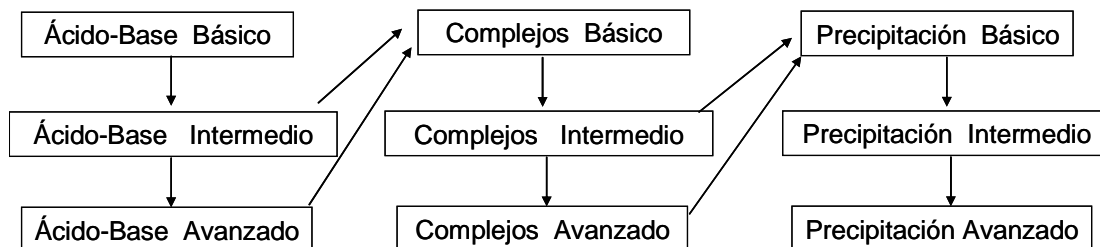
El software se convierte en el salón de clases desde que el estudiante comienza a trabajar en él, para ello, es necesario planear la forma en que el contenido será presentado. La secuencia de la información es importante, pues es necesario mantener controlada la forma en que el estudiante explora el material, es decir, el proceso "interacción-acción"; además, diversas piezas de información que siguen una secuencia lógica y planeada ayudan a que la estructura de las ideas sea clara en la mente del estudiante.

Para organizar la información es necesario clasificar cada tema en grados de dificultad y en subtemas. La forma más comúnmente utilizada es explorar completamente cada grado de dificultad antes de iniciar el estudio del siguiente, sin importar si es necesario estudiar cada detalle del tema; una vez estudiados todos los subtemas del nivel básico pasamos al nivel intermedio y se repite el proceso; un ejemplo de esto se muestra en la figura 2.4, para estudiar el equilibrio químico es necesario estudiar el comportamiento de reacciones ácido-base, reacciones en las que intervienen iones complejos y reacciones de precipitación, una vez que se conoce lo más elemental de cada uno de estos sistemas, entonces es posible estudiar el equilibrio químico desde una perspectiva más madura, es decir, se estudian los mismos sistemas en el nivel intermedio y después en el avanzado.



**Figura 2.4** Organización del contenido estudiando a detalle cada nivel

Pero, ¿qué sucede cuando sólo nos interesa una fracción de todo el tema?. La respuesta la encontramos en la figura 2.5, es necesario estudiar el sistema de interés desde lo más elemental, pero no es necesario conocerlo a fondo; así, el estudiante puede brincar de un nivel de dificultad a otro sin necesariamente recorrer todo el contenido de la lección, pues en ocasiones sólo es necesario que reforcemos algún concepto antes de iniciar una nueva lección.



**Figura 2.5** Organización del contenido estudiando el sistema de interés

De cualquier manera, se requiere crear un mundo en el que el usuario pueda adentrarse, que parta de situaciones o lugares conocidos. Esta estrategia de enseñanza se conoce como “traer a casa” [8] de ahí que el estudiante pueda agregar ideas al conocimiento que ya posee para

construir y asimilar un nuevo conocimiento. Uno de los recursos que más se emplea es el diseño de un escenario y una historia familiares para el estudiante en torno al conocimiento previo. En esta propuesta se plantean distintos escenarios para cada uno de los bloques, los cuales se explican más adelante. La finalidad de la historia es guiar al estudiante a los distintos bloques de acuerdo a su nivel y características, para que puedan explorar todo el contenido del software de manera clara, coherente y organizada. El planear la información y crear bloques garantiza flexibilidad en la lección.

### **Las herramientas de aprendizaje deben ser inherentes al ser humano**

El lenguaje es una de las herramientas más importantes en el aprendizaje, pues con palabras podemos describir la idea que queremos transmitir; sin embargo, las imágenes son la forma más primitiva del aprendizaje [16]. Las personas aprendieron a sobrevivir antes de inventar el lenguaje, por lo que ambas herramientas se complementan unas a otras y el aprendizaje se optimiza al emplear palabras, habladas o escritas, e imágenes, estáticas o animadas.

Aunque es posible aprender únicamente de un texto y en ocasiones de una secuencia de imágenes, al combinar el lenguaje con las imágenes se crean conexiones mentales entre los contenidos y es posible construir un modelo de los mismos, que probablemente contenga la información más representativa de lo que se presentó.

El combinar diferentes herramientas de aprendizaje también implica el considerar que no todas ellas tendrán el mismo efecto en los estudiantes, pues tanto sus personalidades como su habilidad de



razonamiento son diferentes; por lo que las imágenes y las palabras deben ser complementarias, así se dará oportunidad a los estudiantes visuales y a los auditivos de reconocer ideas clave, cada uno en su propio canal, y de que cada uno busque la información que complementa la idea que ha retenido, al esforzarse en ello cada uno creará las conexiones mentales de manera individualizada que les ayude en la construcción de su modelo representativo.

### **La capacidad humana es limitada**

Se ha expuesto la importancia de emplear elementos visuales, auditivos, estáticos y dinámicos, que no sean repetitivos pero que sí sean complementarios, esto no significa que no es posible presentar texto y narración a la vez. A continuación se expondrán algunas consideraciones para que el objetivo de cada uno de estos elementos se alcance al emplearlos en el diseño de un sitio web.

Se ha mencionado la creación de escenarios donde se exponga el contenido del material. Dentro de estos escenarios es muy importante considerar que la capacidad humana para recibir y procesar información es limitada, por lo que es necesario diseñar el material de apoyo considerando sólo las palabras e imágenes clave en el desarrollo del tema que se quiere explicar, que las explicaciones sean sencillas y puntuales y que las imágenes no contengan más detalles que los significativos.

La atención y el aprendizaje del estudiante se ven mermados cuando aparecen palabras, sonidos o imágenes espectaculares sin importar cuán interesantes sean. El lector podrá pensar "¿cómo es posible eliminar detalles irrelevantes cuando también hay que atraer la atención del alumno mediante información atractiva para éste?". Ciertamente cuando el alumno se involucra con el material se automotiva a continuar explorándolo; pero

la inclusión de estos detalles atractivos aunque irrelevantes dentro de la lección, distraerá la atención del estudiante en su proceso de construcción del conocimiento. Esta es una de las razones por las que se deben presentar los contenidos en bloques y planear su presentación.

En este contexto, el audio desempeña un papel importante; no debe interferir con la narración, pero pueden añadirse efectos de sonido característicos del sistema que se está estudiando. Por ejemplo, una reacción que al llevarse a cabo produce un sonido, se puede recrear y mostrar este sonido en la animación o video, que de alguna manera podrá ser un medio para destacar ideas clave. La música de fondo no se considera un distractor; pero en un estudio realizado por Moreno y Mayer [34], se encontró que al presentar música y sonidos junto con la narración pueden interferir en la atención del estudiante, reduciendo hasta en un 20% la retención de la información. Para realizar el anterior estudio, se presentó a dos grupos material multimedia diferente, un grupo estudió de una animación narrada y otro grupo estudió de una animación narrada con sonidos y música de fondo, y posteriormente se evaluó la retención de la información en ambos grupos.

### **La integración del lenguaje y las imágenes también debe planearse**

Las imágenes y los textos que se relacionan deben ubicarse físicamente cerca unos de otros, esto hace más eficiente el reforzamiento de una idea; de otra forma el estudiante pierde tiempo, energía y concentración en buscar la imagen o el esquema correspondiente a lo que ha terminado de leer. Esto parece evidente, pero estudios realizados por Mayer y Moreno [35, 36], demuestran que de no hacerlo la eficiencia en el aprendizaje puede mermarse hasta en un 40% para pruebas de retención y en un 68% para pruebas de transferencia. El estudio consistió en proporcionar a dos grupos de estudiantes información para preparar

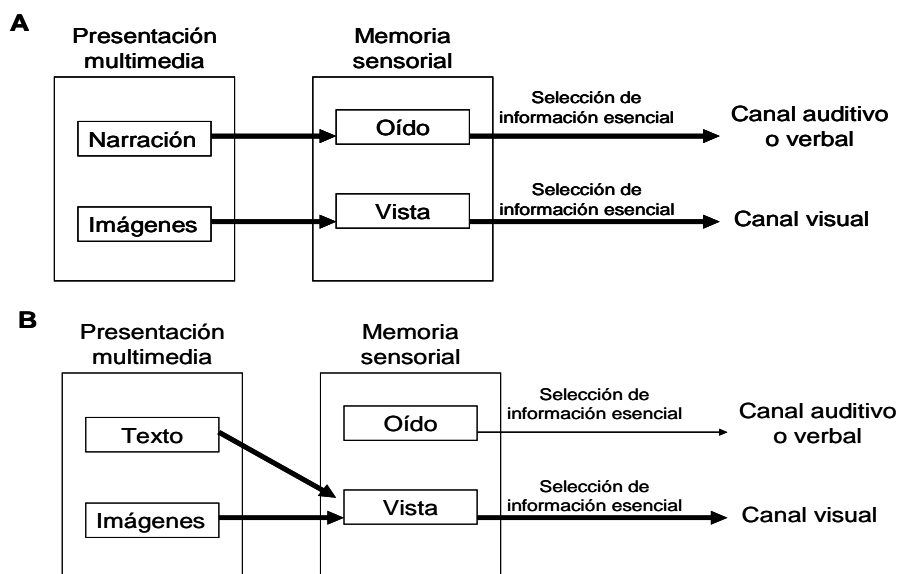
exámenes y evaluar el puntaje de cada grupo, un grupo se preparó con material en el que el texto aparecía cercano a las imágenes, mientras que en el material del otro grupo no existía dicha cercanía.

Es posible ubicar el texto o escuchar una narración después de las imágenes o viceversa, pero se creará una brecha mental entre un canal de percepción y el otro, pues la información que se está recibiendo por dos vías distintas está desfasada y la atención en relacionarla disminuye porque aumenta la atención al tratar de ajustarla mentalmente. En contraste, si se fracciona el texto y se acomoda como pie de fotografía en la imagen correspondiente o la narración inicia junto con la animación, el estudiante puede crear conexiones entre las piezas de información, primero entre las palabras y las imágenes de un bloque, y después entre cada bloque. En estudios de Mayer y Anderson [37, 38], similares a los explicados con anterioridad, se encontró una ganancia media del 60% en el desempeño en pruebas de transferencia cuando se estudió de una animación con la narración simultánea que cuando la animación y la narración estén desfasadas.

En el material bibliográfico revisado, se encontraron dos formas en que los autores relacionan imágenes con su descripción: por separado e integrada. Al separar las imágenes del texto, se presenta la información por duplicado, a pesar de la cercanía física entre la descripción y la imagen, de esta manera se le da al estudiante la oportunidad de explorar la información dos veces, es decir, tiene dos medios para llevarla a su memoria pero no la oportunidad de crear conexiones mentales entre las ideas clave. Con los elementos integrados la presentación es tipo tira cómica, la explicación es parte de la imagen, y el estudiante tiene la oportunidad de asociar la información que recibe por ambos medios.

No hay una “mejor” forma de presentar la información, pues lo que a algunos estudiantes les ayuda en su aprendizaje para otros puede resultar una pérdida de tiempo. Sin embargo, se ha mencionado la importancia de relacionar el lenguaje con las imágenes, sin importar si las palabras se expresan en forma escrita u oral.

De cualquier forma, al presentar imágenes y texto, el canal visual del estudiante se satura mientras que el auditivo está en desuso. Es necesario explotar los canales visuales y auditivos y la relación existente entre ellos. En la figura 2.6 se esquematizan las diferencias en los procesos de recepción de información en ambos casos; en el **caso A** se muestra que sólo las imágenes entran por la vista, corresponde a una animación narrada, mientras que en el **caso B** la animación está subtitulada y tanto las palabras como las imágenes entran por la vista, la vía auditiva está desperdiciada.



**Figura 2.6** Diferencias en los procesos de recepción de información. Tomada de Mayer [16].

Lo anterior no significa que no es posible presentar una animación narrada con texto incluido, siempre que la información del texto y la narrada sea complementaria, o si las palabras clave se duplican para reforzar lo que se quiere explicar.

En la elaboración de un material de apoyo a la enseñanza es importante partir de lo que el alumno ya sabe, de esta forma se podrá evaluar la efectividad del material elaborado; es por ello que a continuación se explicarán brevemente aquellos conceptos que la mayoría de los alumnos posee al inicio del curso de Química General.

