

UNIDAD AJUSCO

PROPUESTA COMPUTACIONAL PARA EL APRENDIZAJE  
DEL BALANCEO DE ECUACIONES QUÍMICAS POR LOS  
MÉTODOS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN Y MÍNIMO COMÚN  
MÚLTIPLO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE  
ESPECIALIZACIÓN EN COMPUTACIÓN Y EDUCACIÓN

PRESENTA:

SAMUEL ELÍ GORDILLO HIDALGO

ASESOR:

MTRO. RAÚL CUEVAS ZAMORA

MÉXICO, D. F. NOVIEMBRE DE 2007

## ÍNDICE

	Página
PRESENTACIÓN	3
INTRODUCCIÓN	5
<b>Capítulo 1</b>	
<b>LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL BALANCEO DE REACCIONES QUÍMICAS EN SECUNDARIA</b>	
1.1. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la escuela secundaria	11
1.1.1. El pensamiento formal y el aprendizaje de las ciencias	12
1.1.2. El papel del docente de ciencias	14
1.1.3. El aprendizaje	16
1.1.4. El alumno	18
1.1.4.1. La apatía del alumno ante la ciencia	19
1.1.4.2. Las ideas previas de los alumnos	20
1.2. La computadora en la enseñanza	23
1.2.1. De lo convencional a lo innovador	23
1.2.2. Propuestas pedagógicas innovadoras	24
1.2.3. Materiales didácticos multimedia para la enseñanza	25
1.2.4. Principales funciones de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje	26
1.2.5. La computadora, estrategias y técnicas didácticas	28
1.3. El balanceo de ecuaciones y sus métodos	30
1.3.1. Reacciones químicas	30
1.3.2. Escritura de ecuaciones químicas	31
1.3.3. Leyes ponderales	34
1.3.4. Métodos de balanceo	36
1.3.4.1. Tanteo	37
1.3.4.2. Algebraico o analítico	38
1.3.4.3. Óxido-reducción (rédox)	39
1.3.4.4. El balanceo de ecuaciones en reacciones rédox y el método del mínimo común múltiplo (m. c. m.)	43
<b>Capítulo 2</b>	
<b>EL INTERACTIVO: BALANCEO DE ECUACIONES DE REACCIONES QUÍMICAS POR LOS MÉTODOS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN Y DEL MÍNIMO COMÚN MÚLTIPLO</b>	
2.1. Propósitos de la propuesta	46
2.2. Requerimientos mínimos para el uso de la propuesta	46
2.3. El interactivo	47
2.4. Descripción de las actividades por subtema	51
2.4.1. La materia y los materiales	51
a) Identificando materiales de uso común	52
2.4.2. Leyes ponderales	54
a) Ley de la conservación de la masa	55

b) Ley de las proporciones definidas	56
c) Ley de las proporciones múltiples	57
2.4.3. El balanceo de ecuaciones por tanteo	58
2.4.4. El reporte de actividades	62
2.4.5 El fenómeno óxido-reducción	63
2.4.5.1. Modelos de interpretación del proceso óxido-reducción	64
a) Introducción a la oxidación y a la reducción	64
b) La escala de oxidación y reducción... el número de oxidación	66
c) El estado de oxidación en las sustancias	68
2.4.5.2. Balanceo de reacciones químicas por el método de la oxidación – reducción	69
2.4.5.3. Balanceo por el método del mínimo común múltiplo	73
2.5. Fin del interactivo	76
2.6. Evaluación del dominio de los métodos de balanceo	77

### **Capítulo 3**

#### PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Planteamiento del problema	79
3.1.1. Objetivos de investigación de la propuesta	79
3.1.2. Interrogantes surgidas a partir de lo que se pretende con la propuesta pedagógica)	80
3.1.3. Justificación	80
3.1.4. Viabilidad de la investigación	81
3.2. Variables sobre las que va a estar el peso de la contrastación de los datos obtenidos	81
3.3. Pregunta de investigación	81
3.4. Hipótesis de investigación	82
3.4.1. Hipótesis estadísticas: nula y alternativa	82
3.5. Diseño de investigación	82
3.6. Población y muestra	82
3.6.1. Criterios de inclusión	83
3.6.2. Criterios de exclusión	83
3.6.3. El tamaño de la muestra “n”	84
3.7. Contrastación de la propuesta y el método convencional	85
3.8. El método de la investigación	88
3.9. Evaluación de resultados	86
3.9.1. Regla de decisión	88
3.9.2. Cálculos	88
3.9.3. Decisión estadística	89
3.9.4. Interpretación de los resultados	89
ANEXOS	90
APÉNDICE	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

## PRESENTACIÓN

La presente propuesta surge ante la necesidad actual que se presenta en la escuela secundaria en la enseñanza del balanceo de ecuaciones químicas en el tercer grado. Es un esfuerzo por integrar las prestaciones de la computadora al ámbito educacional como una herramienta didáctica, apoyando la práctica docente en el aula y el laboratorio.