## **2.5 Generalización de las ideas previas que los estudiantes poseen con respecto al “Equilibrio Químico”**

Vanessa Kind [11] realizó una investigación sobre las ideas que estudiantes entre 11 y 18 años poseen sobre algunos temas del área de la Química. Es importante mencionar algunos de los artículos que cita con respecto al tema de “Equilibrio Químico”, pues algunos profesores suponen lo que el estudiantado ya sabe con respecto al tema y se basan en sus suposiciones para preparar las clases y responder dudas, lo cual es arriesgado en primer semestre, porque normalmente los grupos son heterogéneos y no existe un punto en común en torno a cada uno de los temas del curso de Química General o cualquier otro, sin mencionar que la mayoría de los alumnos está atravesando una crisis emocional que influye en su desempeño académico: el cambio de la preparatoria o bachillerato a la universidad. Los resultados del estudio mencionado con anterioridad pueden ayudar al docente a situarse en las ideas preconcebidas de los estudiantes para poder explicar el concepto de “Equilibrio Químico” con acierto desde el inicio.

El problema de algunos estudiantes entre 17 y 18 años de edad, según los autores Gorodetsky y Gussarsky [5], es la asociación entre "balance" y "estático" y no entre "dinámico", "equilibrio químico" y "reversibilidad". Según estos autores, la dificultad se debe a que los cambios en la reacción no son observables. Otra dificultad, según esta misma fuente, es que los estudiantes ven las dos reacciones como dos sistemas diferentes, separados e independientes y no como dos reacciones, directa e inversa, que son parte del mismo sistema químico.

Berquist y Heikkinen [2] investigaron a estudiantes de 19 años. Al igual que en el estudio recientemente mencionado, estos estudiantes explican el equilibrio como dos reacciones. Hackling y Garnett [6] encontraron que algunos estudiantes afirman que en el equilibrio existe una relación aritmética simple entre las concentraciones de reactivos y productos, y le atribuyen esta confusión al énfasis que algunos profesores ponen en la estequiometría de la reacción; los estudiantes saben que las ecuaciones químicas tienen que estar balanceadas y transfieren esta idea a los estados de equilibrio.

En dos estudios realizados en diferentes momentos, uno Maskill y Cachapuz en 1989 [17] y el segundo por Hackling y Garnett en 1985 [6], se encontró el mismo resultado: los estudiantes afirman que las concentraciones de reactivos y productos son iguales en el equilibrio, por lo que pueden confundir igualdad de concentración con igualdad de velocidad. Estos estudiantes piensan que un cambio en las condiciones provoca un aumento en la rapidez de la reacción favorecida y una disminución en la velocidad de la otra reacción. Banerje [1] encontró que algunos profesores de química y algunos estudiantes universitarios tienen la misma idea.

En la Facultad de Química es importante entender estos conceptos desde el inicio, sin embargo, existen confusiones aún después del curso de

Química General, de aquí la importancia de aclarar a los alumnos que el equilibrio es dinámico y no estático y que una reacción en equilibrio no implica dos reacciones separadas, son parte del mismo sistema. En las siguientes páginas se explicarán las razones por las que se eligió este tema para el presente trabajo, cuya finalidad es aclarar estas confusiones en el estudiante al forzarlo a crear los modelos mentales que explican el fenómeno del equilibrio químico, al ofrecerle un sitio web que presenta la información integrándole lenguaje oral y escrito con imágenes y animaciones para que el estudiante haga uso de sus canales visual y auditivo mientras navega.

### 3. JUSTIFICACIÓN



El objetivo general de este trabajo es la creación de una herramienta multimedia que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Química General, con clave 1104, que es de carácter obligatoria durante el primer semestre de cualquiera de las cinco carreras que se imparten en la Facultad de Química.

Se sabe que en la biblioteca de la Facultad existe una cantidad importante de libros de química que están al alcance de todos los alumnos, sin mencionar la variedad que puede encontrarse en otras bibliotecas o librerías; sin embargo, existen razones por las que un estudiante pudiera descartar el empleo y adquisición de un libro. Primero que nada, no todos los alumnos cuentan con el recurso económico para adquirir el material que se requiere durante los múltiples cursos; el lector pensará que parte de la solución a este problema son las bibliotecas públicas, pero en ocasiones la demanda es mayor a la cantidad de ejemplares disponibles. Los usuarios de la biblioteca pueden notar que primero se agotan las ediciones en español, pues no cualquier estudiante puede comprender un texto en el idioma original, sin mencionar los posibles errores por concepto de traducción.

Una vez resuelto el problema de adquisición del libro, surge una situación que no es evidente pero tampoco es fácil pasar por alto cuando se ha vivido: el transporte del libro desde la universidad a casa y el cuidado de éste en los patios de la Facultad; los estudiantes llevan en la mochila la bata de laboratorio, los cuadernos, los libros de otras asignaturas, y en ocasiones, la comida del día y un paraguas, los libros de la biblioteca son pesados y la mayoría de los estudiantes regresa a casa en el transporte público después de una ardua jornada, es complicado hallar un lugar para sentarse y el trayecto es largo. Por ello la alternativa de un material electrónico y no impreso puede resultar atractiva.

En cuanto al contenido del material, hemos querido atacar uno de los temas más problemáticos, tanto en su aprendizaje como en su enseñanza. En el temario de primer semestre destacan de manera generalizada "Estequiometría" y "Equilibrio Químico", posteriormente se explicará cómo se obtuvo esta información.

Se estudiaron los libros más comúnmente utilizados en la Facultad de Química para la enseñanza a este nivel, entre otras observaciones se encontró que para "Estequiometría" existen analogías ilustrativas. Por ejemplo, Umland [24] compara una reacción química con recetas de cocina, en las que normalmente la cantidad de cada ingrediente está calculada para un determinado número de comensales pero es posible variar la cantidad de cada ingrediente cuando cambia el número de comensales sin alterar el resultado final de la receta, pues la proporción de los ingredientes se mantiene; de manera similar ocurre con las reacciones cuando cambian las cantidades iniciales de los reactivos. Para la total comprensión del tema "Estequiometría" se requiere de la solución de problemas numéricos, lo cual depende en gran medida de la voluntad del estudiante.

También se encontró un tutorial de Vining [25] que contiene diversos problemas a resolver. El software va guiando al usuario a encontrar las respuestas al presentarle una serie de opciones, sin importar si se elige la opción correcta o no, el software explica al usuario las consecuencias de su elección; los problemas que contiene los presenta como si el monitor fuera un pizarrón electrónico en el que deben llenarse espacios en blanco con los números correctos, y también presenta videos o animaciones que el usuario debe observar antes de responder de forma cualitativa o cuantitativa a la pregunta que hace referencia a lo que se observó. Lo anterior nos lleva a pensar nuevamente en la importancia de la voluntad del estudiante para resolver problemas de estequiometría.

No es el mismo caso para el tema de "Equilibrio Químico" porque no existe variedad de material didáctico para su enseñanza, en su mayoría son simuladores y modelos matemáticos, y se requieren cursos adicionales como Termodinámica y Cinética Química.

Uno de los problemas que se tiene en la enseñanza del concepto de "Equilibrio Químico" es que se parte del principio de Le Chatelier, de ahí se plantean varias reacciones y el profesor pregunta al grupo qué pasaría con el equilibrio si se modifican las condiciones de temperatura o alguna otra que afecte la cinética de la reacción, y pregunta "hacia dónde va la flecha..."; posteriormente escribe la ecuación de la constante de equilibrio y después se plantean los problemas numéricos, según entrevistas con los alumnos esta forma no es del todo clara; la poca claridad en la comprensión este principio representa un obstáculo para el aprendizaje del fenómeno de Equilibrio Químico, lo cual es entendible cuando se considera que en primer semestre es difícil visualizar las interacciones moleculares en un sistema cuando cambian las condiciones de éste.

Quílez comprueba este razonamiento a través de un estudio [46] que consistió en examinar a grupos de estudiantes y profesores de Química, con distintos niveles de conocimiento. Estos grupos resolvieron una serie de cuestionamientos específicos que implican conocimiento del concepto de Equilibrio Químico, del análisis de las respuestas se concluyó de manera general que *"la consideración de la regla de Le Chatelier como principio universal y fácil de recordar dificulta el empleo de argumentaciones basadas en la constante de equilibrio"*, pues la utilización de este principio en situaciones en las que su uso está limitado o no tiene aplicación alguna da lugar a una serie de errores conceptuales, sin mencionar que los conocimientos se adquieren de manera memorística y mecánica.

Los libros tampoco son muy claros y siguen más o menos el mismo esquema que la clase. Algunos autores y profesores explican el equilibrio con buenos ejemplos, pero no el "Equilibrio Químico", que no es evidente en la vida cotidiana y en el que se involucran interacciones moleculares, las cuales difícilmente se pueden representar en un esquema mental cuando no se tienen los elementos teóricos suficientes, como es el caso de primer semestre.

El uso de Internet para la enseñanza de la Química puede traducirse de diferentes maneras, sea para retroalimentar a la clase, para hacer alguna investigación prelaboratorio o para simular algún fenómeno o experimento. La utilidad radica en el hecho de que el estudiante puede utilizar el software de diferentes maneras según sus necesidades, habilidades y conocimientos, pues con los buscadores existe una respuesta inmediata a la pregunta que se plantea, aunque en ocasiones dicha respuesta sea errónea, antigua u obsoleta. De aquí se derivan dos razones por la que se plantea el material aquí presentado:

a) La mayoría de los simuladores que están disponibles como apoyo didáctico para "Equilibrio Químico" son gráficas, que ilustran cómo es que cambia la concentración de reactivos conforme varía la concentración de los productos, y que en primer semestre es difícil comprender e interpretar. Uno de estos simuladores se encuentra en el CD de Vining [26]. El sitio de Environmental Research Software [40] da una aplicación específica al concepto de Equilibrio Químico, y softwares como "General Chemistry Tutorials", de Peterson [42] contienen ejemplos muy avanzados que para niveles elementales no son ilustrativos, como hacer referencia a los selenatos, y en materia de equilibrio químico sólo contiene ejercicios de cálculo de pH.

b) Es un fenómeno difícilmente visible, tanto por la confusión entre "equilibrio estático y dinámico" como por su escasa presencia en el mundo macroscópico; de aquí la necesidad de utilizar herramientas que apoyen la visualización del fenómeno mediante modelos, y de crear animaciones en las que pueda manipularse la escala de tiempo.

Se ha mencionado que no puede haber aprendizaje si no se parte de lo conocido, si no se crean asociaciones con otros conocimientos; y en el caso de los fenómenos químicos es importante conocer las causas y efectos, es por ello que se plantea como un error no explicar el porqué de la reversibilidad de las reacciones, esta es la tercera razón para la elaboración de este material. La historia nos ha enseñado que el concepto de "Equilibrio Químico" se ha aprendido partiendo de los conceptos *reacción incompleta, reversibilidad y carácter dinámico* [47], por tanto: Si las reacciones no fueran reversibles no sería posible que se estableciera un equilibrio entre las velocidades de éstas; y si se entiende el fenómeno de reversibilidad de reacción, es relativamente sencillo aplicar la definición de "equilibrio" a las reacciones reversibles, sabiendo que las reacciones reversibles son simultáneas, el concepto de "equilibrio dinámico" estará implícito, posteriormente el término "Constante de Equilibrio" claramente podrá visualizarse como una mera relación matemática entre las concentraciones de las especies involucradas. De esta manera también se romperá con la errónea idea de que las reacciones siguen la ecuación del equilibrio, o como es coloquialmente llamada, *la ecuación de la "K"*.

Lo anterior explica cómo es que el sitio está planeado, se enfatiza en el tema "reacciones reversibles", pues la idea es romper con las ideas erróneas y asegurarse que la asimilación de los conceptos sea acertada desde un inicio.

Aun si los factores anteriores hubieran sido considerados en la elaboración del material de apoyo existente, no se encontró alguno que se

adapte completamente a las necesidades de nuestra Facultad, pues los obstáculos de idioma, disponibilidad del material y el precio, están presentes. Para el sitio que proponemos los factores antes mencionados no representan un obstáculo, y es posible enfocarse por completo en la presentación de la información. Dado lo anterior pudiera pensarse “¿por qué no adaptar el material disponible para que satisfaga las necesidades de la Facultad de Química?”. La idea de esta tesis surge precisamente de esta pregunta, y es justamente lo que a continuación se presenta: los resultados del análisis de una parte del material disponible.

## 4. ANÁLISIS

Anteriormente se mencionó cuáles son los temas que, según un grupo de estudiantes, causan mayores dificultades en su estudio; es necesario explicar cómo es que se obtuvo esta información, para posteriormente dar cabida a los resultados del análisis que se realizó a una pequeña parte del material existente para la enseñanza del concepto de "Equilibrio Químico", sobre el cual se diseñó el material que más adelante se presentará.

#### **4.1 Determinación de los temas problemáticos**

Se aplicó un cuestionario a tres grupos diferentes de Química General a fines de semestre, cuya finalidad es detectar los cinco temas de la asignatura "Química General" más difíciles de aprender, así como las posibles causas y soluciones. Este cuestionario se repartió acompañado del temario de la asignatura, mismos que se encuentran en los apéndices 7.2 y 7.3 respectivamente.

En el cuestionario se pidió a los alumnos que marcaran del uno al cinco los temas que más esfuerzo les demandó aprender. Posteriormente se les planteó una serie de estrategias de aprendizaje para que las relacionaran con los temas que les parecieron complicados, con el fin de detectar posibles soluciones.

También se les cuestionó sobre la frecuencia en que relacionan dichos temas con otras asignaturas o con la cotidianeidad y si serían capaces de explicarlos a niños pequeños en términos sencillos, ambas preguntas para asegurarnos que el aprendizaje de los "temas complicados" fuera incompleto.



Tras haber depurado aquellos cuestionarios en los que gran parte del temario aparecía marcado, se encontró que de 39 cuestionarios los temas más confusos son: fundamentos de estequiometría (unidad 6), estequiometría en reacciones completas (unidad 7), cambios energéticos (unidad 8), reacciones no cuantitativas y equilibrio químico (unidad 9), y reacciones ácido-base, formación de complejos y precipitación (unidad 10). Para ello se consideraron las respuestas obtenidas de la siguiente manera:

Cada tema que el alumno marcó se contabilizó como un valor de 1, es decir, no importó qué valor numérico le dio el alumno.

Se contabilizaron las marcas y se totalizaron por unidad de estudio.

Los resultados completos sobre el grado de dificultad en la comprensión de cada tema de la asignatura son los siguientes:

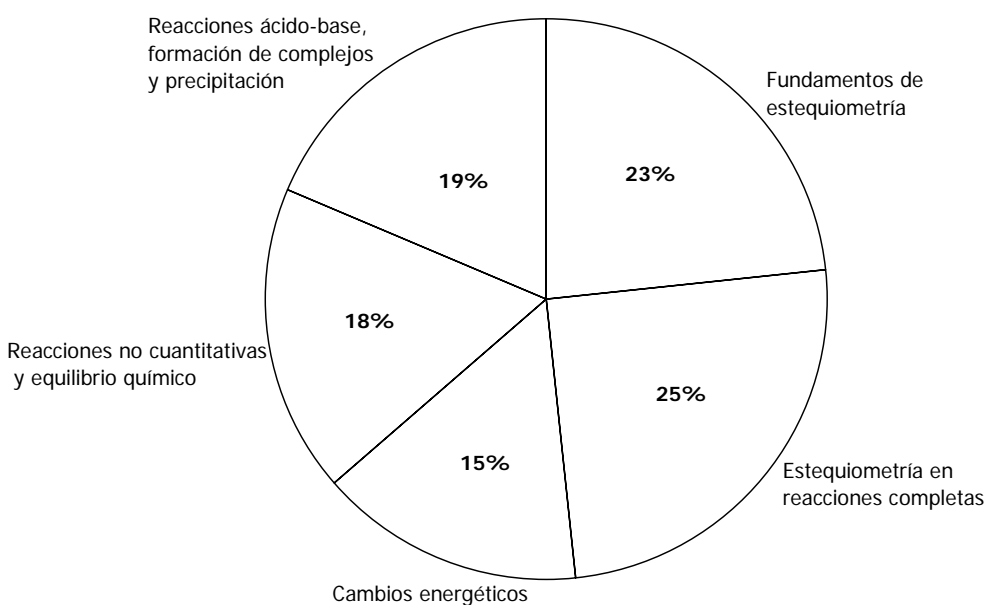
UNIDAD 1	LA QUÍMICA A TRAVÉS DE SU EVOLUCIÓN HISTÓRICA	3 %
UNIDAD 2	LA MATERIA Y SUS CAMBIOS	2 %
UNIDAD 3	CLASIFICACIÓN PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS	5 %
UNIDAD 4	NOMENCLATURA	9 %
UNIDAD 5	NOCIONES SOBRE ESTRUCTURA MOLECULAR	8 %
UNIDAD 6	FUNDAMENTOS DE ESTEQUIOMETRÍA	15%
UNIDAD 7	ESTEQUIOMETRÍA EN REACCIONES COMPLETAS	16%
UNIDAD 8	CAMBIOS ENERGÉTICOS	10%
UNIDAD 9	REACCIONES NO CUANTITATIVAS Y EQUILIBRIO QUÍMICO	11%
UNIDAD 10	REACCIONES ÁCIDO-BASE, FORMACIÓN DE COMPLEJOS Y PRECIPITACIÓN	12%
UNIDAD 11	REACCIONES ÓXIDO-REDUCCIÓN	7 %
UNIDAD 12	NOCIONES SOBRE VELOCIDAD DE REACCIONES	4 %
TOTAL		100%

**Tabla 4.1** Dificultad de la asignatura, a juicio de los alumnos.

Las soluciones que los alumnos proponen no siguen una tendencia clara, sin embargo, coinciden en la necesidad de visualizar los fenómenos mediante modelos e imágenes. Coinciden también en que ellos casi nunca relacionan los contenidos de los temas con otras asignaturas ni con la vida diaria. Nadie puede explicar fácilmente los conceptos.

Para conocer la proporción de dificultad se consideraron los siguientes porcentajes de la tabla 4.1: 15% para la unidad 6, 16% para la unidad 7, 10% para la unidad 8, 11% para la unidad 9 y 12% para la unidad 10, correspondientes a los 5 temas más difíciles; que suman un total de 64%. Posteriormente se calculó la proporción contabilizando como 100% el nuevo valor de 64 y los porcentajes originales para cada unidad, de tal forma que el 15% de 64 es 23%, correspondiente a la unidad 6 y así sucesivamente.

En el siguiente gráfico se muestra la proporción de dificultad, según los alumnos entrevistados, en la comprensión de los cinco temas que sobresalieron.



**Figura 4.1** Proporción de la dificultad de los temas complicados, según los alumnos entrevistados

Como puede observarse, es necesario tomar medidas para corregir las percepciones de los alumnos sobre cada "tema difícil". Hemos explicado ya por qué es que no nos enfocamos en el tema "Estequiometría", sin embargo es obvio que la unidad "Reacciones ácido-base, formación de complejos y precipitación" es tanto o más confusa que la unidad sobre la que desarrollamos este trabajo; la razón es que los fenómenos que involucran reacciones ácido base, reacciones de precipitación y de formación de complejos, también son afectados por el fenómeno de "Equilibrio Químico", la poca o nula comprensión del equilibrio químico puede crear en los alumnos una laguna de conocimiento que crece conforme se avanza en el curso.

#### **4.2 Análisis de algunos materiales ya existentes**

Se revisaron cinco fuentes bibliográficas para analizar la manera en que los autores se expresan y cómo plantean el concepto de "Equilibrio Químico". Estas fuentes se eligieron por ser los libros más representativos en la asignatura de Química General, de algunos de ellos se tienen varios ejemplares en la biblioteca de la Facultad y son los libros más comúnmente recomendados por los profesores a los alumnos del primer semestre. Se eligieron fuentes en español por ser la lengua madre de la mayoría de los estudiantes de la Facultad.

A continuación se explica de manera general el estilo de cada autor y se hace referencia a alguna particularidad, si es que lo amerita, posteriormente se critica su explicación del tema en cuestión y se cierra esta sección con observaciones generales.

#### **4.2.1 Química [4]**

Explica y justifica cada ejemplo, en diversas ocasiones hace referencia a procesos industriales o “datos curiosos” de algún compuesto; su lectura es tediosa, ya que hay que buscar continuamente la información clave. Sabiendo reconocer la información es un libro bastante bueno, sin embargo, en los primeros semestres no se tiene la madurez ni los conocimientos básicos para identificarla.

Para definir el equilibrio, utiliza el ejemplo de los esquiadores y el teleférico, que no es ilustrativo, puesto que el concepto de “equilibrio” como tal es sencillo y desde la educación primaria hemos estado involucrados con él, el problema es explicar el fenómeno químico, sólo se basa en la ecuación de la constante de equilibrio y lo define partiendo de las velocidades de reacción.

#### **4.2.2 Química y reactividad química [12]. Química General Interactiva [25]**

Se presenta un libro tradicional [12] acompañado de un CD-ROM [25], este libro va indicando qué partes del interactivo corresponden a lo que se está estudiando, así que se revisó en paralelo, aunque es posible estudiar los mismos temas en estos materiales por separado. El libro que se revisó está impreso en español y el CD está elaborado en inglés, el contenido es prácticamente el mismo, así que nos enfocaremos en el CD: Química General Interactiva.

El CD está estructurado con una breve explicación general y una liga que describe más a fondo los temas, esto es prácticamente el mismo contenido que en el libro. Casi todas las secciones tienen un pequeño video o animación en el que se muestra lo que se quiere explicar. No

siempre llevan la misma secuencia el CD y el libro. Las imágenes del libro corresponden a las animaciones o videos del CD, lo que da una mejor idea de lo que se quiere estudiar. Tiene también una sección de tutoriales, problemas y ejercicios en que se combinan cálculos, sentido común, observación de pequeños videos o animaciones y el uso de simuladores y graficadores; lo importante es que no permite avanzar hasta no dar con la respuesta correcta, en ocasiones va explicando paso a paso cómo resolver el problema o ejercicio y casi siempre indica el error que el usuario comete y le guía para que encuentre la respuesta correcta; el grado de dificultad de éstos va en aumento. Todas estas secciones están organizadas de manera tal, que el usuario sabe qué secciones ha visitado.

En general es un material con gran cantidad de ligas y botones que hacen poco amigable la navegación, y sus deficiencias en el tema "Equilibrio Químico" son notorias, pues lo explica con gráficas de concentración contra tiempo, y en primer semestre muchos de los estudiantes no tienen la madurez necesaria para interpretarlas.

#### **4.2.3 Química, curso universitario [15]**

Se emplea un lenguaje más sofisticado que el resto de los autores que se estudiaron y se requiere de conocimientos previos; no obstante, si se lee con la suficiente concentración y disposición es posible comprender los conceptos básicos que plantea. De la introducción a cada sección se pueden rescatar unas cuantas líneas que son muy claras y concisas. Recuerdo que en mi primer semestre, leer y aprender de este libro requirió mucho esfuerzo de mi parte a veces sin éxito, pero siempre fueron útiles los resúmenes al final de cada capítulo.

Justifica con bastante claridad por qué los líquidos son medios de reacción. En el tema de "Equilibrio Químico", aunque hay claridad en la

introducción hay confusión en el desarrollo, ya que lo relacionan con el contenido de asignaturas de semestres posteriores, como Equilibrio Físico, dan ejemplos muy precisos y en primer semestre no se tienen suficientes experiencias en el laboratorio, por lo que no siempre son adecuados los ejemplos de estos autores.

#### **4.2.4 El mundo de la química, conceptos y aplicaciones [19]**

En general sus explicaciones, algoritmos y síntesis son sencillos y de fácil comprensión. Un acierto evidente, es que en tres líneas y de manera muy sencilla, enfatizan el efecto de un catalizador sobre la rapidez de reacción y no en las concentraciones de las especies.

Se define al equilibrio como “el estado de equilibrio” y propone una manera de comprobar el equilibrio químico midiendo la reactividad, en primer semestre no se está familiarizado con estas actividades.

Se explica el valor de K mediante una reacción de isomerización y gráficas. En un curso de Química General, “equilibrio” e “isomerización” se aprenden como “dogmas de fe” ya que ambos son difíciles de visualizar a nivel macroscópico, el hecho de explicar uno de estos temas con el otro puede aumentar la confusión en el estudiante.

#### **4.2.5 Química General [24]**

En el libro se sugiere visitar la página:  
<http://chemistry.brookscole.com/umland.html>, sin embargo, esta página no está disponible. Así que únicamente se revisó el libro.