En el caso de la química, los alumnos desarrollan una apatía, entre otras razones, principalmente porque las estrategias empleadas por el docente no son apropiadas para su enseñanza. Los conceptos que el docente enseña muchas veces no quedan claros en el estudiante o no los comprende en lo más mínimo, ya que para su edad y contexto son complejos de percibir (por ejemplo, átomo, energía, reacción química, etc.), que escapan a su realidad cercana, sin vinculación alguna con su vida cotidiana y las explicaciones que los profesores dan de esos conceptos se vuelven complejas de asimilar (por ejemplo, un átomo es la partícula más pequeña de un elemento). En el caso particular de la enseñanza de los modelos atómicos, -en la mayoría de las veces- sólo se maneja el modelo de esferas y varillas; los alumnos elaboran un “modelo” de una molécula como la del agua ( $H_2O$ ) o del metano ( $CH_4$ ), el profesor la califica y listo, no se rescata más de ello... y finalmente el educando pierde interés por estos saberes y por las actividades mismas.

En el caso del *balanceo de ecuaciones* ocurre algo similar a lo descrito en el párrafo anterior: por lo general, al alumno se le enseña a balancear ecuaciones *al tanteo* y en el mejor de los casos por el método analítico, pero sin comprender la razón, los principios y la explicación de ese balanceo. Es evidente que existe una necesidad de plantear una alternativa para la enseñanza-aprendizaje de temas de química, que le proporcionen al educando nuevas herramientas para comprender y explicar los fenómenos con los que está en contacto cotidianamente, por ejemplo los de combustión que suceden en la cocina, en los transportes, al encender un cerillo, al quemar basura, etc.,

A partir de esta problemática y necesidad surge una propuesta de enseñanza para el tema del balanceo de ecuaciones químicas desarrollada en el presente documento. Este trabajo aborda esta problemática y su posible solución. Está dividido en tres capítulos:

- el primero lleva por título *La enseñanza y el aprendizaje del balanceo de reacciones químicas en secundaria*, aborda lo relacionado con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en secundaria; la innovación en la enseñanza y el balanceo de ecuaciones químicas y sus métodos, constituyen el marco teórico conceptual de la propuesta. El propósito de este capítulo es establecer bases pedagógicas para fundamentar la propuesta y desde luego hacer una descripción del balanceo de ecuaciones químicas por los métodos de óxido-reducción y del mínimo común múltiplo.
- en el segundo capítulo llamado *El interactivo: Balanceo de ecuaciones químicas por los métodos de óxido-reducción y del mínimo común múltiplo* se describe un conjunto de actividades y estrategias didácticas que el docente puede desarrollar con el alumno empleando el software interactivo (que integra la propuesta) y experimentos a realizar en el laboratorio para dar al tema énfasis en la práctica diaria sin olvidar el carácter experimental de la química;
- para concluir la propuesta pedagógica, se requiere de un último capítulo, en el que se plantea un *Protocolo de investigación*, que surge de la necesidad de investigar el impacto de la propuesta por su aplicación y sus alcances; describe la población y muestra a investigar, los instrumentos de recopilación de información, el tratamiento de estos datos y el estadístico de prueba para interpretar los resultados.

Al final del documento se encuentran los anexos que están integrados por la descripción técnica de las actividades experimentales citadas en el capítulo dos y el instrumento de investigación del capítulo tres. Se agrega también un apéndice de los valores de la “t de student” con los que se evalúa el estadístico de prueba.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los temas que se le dificulta aprender al alumno de tercer grado de secundaria en la asignatura de química es el de *balanceo de ecuaciones químicas* por cualquiera de los métodos que el docente emplee (tanteo, mínimo común múltiplo, algebraico y/o de óxido-reducción); no comprenden los conceptos, luego, no pueden aplicarlos a las reacciones de combustión, menos generalizar a cualquier tipo de reacción química.