Generalmente expone explicaciones y síntesis en una forma sencilla y breve, aunque en ocasiones lo hace de diferentes maneras para reforzar la comprensión del tema. En los conceptos generales, como "equilibrio homogéneo" y "heterogéneo" utiliza enunciados concisos con las palabras clave, que en general se comprenden bien.

Específicamente en el caso de "Equilibrio Químico", justifica la importancia de este fenómeno desde los puntos de vista farmacéutico, industrial y geológico, de manera breve y sencilla antes de iniciar el capítulo, lo cual sitúa a los estudiantes en la practicidad del tema.

Para definir el concepto, se parte del concepto de velocidades de reacción y se emplean ejemplos de disolución de electrolitos.

Como apoyo al texto se utilizan gráficas, que no siempre es posible interpretar en primer semestre.

Los procedimientos de las reacciones que se utilizan como ejemplos se explican con texto y no con una secuencia de imágenes, lo cual puede resultar confuso para el lector, pues conforme va leyendo debe imaginar lo que ocurre físicamente.

Da una justificación clara de por qué los productos se escriben en el numerador en la expresión de la constante de equilibrio.

#### **4.2.6 HM Chem. General Chemistry Online [43]**

Tiene un video que muestra el equilibrio dinámico con modelos moleculares. La película que tiene para ilustrar el principio de Le Chatelier es una explicación en texto interactiva y sin dibujos. En la liga "movies" hay un video ilustrando el equilibrio en una reacción colorida, de azul a rosa pasando por morado que merece la pena considerarse. El problema de

estos videos y animaciones, sencillos y claros es que la narración está en inglés.

#### **4.2.7 Software Reviews [44]**

Es un compilado de un análisis a diversos artículos, softwares y sitios. De este sitio se obtuvo la relación de aquellas páginas y sitios cuyo acceso no tiene ningún costo para el usuario y que no son diferentes a material impreso: sólo texto y ecuaciones, con la desventaja del idioma en el que fueron diseñadas. Esta relación está en el apéndice 8.6.

#### **4.2.8 Información Relevante**

Para encontrar la información en la web se recurrió a tres de los más populares buscadores: Google, Yahoo y Altavista. La síntesis de los resultados de búsqueda es la siguiente:

Al buscar a través de GOOGLE, sin restringir la búsqueda, se encuentran 12,500,000 sitios con las palabras "General Chemistry"; 1,690,000 sitios coinciden con las palabras "Chemical Equilibrium" y 8,780 con "Chemical Equilibra"; 3,090,000 coinciden con las palabras "Software Chem" y 75,900 con "Software Teach Chem". Así que se restringió la búsqueda a sitios en idioma español con los siguientes resultados: 953,000 sitios encontrados con las palabras "Química General"; 115,000 con "Equilibrio Químico"; 403,000 con "Software Química"; 17,700 de "Software Equilibrio Químico"; 491 con "Software Enseñanza Quim" y 21,900 con "Software Enseñanza Equilibrio". Buscando solamente entre los sitios de México se tiene: 1,050 sitios al especificar las palabras "Software Enseñanza Equilibrio"; se encontraron 113,000 sitios con las palabras "Química General"; 10,200 con Equilibrio Químico"; 435 con "Software Equilibrio Químico" y 21,900 con "Software Química".



Los resultados al emplear ALTAVISTA Y YAHOO son similares a la búsqueda anteriormente reportada, aunque únicamente se buscaron los sitios en español. Los resultados se muestran en la tabla 3.2.

<b>Buscador</b>	<b>Palabras buscadas</b>	<b>Sitios encontrados</b>
YAHOO	Química General	462,000
YAHOO	Equilibrio Químico	33,200
YAHOO	Enseñanza Química	125,000
YAHOO	Software Quim	1,600
ALTAVISTA	Química General	46,900
ALTAVISTA	Equilibrio Químico	34,400
ALTAVISTA	Software Enseñanza Química	21,600

**Tabla 4.2** Sitios encontrados por Altavista y Yahoo

Como es de esperarse, al existir una gran cantidad de información en línea, es prácticamente imposible analizarla y revisarla a detalle; razón por la cual se eligió revisar la relación de sitios que se encontró en Software Reviews [44], mas no hay algo que coincida con las necesidades de la Facultad, ver apéndice 7.5.

Dentro del acervo de tesis de la Facultad de Química, no había hasta noviembre de 2004, alguna otra propuesta de material didáctico multimedia para la enseñanza del concepto de "Equilibrio Químico".

#### 4.2.9 Conclusiones

En los libros anteriormente citados el capítulo correspondiente a "Equilibrio Químico" aparece después de los capítulos de "Termodinámica" y "Cinética Química", lo cual nos hace suponer que el autor pretende que primero se estudien las generalidades de la termodinámica y la cinética química antes de estudiar de lleno el "Equilibrio Químico", pues sin las bases no podrá comprenderse el fenómeno cabalmente.

Una vez entendiendo lo que representa "K" y el por qué del equilibrio, no es difícil entender ni resolver problemas de equilibrio de ácidos, bases y pares conjugados, solubilidad, fuerza y debilidad de ácidos y bases, etc.; pues los autores que se estudiaron plantean problemas y definiciones similares entre sí, en las que sólo hay que agregar un subíndice a K, y el planteamiento a los problemas que proponen es análogo a los algoritmos de solución de los problemas de estequiometría.

De lo anterior se deriva la siguiente hipótesis: "El problema radica en que la parte medular del tema está incompleta en los libros, y generalmente en el salón de clase también, pues no se explican las causas del equilibrio ni se tiene un modelo o una relación macroscópica del fenómeno". La información real que hay que aprender y asimilar respecto al concepto de "Equilibrio Químico" es una simple definición en la que se relacionan las velocidades de reacción, el problema es que no necesariamente se tiene del todo claro la cinética de las reacciones cuando por primera vez se estudia el equilibrio químico.

Es importante señalar que algunos libros muestran ilustraciones representativas de un fenómeno en particular y éstas no siempre se aprecian, puesto que generalmente son fotografías en blanco y negro que muestran disoluciones coloridas, por ello es necesario presentar al alumno las imágenes más cercanas a la realidad.

Al final de cada capítulo existen problemas cuyas soluciones por lo general están al final del libro, pero en algunos casos se requiere de tutoría para empezar a resolverlos o identificar los errores que se cometen, softwares como el de Vining [25] son una solución, aunque limitada, a este problema.

Ningún autor explica en términos elementales las razones del equilibrio químico; por lo general, en primer semestre no se sabe nada de mecanismos de reacción, energía de activación, cinética química, etc. Entonces se requieren explicaciones más sencillas para aprender el fenómeno, esta propuesta pretende ser la respuesta para muchos estudiantes que no están familiarizados con los temas anteriormente mencionados y que se preguntan "¿cuáles son las razones por las que existe el equilibrio químico?".

## 5. PROPUESTA

## 5.1 Generalidades

Para facilitar el aprendizaje del concepto de “Equilibrio Químico” en la Facultad de Química es necesario:

- Enseñar en el idioma español y con expresiones y palabras conocidas por los alumnos
- Emplear vocabulario familiar para los alumnos
- Considerar la accesibilidad del alumno a la información
- Partir de lo que el alumno ya conoce y hacerle entender las causas y efectos de los fenómenos
- Emplear recursos que exploten sus canales visual y auditivo

En otras palabras, incentivar al alumno para que se creen conexiones mentales entre las imágenes y las palabras, entre los conocimientos previos y los nuevos, de manera lógica y secuencial. Que pueda seguir una serie de eventos relacionados y encontrar dicha relación mediante la vista y el oído, sin utilizar tiempo ni energía en decodificar la información de un idioma distinto<sup>1</sup> al nativo.

Por lo anterior, se ha diseñado un sitio web que sigue la estructura ilustrada en la figura 5.1; y aunque el usuario puede acceder libremente a cada tópico de forma no lineal, en cada una de las tres páginas se presenta la información en forma de bloque.

---

<sup>1</sup> Entiéndase por “idioma distinto” una lengua extranjera, lenguaje matemático, o un español más formal que el empleado por el alumno.

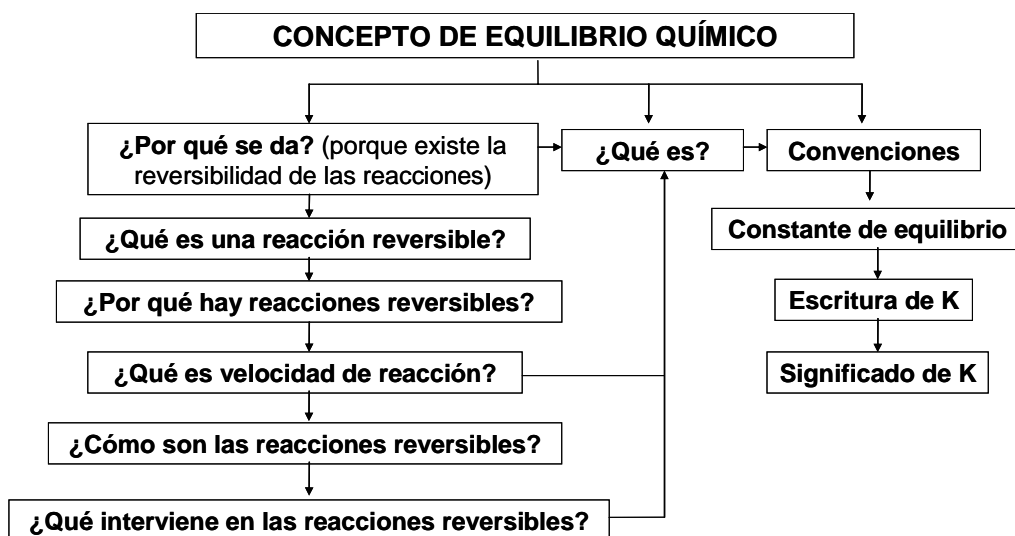


Figura 5.1 Organización del contenido en el sitio web para "Equilibrio Químico"

Como puede observarse, la médula espinal de la propuesta es la comprensión de la reversibilidad [47], puesto que sin ésta no existiría el equilibrio; una vez comprendiendo el fenómeno de reversibilidad, el concepto de equilibrio es una simple definición y la constante de equilibrio una relación matemática de un fenómeno previamente comprendido.

Los tres grandes tópicos: ¿Por qué se da?, ¿Qué es?, y Convenciones, se identifican fácilmente por los botones del lado izquierdo de cada página web. En la figura 5.2 (ver página 52), correspondiente a la página de inicio, se aprecia claramente la diferenciación temática.

Este sitio se encuentra en <http://depa.pquim.unam.mx/equilibrio>

## 5.2 Contenido de la página de inicio

Se ha mencionado la importancia de la creación de conexiones mentales entre las distintas piezas de información para que con ellas el estudiante pueda hacerse de su propio modelo referente al conocimiento que adquiere.

Según la literatura revisada, para hacer llegar las ideas al estudiante es necesario explotar sus canales visual y auditivo. Esta página tiene dicho fin, al presentar una serie de animaciones narradas, tal y como lo plantean los autores previamente mencionados Mayer y Anderson [37], en las que nos apoyamos en las ecuaciones químicas para reforzar las ideas relevantes y darles la formalidad requerida por el lenguaje de la Química.

Para explotar mejor los canales de recepción del estudiante, según los estudios de Mayer y Moreno [34, 36], a los que se hizo referencia con anterioridad, las imágenes que se muestran son familiares para el estudiante y son lo más esquemáticas posibles para tratar de enfocar la atención al contenido y no a los detalles.

Al presentar la información mediante imágenes y lenguaje se da la opción al estudiante de asimilar la información en aquel canal que tenga más desarrollado, así podrá reforzar la idea al crear conexiones mentales entre las palabras que escucha y lee, las imágenes que observa y las ecuaciones que se presentan.

Al observar la parte central de la figura 5.2, el lector podrá notar que el contenido se encuentra dividido de la forma en que se muestra en la figura 5.1. Esto conlleva a un pensamiento secuencial desde el inicio de la lectura de la página, pues conforme se avanza en ésta, se encuentran preguntas cada vez más complejas y menos triviales.