Los conceptos y razonamientos que el alumno debe manejar para asimilar este tema son demasiado abstractos, ya que requieren del manejo de variables, de simbología específica del tema, y de aplicar una secuencia de pasos “razonados” y cálculos aritméticos; aunado a lo anterior, la forma en que se ha enseñado y seguimos enseñando los profesores de la asignatura (solución de ejercicios por memorización y mecanización de los procedimientos) ayuda poco al aprendizaje del alumno. Pocas veces el educando le ve aplicación al conocimiento, por ejemplo, al hablar de *reacciones de combustión*, no hace conciencia de qué son o cómo se producen, máxime las consecuencias que esto trae (como contaminación calentamiento global, incremento del efecto invernadero) al hacer mal uso y/o un uso irracional de los combustibles, genera poca o nula conciencia sobre la química y su entorno. Finalmente el estudiante se vuelve apático respecto al conocimiento de la química y el resto de las ciencias y termina por creer que él “no es bueno” para tal ciencia.

Para la enseñanza de este tema generalmente el profesor utiliza ejemplos y ejercicios en el pizarrón y muestra los procedimientos paso a paso, pero el estudiante no logra deducir los razonamientos que intervienen en un balanceo (conservación de la materia, oxidación y reducción de los elementos), y raras veces el educando vincula las leyes ponderales con el balanceo de la ecuación de una reacción; sin embargo se observa que el algoritmo después de cierta ejercitación es mecanizado por el estudiante pero luego de un tiempo es olvidado.

El alumno aplica el método que le enseña el profesor, una secuencia de pasos para resolver el problema, lo memoriza por un lapso de semanas y casi siempre después del examen o de la unidad temática el “conocimiento” desaparece.

Este tipo de “conocimiento temporal” conlleva a que en los exámenes, el alumno se limite a tratar de recordar la secuencia de pasos que mecanizó sin saber siquiera qué fue lo que hizo o por qué debía hacerlo. Aunado a lo anterior se tiene que el docente de química en la mayoría de los casos sólo emplea los ejemplos del libro de texto, sin considerar el entorno del alumno y/o sus intereses (lo que ve como las oxidaciones de los metales, la combustión del gas de cocina, etc.).

La metodología y las estrategias de enseñanza empleadas actualmente por los profesores ayudan poco a que los alumnos de secundaria comprendan el balanceo de ecuaciones químicas por el método que sea, sin embargo poco hacemos por cambiar dicha forma de trabajo que principalmente se apoya en el pizarrón, los gises, marcadores y ejercicios de ejemplos de ecuaciones poco prácticas (p. ej. balancea la siguiente ecuación  $\_Cl + 2Ag \rightarrow \_AgCl$ ).

De la reacción anterior, el alumno puede identificar los materiales puros que intervienen en ésta (porque ha memorizado algunos símbolos de elementos de la tabla periódica) pero no sabe cómo calcular o determinar los números (coeficientes) que preceden a las sustancias en la ecuación y tampoco sabe su significado, y es ahí donde el problema toma una dimensión mayor tanto para el profesor que no logra que el alumno comprenda el tema, como para el alumno que termina por considerar a la química como una ciencia tediosa, aburrida y nada útil en la vida.

El alumno de secundaria no desarrolla su habilidad de pensamiento para resolver problemas donde se requiere elaborar razonamientos, no aprende a razonar en forma científica o matemática, por lo general no le ve aplicación (o en el mejor de los casos le ve poca) a las ciencias que le enseñan sus profesores. Además, el estudiante no relaciona sus conocimientos de matemáticas con los de la química, ya que el balanceo de ecuaciones químicas requiere de la combinación de las matemáticas con la química para interpretar y explicar los fenómenos basados en dichas reacciones.

Todo esto se fortalece con la dificultad de aprender matemáticas y química por separado (en asignaturas y con profesores distintos) con estilos diferentes de enseñanza “tediosas y aburridas” para los alumnos.

El docente requiere de nuevas estrategias de enseñanza y recursos didácticos. Las estrategias de enseñanza actuales aún no logran incorporar a la computadora como un verdadero recurso didáctico -se la ve como algo a la que los alumnos sólo utilizan para divertirse o perder el tiempo-.

Es conveniente que un recurso como la computadora, sea involucrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje para obtener provecho de sus múltiples prestaciones como versatilidad en el manejo de información, emulación de gráficos, sonidos interactivos.