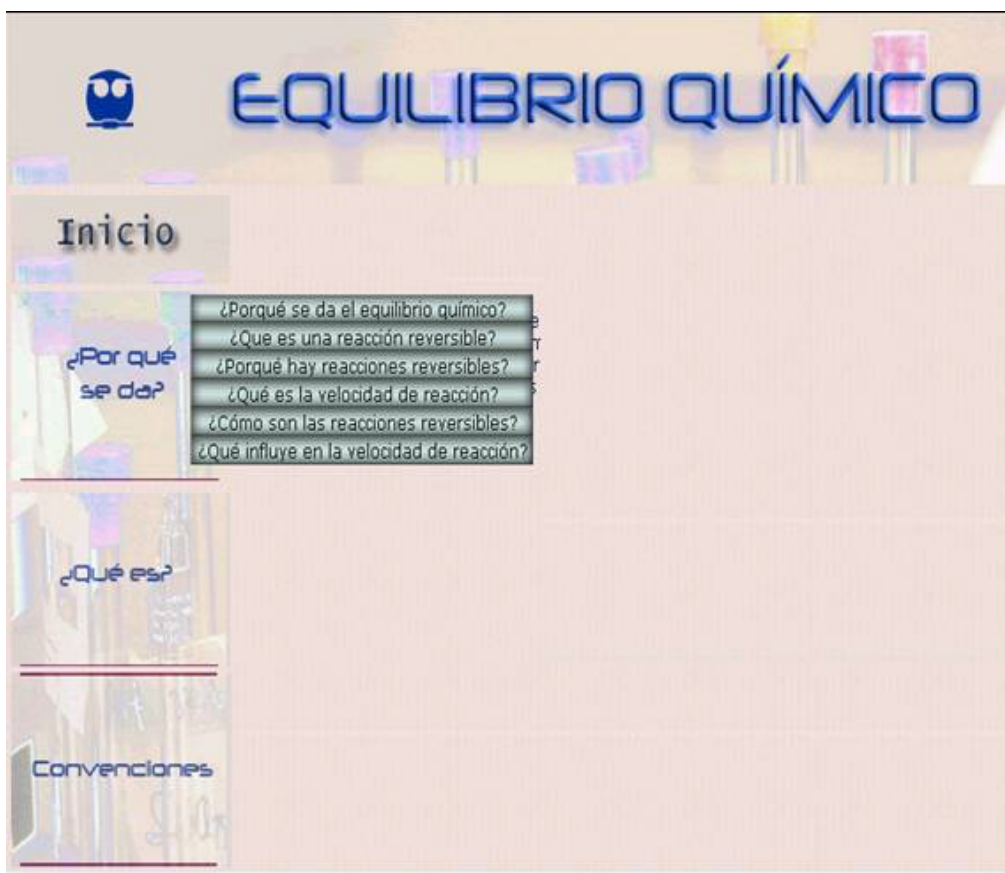


Figura 5.2 Página de inicio

Es necesario aclarar que el orden de las preguntas y la forma de responder a cada una de ellas no son al azar. Por ejemplo, la primera pregunta de la página es: ¿Por qué existe el Equilibrio Químico?, una respuesta obvia es la que se muestra, "porque existen las reacciones reversibles, sin las reacciones reversibles no existiría el equilibrio químico". Entonces hay que idear un segundo cuestionamiento, "si las reacciones reversibles son la causa del 'Equilibrio Químico', ¿qué son estas reacciones y cómo es que están presentes?"; ambas preguntas se resuelven con ejemplos sencillos al alcance de (casi) todos; comenzaremos por la pregunta más sencilla:



## “¿Qué son las reacciones reversibles?”

El objetivo de este bloque de información es que el usuario visualice que los reactivos se convierten en productos y viceversa. Para familiarizar al usuario con la pregunta a la cual se le va a responder, es necesario situarlo en un escenario conocido, en este caso se eligió la simulación de un proceso mediante los modelos moleculares, pues durante el primer semestre ya se ha trabajado con estas representaciones.

La figura 5.2.1 corresponde a uno de los cuadros de esta animación, en ella se observa que la ventana se encuentra dividida, por un lado se observa el proceso de disociación de  $N_2O_4$  para formar  $NO_2$ , partiendo de imágenes sencillas para enfocar la atención del usuario al proceso y no a los detalles estéticos de los dibujos, mientras que por otro lado se explica el mismo proceso con ecuaciones formales. En la segunda parte de la animación se visualiza la reacción opuesta, la formación de  $N_2O_4$  a partir de  $NO_2$ . En ambos casos se observa una característica macroscópica del compuesto dominante: el color café si se trata de  $NO_2$  e incoloro si se trata de  $N_2O_4$ . Finalmente se observará en la ecuación la doble flecha, típica de las reacciones reversibles.

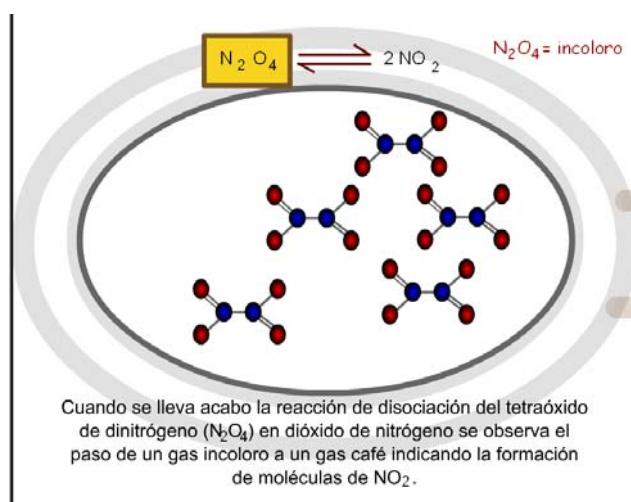


Figura 5.2.1 Disociación del  $N_2O_4$  en  $NO_2$

Con la ventana dividida, el usuario tiene la oportunidad de relacionar el lenguaje formal que describe a un procedimiento, con el procedimiento en sí. Al concluir que las reacciones reversibles son aquellas en las que los reactivos también son productos de la misma reacción pero en sentido inverso, podrán visualizar el fenómeno a partir del modelo molecular.

Nos encontramos ahora ante una nueva interrogante:

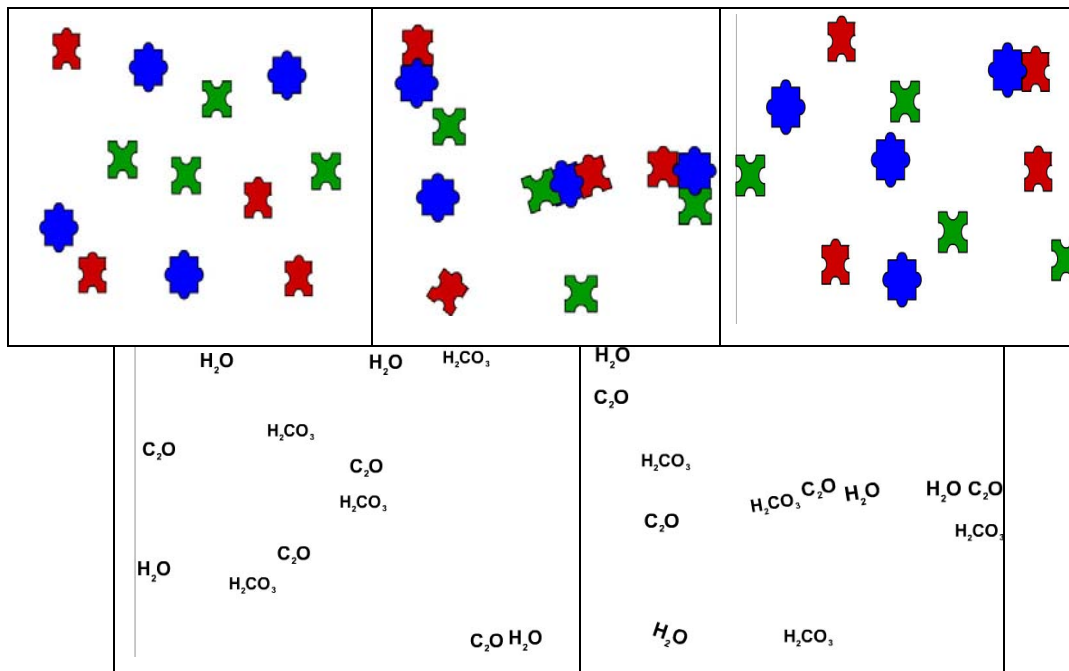
### **¿Por qué hay reacciones reversibles?**

Aun cuando no se sabe la respuesta a la pregunta anterior con suficiente precisión, es aceptada la "teoría de las colisiones" como una explicación lógica del por qué reaccionan las moléculas. El objetivo de una animación que explique esta teoría lo más simplificada posible es dual; por un lado es necesario satisfacer las inquietudes del alumno en cuanto éstas comienzan a surgir, en segundo lugar es importante dejar las bases sólidas para comprender temas de cursos posteriores, es decir, satisfacer la inquietud con la verdad aunque sea una respuesta generalizada, de otro modo crearíamos un hueco de conocimiento que surtiría efecto tiempo después, y lejos de resolver un problema lo desplazaríamos en el tiempo. De lo anterior se puede inferir que el objetivo de esta animación es dar una explicación coherente como es la "Teoría de las Colisiones". Al respecto de los recursos para crear el material didáctico, se eligió la animación ya que es un recurso que representa una alternativa diferente a un libro de texto tradicional, que además de mostrar procesos dinámicos es capaz de visualizar fenómenos más eficientemente que un texto impreso y reúne muchas de las características, que de acuerdo a Mayer R.E., pueden aumentar la eficiencia de transmisión de conocimiento tanto en memoria como en transferencia (entendimiento del fenómeno) hasta en un 90% en promedio, con respecto al proceso de enseñanza aprendizaje sin utilizar este recurso. Este tipo de características pueden ser lo que este autor

llama los principios de contigüidad temporal, multimedia, coherencia, modalidad, etc. Por estas razones es que este recurso y fue diseñado de esa manera para explicar el porque hay reacciones reversibles.

Sabiendo que es complicado comprender esta teoría, aún habiendo cursado previamente Termodinámica, Cinética, etc., y sabiendo que se requiere situar al alumno en un entorno familiar, se encontró la analogía de las formas moleculares con las piezas de un rompecabezas. En el caso de cómo es que ocurre una reacción química, nos referimos a un procedimiento que nunca se ve en el mundo macroscópico, lo que vemos es la consecuencia de la reacción, entonces debemos buscar un procedimiento macroscópico semejante a lo que queremos representar; así el alumno comprenderá en términos generales lo que se plantea y posteriormente podrá completarse la lección con explicaciones y conceptos menos visibles, quizás, pero con bases generales sólidas.

Lo que se pretende dejar claro con esta animación es que así como es necesario embonar las piezas correspondientes en un rompecabezas para armarlo, para que las moléculas reaccionen deben embonar unas con otras como si fueran un rompecabezas. Buscamos enfocarnos en el proceso de ensamblaje-desensamblaje del rompecabezas y relacionarlo con el proceso colisión-reacción; así una reacción puede ser de "ensamblaje" o de "desensamblaje" pero para que cualquiera de las dos ocurra es necesaria una colisión entre dos moléculas.



**Figura 5.2.2** Analogía entre el armado de un rompecabezas y la teoría de las colisiones

La figura 5.2.2 corresponde a la secuencia de la animación: Primero se muestran fichas de rompecabezas chocando, armándose y desarmándose. Después se recrea la primera animación y cada tipo de ficha representa a una molécula diferente, se muestran las dos animaciones empalmadas para mayor claridad de cómo se forman y se rompen los enlaces moleculares. La explicación se da en formato de audio; así el usuario va escuchando el proceso conforme lo visualiza.

La idea de representar a las moléculas como piezas de rompecabezas busca que el usuario comprenda que las moléculas también difieren unas de otras y que no por estar cercanas entre sí van a reaccionar.

En la narración de animación anterior se dio pie a la pregunta:

## ¿Qué es la velocidad de reacción?

Se tiene una simple definición expresada con texto:

**Inicio**

¿Qué es la velocidad de reacción?

¿Por qué se da?

¿Qué es?