Generalmente un estudiante de tercer grado de secundaria no sabe balancear una ecuación química por ninguno de los métodos que posiblemente le enseñen sus profesores: tanteo, mínimo común múltiplo, analítico, óxido-reducción, que son los que se pueden abordar en secundaria.

El docente de la asignatura de química -y en general de las ciencias naturales- trata de hacer las clases de ciencias más interesantes y amenas con actividades y recursos didácticos variados (juegos, ejercicios, simulaciones, proyecciones, crucigramas, experimentos, sopas de letras, por mencionar algunas) pero sin lograr dicho propósito; una alternativa serían las actividades contenidas en la propuesta, que integra el trabajo en la computadora y experimentos.

Los intereses de los adolescentes actuales requieren de implementar nuevas estrategias donde se utilicen las actividades y recursos didácticos anteriores pero haciendo uso de la computadora como una herramienta didáctica para que el alumno, sea partícipe de su aprendizaje de una forma activa y atractiva para él.

Este problema se suscita en el tercer grado de secundaria con la aplicación real del conocimiento, tiene sus orígenes en las formas de trabajo de algunos docentes, formas que caracterizan al método convencional de enseñanza.

El método convencional, particularmente para este tema, está caracterizado principalmente por: el material didáctico utilizado y elaborado incluye láminas, acetatos, uso del pizarrón y copias; los ejemplos que se utilizan algunas veces, son cotidianos a los alumnos (p. ej. quemar una vela), pero la mayoría de éstos son ajenos a su realidad (p. ej. ácido clorhídrico reaccionando con hidróxido de sodio); se abusa de los ejercicios y mecanización del método de balanceo.

Es una manera directa (maestro→alumno) de enseñar un contenido tan abstracto como la resolución de sistemas de ecuaciones, cálculo de número de oxidación, cálculo del mínimo común múltiplo y el balanceo propiamente dicho. Es una forma “aburrida” -dicen los alumnos- de enseñar.

La atención del estudiante se pierde al no seguir la explicación del profesor o al no entender algún paso de ésta. Por su parte el alumno tiene una apatía ya predeterminada hacia el aprendizaje de la ciencia porque “se le hace aburrida” y sin aplicación en su vida cotidiana.

En cuanto a la evaluación, ésta se resume a un examen donde los estudiantes resuelven ejercicios similares a los vistos en clase -casi siempre los mismos- y se mide sólo el resultado en términos de aciertos y rara vez se valora el procedimiento utilizado en la resolución de los ejercicios.

La “evaluación” a la que recurre el docente que emplea el método convencional, no puede valorar el grado de dominio de los contenidos o de los procedimientos matemáticos del alumno durante la construcción de sus conocimientos. Sólo mide el aprendizaje de resultados finales -con un examen- pero le resta importancia al procedimiento y razonamiento que el alumno efectúa.

La forma convencional de enseñanza del tema *balanceo de ecuaciones químicas* tiene debilidades, las cuales conllevan a un aprendizaje débil en los alumnos y requiere de adecuaciones a las necesidades actuales de enseñanza y aprendizaje. Los estudiantes están inmersos en un entorno donde la computadora es un medio de investigación, información, comunicación y diversión principalmente, es necesario explotar este recurso en la enseñanza, y en este caso particular del tema de química.

Debido a la falta de material didáctico adecuado a las necesidades tanto de enseñanza de los docentes como de aprendizaje de los alumnos, donde se interactúe con el conocimiento de una forma directa, surge esa necesidad de hacer partícipe al educando de la construcción de su propio conocimiento; haciendo uso de la computadora en la enseñanza de la química en educación secundaria y en particular en el tema del balanceo de ecuaciones químicas que es abstracto para el alumno por el manejo de cálculos aritméticos, variables y simbología propia de la química; por todo lo anterior se plantea la presente:

**“Propuesta computacional para el aprendizaje del *balanceo de ecuaciones químicas por los métodos de óxido-reducción y del mínimo común múltiplo*”.**

El tema *balanceo de ecuaciones químicas por el método de óxido-reducción y el método del mínimo común múltiplo* será abordado empleando ejemplos comunes -que los propios alumnos conozcan- y que sean de aplicación en su vida cotidiana (p. ej. *combustión de gas, madera, papel, degradación de alimentos, juegos pirotécnicos, oxidación de metales, acidez estomacal*), claro sin descartar algunos ejemplos que planteen los libros de texto vigentes y que no formen parte de la realidad del alumno (p. ej. *reacción del permanganato de potasio con glicerina, electrólisis del agua, síntesis del agua*). Con dichos ejemplos el alumno, haciendo uso del lenguaje común y de sus conocimientos sobre uso de la computadora, descubrirá y aprehenderá el razonamiento para realizar el balanceo de ecuaciones químicas. Cabe aclarar que la implementación de la computadora no intenta sustituir al profesor, por el contrario, se pretende que lo apoye en lo posible, ya que no se trata de un “software mágico”, sino de una propuesta integradora que genera un entorno de aprendizaje:

(software) interactivo + experimentación + profesor → aprendizaje del alumno

El uso de un interactivo empleando la computadora y apoyándose en la experimentación, permite al estudiante ver la aplicación de los conocimientos adquiridos y construidos en la escuela con su vida común (la que lleva en casa, en el transporte, en los juegos, con los amigos, etc.).

La propuesta hace partícipe al alumno de su propio aprendizaje problematizándolo con ejemplos sencillos y llamativos donde pueda realizar experimentos y generar explicaciones a partir de ecuaciones de reacciones químicas balanceadas.

A diferencia de la forma convencional de enseñanza, que se trabaja en el salón de clases donde el docente por lo regular recurre a la clase magistral abusando de la explicación y ejercicios en el pizarrón, pero dejando en último término a la experimentación y a la participación del alumno en la construcción de su propio conocimiento -ya que el educando sólo “participa” haciendo ejercicios-.

La propuesta es un híbrido entre actividades experimentales y actividades a través de la computadora emulando fenómenos donde intervienen reacciones químicas con modelos (gráficos), animaciones, juegos, solución de ejercicios y de problemas... Se utilizan ejemplos cotidianos (p. ej. quemar una vela, oxidar un clavo). Atrae la atención del educando en función de su progreso y del dominio de las actividades. Además es actual a la forma de investigar o de trabajar del alumno.

## ● Capítulo 1

# LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL BALANCEO DE REACCIONES QUÍMICAS EN SECUNDARIA

### 1. 1. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la escuela secundaria

Cualquier niño se muestra entusiasmado ante la idea de mirar las estrellas a través de un telescopio, de usar una lupa para observar insectos, de utilizar un cronómetro, o de realizar cualquier experiencia que desarrolle su curiosidad.

La curiosidad del hombre ante todo lo que le rodea y su necesidad por encontrar una explicación racional, sencilla y convincente a los fenómenos que observa, son parte del origen de la ciencia. Esta curiosidad ha acompañado a la humanidad a lo largo de su historia y se repite en cada uno de nosotros desde nuestra infancia. Los niños preguntan continuamente el por qué de las cosas y para sí mismos generan ideas que intentan explicar el mundo que les rodea (Aragón, 2004). Esa misma curiosidad provoca que la actitud de niños y jóvenes hacia cuestiones, hoy en día cotidianas, relativas a la ciencia sea en principio favorable.

La mayoría de los docentes, apoyados en la científicidad del contenido y asumiendo una científicidad del método de la didáctica en turno no hemos hecho, sino imponer visiones del mundo en lugar de generar preguntas y tal ausencia de cuestionamiento en el estudiante lo lleva a tener un menor interés por las ciencias y a que su aprendizaje sea cada vez más superficial (Piatti, 2006). El conocimiento académico impartido casi siempre se encuentra alejado de lo cotidiano del alumno, la escuela no da respuesta a las cuestiones que habían motivado la curiosidad inicial y menos aún desarrolla la capacidad para cuestionarse acerca de los fenómenos con los que el educando está en contacto comúnmente.

Los contenidos de las ciencias en general requieren un cierto nivel de abstracción del alumno, lo que Piaget llama pensamiento científico o formal, cuya característica principal reside en el papel que dicho pensamiento le hace desempeñar a lo posible (o hipotético) en relación de las comprobaciones reales (a lo concreto).

Decir que, en el nivel formal, el sujeto subordina lo real a lo posible equivale a afirmar que ante una situación determinada, el individuo no se limita a tener en cuenta sólo aquellas relaciones entre los elementos dados, que aparentemente se le imponen, sino que para evitar que poco después nuevos hechos lo contradigan, busca desde el comienzo englobar esas relaciones en apariencia reales dentro de las relaciones concebidas por él como posibles (Inhelder y Piaget, 1985). El adolescente de secundaria debe alcanzar esta etapa de su desarrollo intelectual.

#### **1.1.1. El pensamiento formal y el aprendizaje de las ciencias**

Piaget (citado por Pozo y Gómez, 2001) plantea que el pensamiento formal se logra entre los doce y quince años de edad. En este nivel aparecen nuevas posibilidades operatorias, los razonamientos que se utilizan en la solución de problemas no se apoyan de modo directo en realidades percibidas, sino en el *planteamiento de hipótesis*, en las que los datos son extraídos, no de experiencias concretas, sino de enunciados hipotéticos referidos no necesariamente a objetos, sino a elementos verbales. La búsqueda de relaciones entre objetos y fenómenos no se limita a las propiedades sensibles de los mismos, sino a todas las propiedades posibles. Los modelos que se utilizan para explicar la realidad no tienen que ser planteados en términos necesariamente concretos sino que se pueden explicitar en términos teóricos abstractos (Gutiérrez, 1989). Este pensamiento formal el alumno debe alcanzarlo justo en su paso por la escuela secundaria y es indispensable para aprender la ciencia que se le intenta enseñar.

En una etapa anterior el individuo se encuentra en la etapa de las operaciones concretas donde ya es capaz de formar conceptos y conocimientos sobre algo que puede percibir con sus sentidos y es capaz de explicar con el lenguaje que domina, es decir, está centrado en su realidad inmediata (Pozo y Gómez, 2001 ).

De tal forma el período de las operaciones concretas está comprendido entre las edades de los 7 a 11 años.

Según Rufina Gutiérrez (1989), en el nivel de operaciones concretas las operaciones mentales del individuo alcanzan la reversibilidad completa y aparecen coordinadas entre sí en estructuras definidas. Los razonamientos implicados en este estadio para solucionar problemas dependen de experiencias concretas, sensibles y los planteamientos en formas verbales resultan difíciles de entender (ver tabla 1).

La búsqueda de relaciones entre objetos, grupos de objetos o fenómenos se limita a las propiedades sensibles de los mismos y se consideran sólo las variables simples...

En actividades experimentales, al intentar averiguar el efecto de un factor se introducirán cambio en otros varios a la vez, llegándose con facilidad a conclusiones erróneas...

Si se provee el modelo concreto oportuno, se pueden organizar los resultados de las experiencias de acuerdo con ellos. Tal aclaración se hace necesaria si se desea conocer la etapa intelectual en que el alumno de secundaria se encuentra realmente.

PENSAMIENTO CONCRETO	PENSAMIENTO FORMAL
Centrado en la realidad próxima del individuo	Se refiere a lo posible, no a lo real
Se basa en los objetos presentes	Su carácter es proposicional, pero basado en algún tipo de lenguaje (en este caso, específico para cada ciencia)
Es descriptivo y aplicado. No formula ni comprueba hipótesis.	Su naturaleza es hipotética deductiva, basada en abstracciones y en modelos.

Tabla 1. Características del pensamiento concreto ante el pensamiento formal, modificado de Pozo y Gómez (2001)

La forma en que el adolescente en cuestión aprende y construye sus conocimientos es a partir de su pensamiento concreto, apoyado por los recursos didácticos elaborados por el docente y mediados con su cátedra.

Como menciona Gutiérrez (1989) citando a Piaget, las variables fundamentales que condicionan el aprendizaje de los conceptos no son las que dependen de la estructura o del método de una disciplina (química, física, español, etc.) sino de las estructuras mentales de las que dispone el sujeto que aprende, las cuales son instrumentos de asimilación e interpretación del mundo exterior.

Todo lo anterior sugiere que un sujeto en la etapa de desarrollo de las operaciones concretas al que se le pide que solucione una situación planteada en términos formales, no puede comprender el problema, porque carece de las estructuras mentales que lo harían posible. En una situación dada se le podría hacer que memorizara un modelo para su solución pero no por ello se dice que aprendió Gutiérrez (1989).

### **1.1.2. El papel del docente de ciencias**

Básicamente el docente debe ser un guía y orientador del proceso de enseñanza y aprendizaje, según el nivel en que se desempeñe, para ello debe plantear a sus alumnos distintas situaciones problemáticas (p. ej. ¿cuál es la causa del sobrecalentamiento global?) que los pongan en conflictos y desequilibrio. En síntesis, según Albornoz (2005) interpretando a Piaget, las principales metas de la educación en general y de los docentes en particular son: en principio crear hombres que sean capaces de crear cosas nuevas, hombres creadores e inventores; la segunda meta es la de formar mentes que estén en condiciones de poder criticar, verificar y no aceptar todo lo que se les expone. En consecuencia es necesario formar alumnos activos, que aprendan pronto a investigar por sus propios medios, teniendo siempre presente que las adquisiciones y descubrimientos realizados por si mismos son mucho más enriquecedores y productivos.