\* Para la reacción  $aA + bB \rightarrow rR + sS$ , la velocidad de reacción es la rapidez con que se forman R y S (lo que es igual que la rapidez con la que desaparecen A y B).\*

\* Para la reacción  $rR + sS \rightarrow aA + bB$ , la velocidad de reacción es la rapidez con que se forman A y B (lo que es igual que la rapidez con la que desaparecen R y S).\*

<p><b>Para la reacción</b></p> <p><math>aA + bB \longrightarrow rR + sS</math></p> <p>la velocidad de reacción es la rapidez con la que A y B se transforman en R y S</p>	<p><b>Para la reacción</b></p> <p><math>aA + bB \longleftarrow rR + sS</math></p> <p>la velocidad de reacción es la rapidez con la que R y S se transforman en A y B</p>
---	--

Figura 5.2.3 Definición de "velocidad de reacción"

La explicación presentada en la página se considera suficiente, puesto que ya se ha visualizado el concepto de "velocidad de reacción" a partir de la animación del rompecabezas, en esta parte de la página únicamente se está formalizando la definición de "velocidad de reacción".

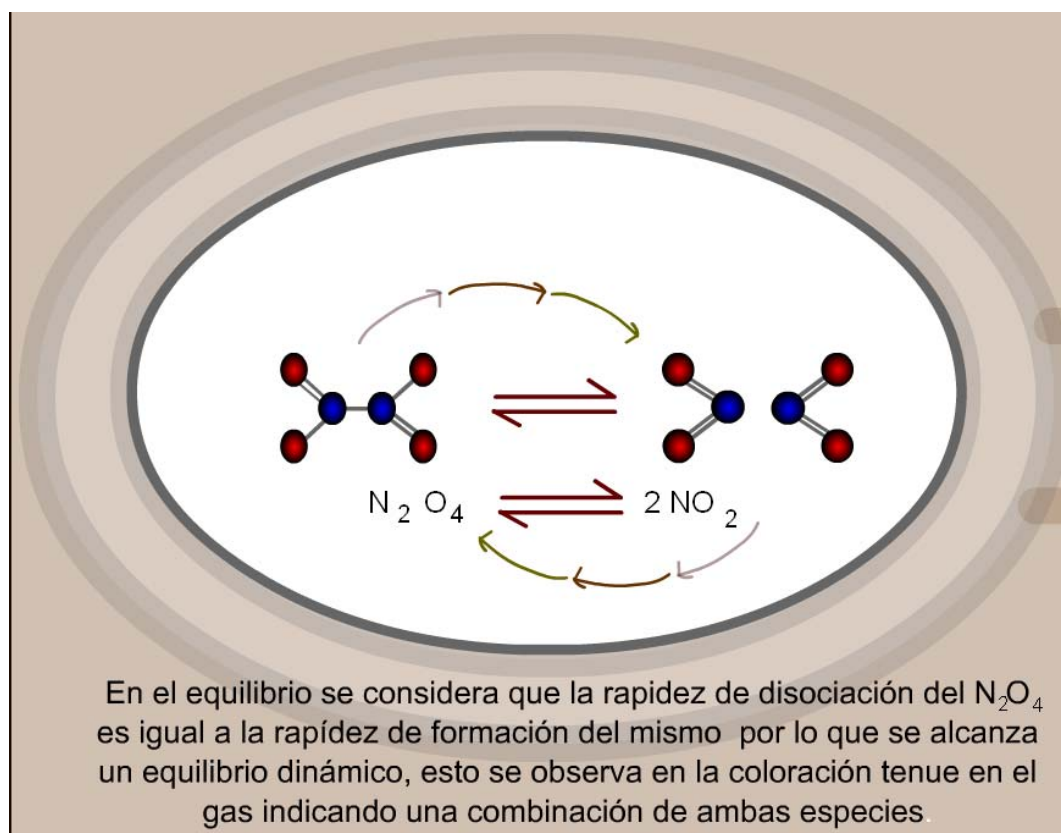
Lo que se ha hecho hasta ahora ha sido presentar al usuario las ideas necesarias para comprender el concepto "Equilibrio Químico", se le ha mostrado material que le permite relacionar el conocimiento que ya posee con lo "nuevo" que va adquiriendo conforme explora la página.

Aparentemente es suficiente lo que hasta este momento se ha mencionado. Sin embargo, existe un hueco al que no siempre se le da la atención que requiere, pues no necesariamente se ve afectado el aprendizaje posterior de los alumnos con la idea errónea de que en las reacciones reversibles primero se lleva a cabo una reacción en un sentido y después ocurre en sentido inverso. La pregunta que a continuación se

presenta persigue romper con esta idea y demostrar que en realidad son simultáneas.

### ¿Cómo son las reacciones reversibles?

Nuevamente se presenta una animación que se desarrolla en un entorno conocido para el usuario, pues a partir de ella aprendió el concepto de *reacción reversible*. En este caso, la variante será una escena en la que se enfatice con lenguaje el equilibrio dinámico que ilustra la simultaneidad, al momento en que se visualiza con imágenes.



**Figura 5.2.4** El equilibrio dinámico en la reacción de disociación de  $N_2O_4$

El escenario nunca cambia, pero sí cambia de manera continua la ubicación de las representaciones de las moléculas de  $N_2O_4$  y  $NO_2$  y la coloración que los caracteriza.

Es posible ahora iniciar el siguiente tema, y estudiar la definición de "Equilibrio Químico", puesto que ya se conocen los suficientes argumentos para entender el concepto. Sin embargo, este trabajo también pretende mostrar al usuario una perspectiva de otros conceptos o aplicaciones que se relacionan con el concepto de "Equilibrio Químico". Como se observa en la figura 5.1 (ver página 50), la última sección en la que se divide el contenido se refiere a "convenciones", lo cual implica el lenguaje matemático y las expresiones que modelan el comportamiento de las reacciones reversibles en torno al equilibrio. Para hacer uso de dichas expresiones es necesario conocer aquellos aspectos que influyen en el equilibrio de las reacciones, por ello es que la última, pero no menos importante, interrogante a resolver en esta página inicial es:

### **¿Qué influye en la reversibilidad?**

Las condiciones de temperatura, presión, volumen y concentración se relacionan unas con otras, también afectan la forma en las que las reacciones se llevarán a cabo y es necesario conocer qué papel juega cada uno de estos factores para estudiar y modelar el comportamiento de las reacciones reversibles. En otras palabras, no es fácil resolver problemas numéricos y mucho menos interpretar los resultados, si no se comprende el efecto de las condiciones a las que está expuesta la reacción.

No es adecuado explorar el bloque "Convenciones" de esta propuesta, a pesar de ser información meramente complementaria a los objetivos de la misma, sin antes comprender el rol de la presión,

temperatura, volumen, concentración y presencia de catalizadores en la mezcla de reacción.

Para ello se incluye en esta sección del sitio la siguiente explicación:

*El volumen, la presión, la temperatura, la concentración y la presencia de catalizadores influyen en la velocidad de reacción.*

*Cuando las moléculas chocan con mayor frecuencia, la velocidad de reacción aumenta. Esto sucede con el aumento de **temperatura**.*

*Los cambios en la **presión y volumen** se relacionan entre sí y afectan a la **concentración**: a mayor concentración, mayor será la velocidad de reacción.*

*Los **catalizadores** están diseñados para disminuir o acelerar la velocidad de reacción a conveniencia propia. Se puede concluir que la presencia de un catalizador no modifica la constante de equilibrio y tampoco desplaza la posición de un sistema en equilibrio, si un catalizador se añade a una mezcla de reacción que no está en equilibrio sólo provocará que la mezcla alcance más rápido el equilibrio*

Como complemento se creó una animación que muestra los efectos del cambio de la temperatura en una reacción reversible ya conocida por el usuario: la disociación de  $\text{N}_2\text{O}_4$  a  $\text{NO}_2$ .



## Efecto del cambio de la temperatura en una reacción reversible



**Figura 5.2.5** Variación del comportamiento de las moléculas al variar las condiciones del medio

Ahora ya se tienen las herramientas necesarias para comprender el concepto “Equilibrio Químico” y lo que se relaciona en torno a éste, por lo cual revisaremos el siguiente tema, contenido en la página intermedia.

### 5.3 Contenido de la página intermedia

Esta es la parte central del sitio, pues la página inicial, a pesar de ser la que más contenido presenta, es el antecedente para poder comprender con facilidad el concepto de “Equilibrio Químico”. Al observar la figura 5.3.1, el lector podrá darse cuenta de que en realidad el concepto de “Equilibrio Químico” como tal es bastante simple de enunciar, basta con dedicarle unas líneas a su definición; pero podrá también notar que es necesaria la exploración de la página de inicio para comprender el proceso de reversibilidad de las reacciones y la definición de “velocidad de reacción”, las cuales forman parte de la definición de equilibrio químico que empleamos en el sitio y que se transcribe a continuación:

“Es un estado de cualquier sistema en el que exista al menos una reacción reversible y la concentración de cada especie no cambie conforme transcurre el tiempo”

“Para que la concentración de cada especie que está presente en el sistema no cambie a pesar de la existencia de una o más reacciones, en cada reacción reversible la velocidad de la reacción que se desplaza hacia la izquierda debe ser igual a la velocidad de reacción que se desplaza hacia la derecha”

The image shows a presentation slide with a light blue background. On the left side, there is a vertical sidebar with the word "Inicio" at the top. Below it, there are two question marks: "¿Por qué se da?" and "¿Qué es?". The main content area on the right has the title "¿Qué es el Equilibrio Químico?" in blue. Below the title, there are two paragraphs of text. The first paragraph defines chemical equilibrium as a state where at least one reversible reaction exists and the concentration of each species does not change over time. The second paragraph explains that for this to happen, the forward and reverse reaction rates must be equal. At the bottom right of the text area, there is a purple link that says "Ver imagen".

**Figura 5.3.1** Definición de “Equilibrio Químico”

Sin embargo, es conveniente el empleo de un ejemplo práctico del fenómeno que se está estudiando, de esta manera al estudiante se le da la posibilidad de comprender el fenómeno partiendo de algo conocido, es decir, construye el nuevo conocimiento en base a conocimientos previos.

Para ser coherentes con el resto de los ejemplos y analogías se adaptó una explicación del libro “Química General” [24], referente al llamado “Mal de Montaña”, ya que es una aplicación directa del equilibrio

químico, presente en la naturaleza y no en la industria; a diferencia de varios procesos industriales ideados por las personas, que pueden resultar desconocidos para el usuario, casi todas las personas hemos experimentado los efectos de un cambio en el equilibrio del transporte de oxígeno en la sangre.




	<p>El transporte de oxígeno (O<sub>2</sub>) a la sangre se da mediante la producción de oxihemoglobina (HbO<sub>2</sub>).</p> $\text{O}_2 + \text{Hb} \rightleftharpoons [\text{HbO}_2]$
<p>En la montaña la concentración de O<sub>2</sub> disminuye en la sangre, lo que altera el equilibrio disminuyendo la concentración de HbO<sub>2</sub>.</p> $\text{O}_2 + \text{Hb} \longleftarrow [\text{HbO}_2]$	
<p>Por este motivo el funcionamiento de nuestro cuerpo se altera provocando mareos y hasta la muerte.</p>  <p>Para compensar este desequilibrio el cuerpo produce más hemoglobina (Hb) y se restituye el equilibrio entre O<sub>2</sub>, Hb y HbO<sub>2</sub>.</p> $\text{O}_2 + \text{Hb} \rightleftharpoons [\text{HbO}_2]$ <p><small>Este proceso no es instantáneo e implica otros procesos y la intervención de enzimas. La producción de Hb se da cuando una persona se va a vivir en una atmósfera con baja concentración de O<sub>2</sub> en comparación con la concentración de O<sub>2</sub> cuando vivía a menor altura.</small></p>	

Figura 5.3.2 Ejemplo del Equilibrio Químico en el transporte de oxígeno a la sangre

En la figura 5.3.2 se observa que el usuario relaciona la información que recibe mediante el lenguaje y las imágenes para crear conexiones mentales referentes a la importancia de este fenómeno, nótese que las imágenes se encuentran físicamente cerca de las palabras, pues en la literatura consultada se hace referencia a la necesidad de ubicarlas de esta manera (principio de contigüidad espacial[36]) para inducir el proceso de asociación y reforzamiento de ideas. También se aprecia que el escenario en el que se lleva a cabo el fenómeno, es decir, la altitud sobre el nivel del mar, es conocido para el usuario (principio de coherencia espacial[34]), de ahí podrá concluir que a pesar de no observar estas manifestaciones continuamente en la vida diaria, el Equilibrio Químico está presente en todo momento.

Con el material anteriormente comentado, el estudiante deberá tener una idea más clara del concepto de "Equilibrio Químico" y es cuando es importante introducir el lenguaje formal y los modelos matemáticos, es momento de analizar la última página del sitio que se propone.