De acuerdo con la aproximación psicogenética, el maestro es un promotor del desarrollo y de la autonomía de los educandos. Tiene que conocer con profundidad los problemas, procesos y características del aprendizaje de los alumnos y los rasgos definitorios de las etapas del desarrollo cognoscitivo general para intervenir de manera efectiva. Su papel fundamental consiste en promover un ambiente de reciprocidad, de respeto y autoconfianza para el educando, permitiéndole oportunidad para el aprendizaje autoestructurante, principalmente a través del planteamiento de problemas y conflictos cognoscitivos.

El maestro debe reducir su nivel de autoridad en la medida de lo posible, para que el alumno no se sienta supeditado a lo que él dice, cuando intente aprender o conocer algún contenido escolar y no se fomente en él la dependencia y la heteronomía moral e intelectual.

El profesor debe respetar los errores y estrategias de conocimiento propios de los niños y no exigir la emisión simple de la “respuesta correcta”. Debe también evitar el uso de la recompensa y el castigo “sanciones expiatorias”, y promover que los educandos construyan sus propios valores morales. Sólo se aplican en aquellas ocasiones, cuando sea necesario hacer uso más bien de lo que Piaget llamó sanciones por reciprocidad (aquellas que están directamente relacionadas con el acto que es nuestro interés sancionar), siempre en un contexto de respeto mutuo.

Desde una posición constructivista el docente maestro asume nuevos roles y considera cambios en su práctica educativa (en la enseñanza, en el material didáctico empleado, la interacción con los alumnos, etc.)

Cuando se habla de la enseñanza de las ciencias, por lo general se suele reconocer que no debe confundirse con el enunciado de recetas que faciliten obtener determinados resultados, hay que desarrollar a través de su enseñanza, las habilidades de observación, de experimentación y de análisis. De tal forma que el dominio de contenidos procedimentales sea más útil que la memorización de los contenidos conceptuales (Saint-Onge, 2000). Es aquí donde el profesor debe convertirse en un interventor del proceso enseñanza-aprendizaje y no en un transmisor de un conocimiento acumulado.

### 1.1.3. El aprendizaje

El cognoscitivismo concibe el aprendizaje como un cambio en las estructuras mentales del hombre, estructuras que corresponden a modelos creados a través de la experiencia individual y que tienen como base el conocimiento previo del individuo. Cada concepto se encuentra ligado a una serie de atributos que lo distinguen y que están previamente definidos en las estructuras cognitivas. Todas esas características en su conjunto, así como acciones relacionadas con éstos pueden ser evocadas por el concepto que define cierto objeto. Cada grupo de conceptos se construye como resultado de la experiencia del individuo a través de su interacción con el medio natural y social. De esta forma, las estructuras mentales van cambiando y haciéndose más complejas a través de las experiencias de aprendizaje. Cuando este proceso de cambio es producido por la experiencia, y es más o menos permanente, entonces se define como aprendizaje (Herrera, 2003). El constructivismo como enfoque dentro del cognoscitivismo, tiene en Jean Piaget un fuerte fundamento de la teoría del aprendizaje.

De acuerdo con la postura psicogenética de Piaget, existen dos tipos de aprendizaje, uno en sentido amplio (desarrollo) y otro, el aprendizaje en sentido estricto (aprendizaje de datos y de informaciones puntuales; aprendizaje propiamente dicho). El primero predetermina lo que podrá ser aprendido (la lectura de la experiencia viene en gran parte determinada por los esquemas y estructuras que el sujeto posee) y el segundo puede contribuir a lograr avances en el primero, pero sólo como elemento necesario más no suficiente (Guzmán y Hernández, 1993).

Piaget desarrolla toda su teoría teniendo como objeto de estudio la inteligencia humana y su función adaptativa. Considera que la inteligencia se manifiesta a través de la constante adaptación de los esquemas mentales del individuo a su ambiente. Dicha adaptación conduce al desarrollo cognitivo y al aprendizaje.

Piaget considera que el aprendizaje es resultado de un proceso denominado equilibración, que a su vez conlleva otros dos procesos complementarios entre sí: los procesos de asimilación y acomodación.