#### **5.4 Contenido de la página final**

El objetivo de incluir esta página es complementar y cerrar el tema con los conceptos que son más utilizados durante las clases, es decir, las ecuaciones correspondientes. Una vez que el estudiante ha comprendido el proceso, causas y consecuencias del equilibrio químico, es posible que resuelva problemas prácticos dado que las ecuaciones son sólo modelos, no son la explicación del fenómeno. De hecho, conceptos como "equilibrio en sistemas ácido-base", "equilibrio en reacciones de precipitación", "equilibrio en la solubilidad", únicamente implica agregar algunas especificaciones al concepto general de "Equilibrio Químico" para dar al concepto la interpretación adecuada dependiendo del sistema que se trate; en estos casos la escritura de la constante de equilibrio es la misma para

todos los casos con la variante del subíndice que especifica el tipo de reacción, Ka, Kb, Ks, etc.

**EQUILIBRIO QUÍMICO**

**Inicio**

¿Por qué se da?

¿Qué es?

Convenciones

**CONVENIONES**

La mayoría del curso consiste en resolver problemas numéricos, el caso de "Equilibrio Químico" no es la excepción. Esta página contiene las generalidades sobre las expresiones del equilibrio.

**CONSTANTE DE EQUILIBRIO**

Para la reacción

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

la constante de equilibrio se escribe:

$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

Los productos se encuentran en el numerador para que la magnitud de la constante indique la magnitud del desplazamiento de la reacción hacia la derecha.

**ESCRITURA DE K**

Las concentraciones de los sólidos puros y de los líquidos puros son constantes y se llevan del lado izquierdo de la ecuación para redefinir una nueva "K"

La concentración de un gas puede expresarse en la ecuación como la presión parcial del gas o como la concentración del gas

Ejemplo:

$$aA(l) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(s)$$

$$K = \frac{P_B}{P_C}$$

**SIGNIFICADO DE K**

**K** no tiene sentido por sí sola. Es la expresión del modelo matemático de lo que sucede con los compuestos de una reacción.

VALOR NUMÉRICO DE K	CONSECUENCIA
> 1	La velocidad de reacción de derecha a izquierda es mayor que de izquierda a derecha
~ 1	Las velocidades de reacción en ambos sentidos son numéricamente iguales
< 1	La velocidad de reacción de izquierda a derecha es mayor que de derecha a izquierda

Figura 5.4 Cuerpo de página "Convenciones"

En la figura 5.4 observamos el contenido de la última página del sitio. Como es evidente, el objetivo de esta página es dar una explicación formal para las ideas mencionadas en las anteriores secciones.

Aunque la presentación de la información en esta página no difiere de la forma en que se presentaría en un libro, es sólo un complemento que contribuye a la comprensión del concepto "Equilibrio Químico". La sencillez de la página da la pauta para inferir que la idea central del sitio no son las ecuaciones, sin embargo, al explorar esta página, el estudiante adquirirá las herramientas para el siguiente paso de la comprensión de los conceptos: la aplicación.

Tras haber explorado el sitio completo con la secuencia propuesta, el usuario habrá comprendido a través de situaciones familiares y lenguaje conocido, qué es el fenómeno de "Equilibrio Químico" así como sus causas y efectos, y se comenzarán a formar bases sólidas para comprender temas o cursos posteriores.

## 6. CONCLUSIONES

Se logró detectar, a través de encuestas a los alumnos, que es necesario prestar más atención a la preparación de las clases referentes a los temas: fundamentos de estequiometría; estequiometría en reacciones completas; cambios energéticos; reacciones no cuantitativas y equilibrio químico; y reacciones ácido-base, formación de complejos y precipitación.

Se detectó que el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema Equilibrio Químico es uno de los problemas fundamentales en el primer semestre de la Facultad de Química, pues no existen suficientes herramientas ni material didáctico adecuado a las necesidades de los alumnos, quienes en su mayoría, al no tener claro este concepto difícilmente comprenden cabalmente los temas posteriores que se relacionan estrechamente con el concepto de Equilibrio Químico.

Se hizo una propuesta de mejora para el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de Equilibrio Químico, consistente en presentar la información de manera visual y auditiva, mediante lenguaje e imágenes familiares para el estudiante, de tal forma que éste debe decodificar el mensaje que recibe en dos vías y con ello crear conexiones entre las piezas de información que recibe y las que previamente posee, así podrá hacerse de su propio modelo mental para apropiarse del nuevo conocimiento.

Se inició la creación de un sitio web que reúne las características apropiadas para que, según las recomendaciones encontradas en la literatura, el estudiante tenga la oportunidad de incrementar su control sobre sus experiencias de aprendizaje mediante distintas alternativas:

- a) Decodificar los mensajes en la vía visual o auditiva, la que tenga más desarrollada.



- b) Asociar la información recibida con experiencias conocidas.
- c) Explorar aquellos fragmentos de información en los que necesite reforzamiento, lo cual es particularmente difícil en el aula, pues el profesor no puede atender a sus alumnos de manera individualizada.
- Las propuestas anteriores se concluyeron del análisis de la revisión bibliográfica.

**Comentario:** Creo que sobra es una propuesta pero no lo estas probado ni haces una propuesta para verificarlo, simplemente lo infieres de los antecedentes

De acuerdo borrala

## 7. RECOMENDACIONES

Es indispensable evaluar el impacto de este material en los alumnos de la Facultad de Química y hacer los ajustes pertinentes, pues los alumnos cambian semestre con semestre y este sitio ha sido diseñado para satisfacer sus necesidades. Adicionalmente, es imprescindible hacer la evaluación de esta herramienta con grupos de Química General para retroalimentar y rediseñar lo que sea necesario.

Es conveniente elaborar tutoriales con dos o tres niveles de dificultad para problemas "tipo". Así, el profesor podrá dedicar el tiempo que anteriormente empleaba en la asesoría a la solución de los problemas "tipo", en la asesoría para solucionar problemas más complejos que involucren suposiciones, experiencia, observaciones, sistemas no ideales, etc., que no necesariamente siguen un algoritmo común.

Se recomienda enriquecer el sitio con herramientas que permitan el intercambio de opiniones, entre los estudiantes y el profesor, esto puede ser un foro de discusión abierto. También se sugiere enriquecer el material con ligas de interés referentes al tema, secciones donde el profesor pueda dejar tareas, dar avisos, evaluar síntesis de algún artículo, etc.

Al ampliar este trabajo agregando aplicaciones y cada vez más conceptos, será posible en un mediano plazo tener acceso al curso "Química General" en línea, lo que contribuirá enormemente a aumentar la influencia que nuestra Facultad tiene sobre la sociedad. Entonces es una necesidad el continuar el trabajo en interactivos como el aquí propuesto, involucrando a estudiantes, que son los mejores jueces del esquema en el que se sigue la clase en el aula o laboratorio, e involucrando también a profesores, quienes encontrarán en el diseño y elaboración de material innovador como apoyo a su clase un vehículo para actualizarse en las asignaturas que imparten.

Se sugiere que para reforzar la claridad de la teoría de las colisiones, la animación propuesta en esta tesis se programe interactiva, es decir, que el usuario pueda manipular la magnitud de la rapidez de colisión.

También sería conveniente la inclusión de botones en la animación que ejemplifica la teoría de las colisiones, o cualquier otra animación que muestre interacciones moleculares, para que el usuario manipule las condiciones del medio, tales como temperatura, presión y volumen, y con ello experimente virtualmente el efecto del cambio de las condiciones del medio en la mezcla de reacción.

Para mejor comprensión del concepto de "equilibrio dinámico", es conveniente la visualización de una gran cantidad de formas moleculares en continua interacción, que represente una reacción reversible sencilla; que siempre pueda observarse la misma cantidad de moléculas de productos como de moléculas de reactivos. Se notaría que las velocidades de reacción directa y opuesta son de igual magnitud, pues al observarse la formación de una molécula de producto a partir de las de reactivos, también se observaría la formación de una molécula de reactivo a partir de moléculas de producto.

## 8. APÉNDICE

## **8.1 Software empleado en la construcción del sitio**

En el diseño y programación de este sitio se emplearon los siguientes softwares:

- 1) Adobe Photoshop 7.0, Adobe Illustrator 10, Corel Draw 12 para crear y modificar las imágenes.
- 2) Flash MX, para elaborar las animaciones y Dreamweaver MX para editar el sitio completo
- 3) Flash player 6 o superior es para ejecutar las animaciones en explorer, es un programa que se instala en otra aplicación y permite visualizar algún efecto

Se requiere una máquina PC con las siguientes características mínimo: Pentium 3 superior o equivalente, 256 RAM de memoria y tarjetas de video y de sonido.

## 8.2 Cuestionario aplicado a los grupos

### GRUPO:

1.- Marque en la hoja del temario, del 1 al 5 los temas más difíciles de entender.

2.- ¿Cómo entendió o cree que puede entender estos temas?

Tema marcado con:	Imágenes	Juegos	Video	Diferentes explicaciones	Modelos	Simulación del fenómeno	Otro (especifique)
1							
2							
3							
4							
5							

3.- ¿Puede relacionar los contenidos de estos temas con otras asignaturas o con la vida práctica?

Tema marcado con:	Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
1					
2					
3					
4					
5					

4.- ¿Podría explicar a un niño de primaria estos temas con términos que éste conozca?

Tema marcado con:	Fácilmente	Más o menos	Difícilmente	No
1				
2				
3				
4				
5				

### 8.3 Temario de la asignatura Química General

#### UNIDAD 1 LA QUÍMICA A TRAVÉS DE SU EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Doctrinas químicas antiguas

La química hasta el siglo XX

Fundamentos de las teorías atómicas modernas

#### UNIDAD 2 LA MATERIA Y SUS CAMBIOS

Estados de la materia

Clasificación de la materia

Propiedades físicas generales de la materia

Cambios físicos y químicos

#### UNIDAD 3 CLASIFICACIÓN PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

Desarrollo histórico

Propiedades y tabla periódica

#### UNIDAD 4 NOMENCLATURA

Antecedentes históricos

Nomenclatura trivial y sistemática

#### UNIDAD 5 NOCIONES SOBRE ESTRUCTURA MOLECULAR

Introducción

Diferentes tipos de modelos de enlace

Interacciones fuertes y débiles

#### UNIDAD 6 FUNDAMENTOS DE ESTEQUIOMETRÍA

Antecedentes

Conceptos: peso molecular, peso atómico, mol, etc.

Estequiometría en especies químicas

Estequiometría en especies disoluciones

#### UNIDAD 7 ESTEQUIOMETRÍA EN REACCIONES COMPLETAS

Reacción química

Balanceo de ecuaciones

Reacciones en equivalencia

Reacciones donde no hay equivalencia

#### UNIDAD 8 CAMBIOS ENERGÉTICOS



Antecedentes

Cambios energéticos en reacciones químicas

Ecuaciones termoquímicas. Definición y cálculos

Ley de Hess

#### UNIDAD 9 REACCIONES NO CUANTITATIVAS Y EQUILIBRIO QUÍMICO

Reacciones no cuantitativas

Equilibrio químico

Balances de materia en las reacciones de equilibrio

#### UNIDAD 10 REACCIONES ÁCIDO-BASE, FORMACIÓN DE COMPLEJOS Y PRECIPITACIÓN

Sistemas ácido-base

Reacciones en que intervienen iones complejos

Equilibrio heterogéneo

#### UNIDAD 11 REACCIONES ÓXIDO-REDUCCIÓN

Conceptos básicos

#### UNIDAD 12 NOCIONES SOBRE VELOCIDAD DE REACCIONES

## 8.4 Listado de figuras

Número	Figura	Página
2.1	El proceso de aprendizaje	9
2.2	Contrastes y convergencias entre la realidad virtual y el ambiente multimedia	13
2.3	Los programas de aplicación	16
2.4	Organización del contenido estudiando a detalle cada nivel	19
2.5	Organización del contenido estudiando el sistema de interés	19
2.6 A	Diferencias en los procesos de recepción de información. Empleando los canales visual y auditivo	24
2.6 B	Diferencias en los procesos de recepción de información. Empleando únicamente el canal visual.	24
4.1	Proporción de la dificultad de los temas complicados, según los alumnos entrevistados	38
5.1	Organización del contenido en el sitio web para "Equilibrio Químico"	50
5.2	Página de inicio	52
5.2.1	Disociación del $N_2O_4$ en $NO_2$	53
5.2.2	Analogía entre el armado de un rompecabezas y la teoría de las colisiones	55
5.2.3	Definición de "velocidad de reacción"	57
5.2.4	El equilibrio dinámico en la reacción de disociación de $N_2O_4$	58
5.2.5	Variación del comportamiento de las moléculas al variar las condiciones del medio	61
5.3.1	Definición de "Equilibrio Químico"	62
5.3.2	Ejemplo del Equilibrio Químico en el transporte de oxígeno a la sangre	63
5.4	Cuerpo de página "Convenciones"	65

## 8.5 Listado de tablas

Número	Tabla	Página
2.1	Características de los usuarios del software	16
4.1	Dificultad de la asignatura, a juicio de los alumnos	37
4.2	Sitios encontrados por Altavista y Yahoo	45

## 8.6 Relación de algunos sitios similares a libros encontrados en Software Reviews [44]

<http://ull.chemistry.uakron.edu/genchem/14/>  
<http://www2.mcdaniel.edu/Chemistry/ch307.notes/Chemical%20Equilibrium.html>  
<http://www.psigate.ac.uk/newsite/reference/plambeck/chem1/p01101.htm>  
<http://www.towson.edu/~ladon/chemeq.html>  
[http://www.webchem.net/notes/how\\_far/equilibria/chemical\\_equilibria.htm](http://www.webchem.net/notes/how_far/equilibria/chemical_equilibria.htm)  
[http://www.nyu.edu/classes/tuckerman/honors.chem/lectures/lecture\\_19/node1.html](http://www.nyu.edu/classes/tuckerman/honors.chem/lectures/lecture_19/node1.html)  
[http://www.scidiv.bcc.ctc.edu/wv/7/0007-008-le\\_chatelier.html#reactant1](http://www.scidiv.bcc.ctc.edu/wv/7/0007-008-le_chatelier.html#reactant1)  
<http://www.chm.davidson.edu/java/LeChatelier/LeChatelier.html>  
<http://www.rod.beavon.clara.net/equilib2.htm>  
<http://www.chem.vt.edu/chem-ed/genchem.html>  
<http://www.gcsechemistry.com/>  
[www.sfu.ca/person/lower/Chem1Text/equilibrium](http://www.sfu.ca/person/lower/Chem1Text/equilibrium)  
[grashof. engr.colostate.edu/tools/equil.html](http://grashof. engr.colostate.edu/tools/equil.html)  
[www.towson.edu/~ladon/chemeq.html](http://www.towson.edu/~ladon/chemeq.html)  
[www.chm.davidson.edu/ronutt/che115/EquKin/EquKin.htm](http://www.chm.davidson.edu/ronutt/che115/EquKin/EquKin.htm)  
[www2.mcdaniel.edu/Chemistry/ ch307.notes/Chemical%20Equilibrium.html](http://www2.mcdaniel.edu/Chemistry/ ch307.notes/Chemical%20Equilibrium.html)  
<http://hmchemdemo.clt.binghamton.edu/zumdahl/docs/chemistry/13equilibrium/library/13index.htm>

## 9. REFERENCIAS

1. Banerjee, A. (1991). "Misconception of Students and Teachers in Chemical Equilibrium". International Journal of Science Education, 13 (3), pp. 355-362
2. Berquist, W. Y H. Heikkinen (1990). "Student's Ideas Regarding Chemical Equilibrium". Journal of Chemical Education, 67 (12), pp. 1000-1003
3. Castañeda, Margarita. Aprendizaje autónomo: Estrategia para licenciatura. Dirección General de Evaluación Educativa, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2003, pp.12,17 y 23
4. Chang, Raymond. Química. Sexta edición, Editorial McGraw-Hill, México, 1999.
5. Gorodetsky, M. y E. Gussarsky (1986). "Misconceptualisation of the Chemical Equilibrium Concept as Revealed by Different Evaluation Methods". European Journal of Science Education, 8 (4), pp. 427-441.
6. Hackling, M. W. y P. Garnett (1985) "Misconceptions of Chemical Equilibra". European Journal of Science Education, 7 (2), pp. 205-214
7. Harper, Hedberg y Wright. "Who befits from virtuality?". Computers & Education. No. 34, 2000, pp. 164-167
8. Hinostroza y Harvey. "Pedagogy embedded in educational software design: report of a case study". Computers & Education. No. 37, 2001, pp. 27-28, 32-36
9. Illman, D. L. (1994). "Multimedia Tools Gain Favor for Chemistry Presentations." Chemical & Engineering News **72**(19): 34-40

10. Johnson, William. "Is on line learning really education?". Journal of Chemical Education. Vol 78, No. 4, Abril de 2001
11. Kind, Vanessa. Más allá de las apariencias. Santillana/Facultad de Química, México, 2004.
12. Kotz y Treichel. Química y reactividad química". Quinta edición, Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V., México, 2003, pp. 654-681
13. Krieger, James. "Integration hits software tools". Science & Technology. 1997
14. Lancashire, R. J. (2000). "The use of the Internet for teaching Chemistry." Analytica Chimica Acta **420**(2): 239-244.
15. Mahan y Myers. Química, curso universitario. Cuarta edición, Editorial Addison Wesley Iberoamericana, S. A., E.E.U.U., 1990, pp. 135-165
16. Mayer, Richard. Multimedia Learning. Primera edición, Editorial Cambridge University Press, E.E.U.U., 2003
17. Maskill, R. y A. F. C. Cachapuz (1989). "Learning about the Chemistry Topic of Equilibrium: The Use of Word Association Test to Detect Developing Conceptualizations". International Journal of Science Education, 11 (1).
18. Mejía, Janete. Tesis: Desarrollo de un software educativo para la enseñanza del tema "Presión de Vapor" en Ingeniería Química. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, México, 1998, pp. 15-23

- 19.** Moore, Stanitsky, Kotz, Joesten y Wood. El mundo de la química, conceptos y aplicaciones. Segunda edición Editorial Addison Wisley Longman, México, 2000.
- 20.** Passerini y Granger. "A developmental model for distance learning using the internet". Computers & Education. No. 34, 2000, pp. 2, 4-6, 8, 10-13
- 21.** Portillo Bobadilla, Tobías. Tesis: Interacciones Macromoleculares: Diseño y elaboración de un software educativo multimedia sobre el reconocimiento de proteínas. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México, 2003.
- 22.** Sutherland, Facer, Furlong R Y Furlong J. "A new environment for education? The computer in home". Computers & Education. No. 34, 2000, pp. 196, 198, 210-211
- 23.** Treadway, W. J. (1996). "The multimedia chemistry laboratory: Perception and performance." Journal of Chemical Education **73**(9): 876-878.
- 24.** Umland y Bellama. Química General. International Thompson Editores, S. A. de C.V., México, 2000, pp. 527-561
- 25.** Vining, Kotz y Harman. Química General Interactiva. Versión 3.0. Cow Town Productions, Inc., Estados Unidos de Norteamérica, 2004. CD Interactivo
- 26.** Whitnell, Fernades, Almassizadeh, Love, Dugan, Sawrey y Wilson. "Multimedia chemistry lectures". Journal of Chemical Education. Vol 71, No. 9, Septiembre de 1994, pp. 721, 725

- 27.** Pence, H. E. (1993). "Combining Cooperative Learning and Multimedia in General- Chemistry." Education **113**(3): 375-380.
- 28.** Jones, W. E., J. A. Dix, et al. (1996). "Teaching chemistry on the World Wide Web: An interactive Internet learning environment for introductory chemistry." Abstracts of Papers of the American Chemical Society **211**: 103-CHED.
- 29.** Steyn, M. M. D., C. J. du Toit, et al. (1999). "The implementation of a multimedia program for first year university chemistry practicals." South African Journal of Chemistry-Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Chemie **52**(4): 120-126.
- 30.** Cao, L. L. and G. Bengu (2000). "Web-based agents for reengineering engineering education." Journal of Educational Computing Research **23**(4): 421-430.
- 31.** Brostow, W. (2001). "Instruction in materials science and engineering: modern technology and the new role of the teacher." Materials Science and Engineering a-Structural Materials Properties Microstructure and Processing **302**(1): 181-185.
- 32.** Takeuchi, Y., M. M. Ito, et al. (2001). "Strategy for globalization of chemical education based on the Internet." Pure and Applied Chemistry **73**(7): 1125-1135.
- 33.** Lang, H. G. and D. Steely (2003). "Web-based science instruction for deaf students: What research says to the teacher." Instructional Science **31**(4-5): 277-298.



- 34.** Moreno, R. y Mayer, R. E. (2000). "A coherence effect in multimedia learning: The case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia messages". Journal of Educational Psychology, 92, 117-125.
- 35.** Mayer, R. E. (1989b). "Systematic thinking fostered by illustration in scientific text". Journal of Educational Psychology, 81, 240-246
- 36.** Moreno, R. y Mayer, R. E. (1999). "Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity". Journal of Educational Psychology, 91, 358-368
- 37.** Mayer, R. E. y Anderson, R. B. (1991). "Animations needs narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis". Journal of Educational Psychology, 83, 484-490
- 38.** Mayer, R. E. y Anderson, R. B. (1992). "The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning". Journal of Educational Psychology, 84, 444-452.
- 39.** NASA. Chemical Equilibrium with applications. E.E.U.U., 2004. <http://www.grc.nasa.gov/WWW/CEAWeb>, septiembre de 2004. [Bonnie.McBride@grc.nasa.gov](mailto:Bonnie.McBride@grc.nasa.gov)
- 40.** Environmental Research Software. How Can Chemical Equilibrium Help You?. <http://www.mineql.com>, noviembre de 2004. [erssoftwr@mineql.com](mailto:erssoftwr@mineql.com)
- 41.** Penelope A. Huddle, Margie W. White, Fiona Rogers, "Simulations for Teaching Chemical Equilibrium". Journal of Chemical Education. Vol. 77, No. 7, julio de 2000, p. 920.

42. Master, Andrew. General Chemistry Tutorials. UK, 1998. <http://www.liv.ac.uk/ctichem/2genchem.html>, noviembre de 2004.
43. The Research Foundation of the State University of New York, and Cubic Science, Inc. HM Chem General Chemistry Online. Library: Movies and Animation. Chemical Equilibrium. EEUU, 2000. <http://hmchemdemo.clt.binghamton.edu/zumdahl/docs/movies/movieindex.htm>, noviembre de 2004
44. CTI Centre for Chemistry. Software Reviews. 1999. <http://www.liv.ac.uk/ctichem/swrev.htm>, noviembre de 2004.
45. Zaldívar Coria, Iliana. Tesis: Desarrollo de software para el mejoramiento de la enseñanza en química inorgánica. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química – Departamento de Programas Audiovisuales, México, 2001.
46. Quílez Pardo, Juan. “Persistencia de errores conceptuales relacionados con la incorrecta aplicación del principio de Le Châtelier”. Educación Química. Vol. 9, No. 6, noviembre-diciembre de 1998, p. 367-376.
47. Quílez Pardo, Juan. “Aproximación a los orígenes del concepto de equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas”. Educación Química. Vol. 13, No. 2, abril-junio de 2002, p.102.
48. Hardy, James y University of Akron. Chemical Equilibrium. E.E.U.U., 2000. <http://ull.chemistry.uakron.edu/genchem/14/>, noviembre de 2004. [jkh@uakron.edu](mailto:jkh@uakron.edu).
49. Tissue, Brian. Introduction to Equilibrium. E.E.U.U., 2004. <http://www.chem.vt.edu/chem-ed/genchem.html>, noviembre de 2004.

50. Clark, Jim. Understanding Chemistry. U.K., 2002.  
<http://www.chemguide.co.uk/physical/equilibmenu.html#top>, noviembre de 2004.

51. HYPER-Ad Communications. Chemical Equilibrium Examples I. 2002.  
[http://www.hyper-ad.com/tutoring/chemistry/chem\\_eqm1.htm](http://www.hyper-ad.com/tutoring/chemistry/chem_eqm1.htm), noviembre de 2004.

52. Volland, Walt y Bellevue Community College. Reversible Reactions and Chemical Equilibrium. E.E.U.U., 2004.  
<http://www.scidiv.bcc.ctc.edu/wv/7/0007-006-revers-reac.html>, noviembre de 2004. [clyle@bcc.ctc.edu](mailto:clyle@bcc.ctc.edu).