Aprendizaje es en definitiva un proceso continuo de equilibración (asimilación, acomodación y adaptación) que se produce entre el sujeto que conoce y el objeto por conocer. La asimilación tiene lugar cuando las personas utilizan sus esquemas existentes para dar sentido a los eventos de su mundo, implica tratar de comprender algo nuevo arreglándolo a lo que ya se sabe; a veces es preciso que se distorsione la nueva información para hacer que se arregle (Woolfolk, 1996); por ejemplo los niños piensan en la sal de roca como “pura” y en la extraída del mineral como “impura” porque ha pasado por un proceso químico (Kind, 2004), luego cuando logran comprender que la realidad -en este caso- es de forma contraria, intentan adaptar la nueva experiencia un esquema existente para diferenciar las sustancias. La acomodación sucede cuando el individuo debe cambiar esquemas para responder a una situación nueva, si no se logra que la nueva información se ajuste a ningún esquema existente, entonces debe desarrollar estructuras más apropiadas, ajustando el pensamiento para adaptarlo a la información nueva, en lugar de adaptar la información al pensamiento. El equilibrio es la compensación debida a las actividades del sujeto como respuesta a las perturbaciones externas (Piaget, 1985), de esta manera se alcanza el equilibrio cuando se logra conocer algo.

Pero más aún, en el aprendizaje además del sujeto que aprende y del objeto a conocer, intervienen otras variables como el método de aproximación del sujeto al objeto, encuentros previos que el sujeto ha tenido con el objeto, el contexto cultural y social (Gutiérrez, 1989).

No obstante, debe tenerse en cuenta que el aprendizaje en sentido amplio no aparecerá si antes no ocurre el aprendizaje en sentido estricto, y la interrelación entre ambos tipos se da a través de la experiencia mediada por el docente.

De lo dicho anteriormente se concluye que el aprendizaje no es una manifestación espontánea de conocimientos aislados; sino que es una actividad indivisible conformada por los procesos de asimilación y acomodación, el equilibrio resultante le permite al individuo adaptarse activamente a la realidad, que es en última instancia el propósito y beneficio principal de aprender (Guzmán y Hernández, 1993).

#### 1.1.4. El alumno

Para formar individuos activos debemos permitirles ejercitarse en la invención y el descubrimiento del conocimiento. Es decir, dejarlos que formulen sus propias hipótesis y explicaciones sobre los fenómenos naturales, aunque sepamos que son erróneas, no hay que proporcionarles “la respuesta correcta” si no plantear la enseñanza para que ellos mismos al darse cuenta de ello corrijan su razonamiento; de no hacerlo así, los someteríamos a criterios de autoridad y heterónomos y con ello les impedimos pensar por sí mismos.

Por eso los piagetianos enfatizan que el alumno debe actuar (física y mentalmente) en todo momento en el aula escolar o en cualquier lugar dentro del centro educativo. De manera particular, se considera que el tipo de actividades a promover en los alumnos son aquellas del tipo autoiniciadas (que emergen libremente del alumno), las cuales se supone que en la mayoría de las ocasiones pueden resultar de naturaleza autoestructurante (productoras de consecuencias estructuradoras en su esquema o estructura a corto o largo plazo)

De igual modo, se considera al alumno como un constructor activo de su propio conocimiento. Por lo cual debe ser alentado a conocer los fenómenos que le rodean y que se consideran valiosos para ser aprendidos.

Asimismo, se debe ayudar al alumno a adquirir confianza en sus propias ideas, a tomar sus decisiones y a aceptar los errores como constructivos. En este sentido es vital reconocer el derecho del educando a equivocarse, porque los errores son necesarios para la construcción intelectual; sin ellos no podría distinguir la forma en que “no debe hacer” algo. El estudiante debe aprender a superar sus equivocaciones, si evitamos los errores le impedimos aprender. Igualmente, el hecho de que el educando se dé cuenta de que existen varias soluciones para resolver un problema, agiliza su pensamiento y evita rigidez mental la cual conlleva a suponer que el conocimiento es único e inmutable, es decir ya está terminado.

Los beneficios de la construcción de los conocimientos múltiples son:

- se logra un aprendizaje verdaderamente significativo, ya que éste es construido directamente por los alumnos.
- existe una alta posibilidad de que el aprendizaje logrado, pueda ser transpuesto o generalizado a otras situaciones novedosas, cosa que no ocurre con los conocimientos que simplemente han sido mecanizados.
- hace sentir a los alumnos como capaces de producir conocimientos valiosos lo cual redundará en una mejora sustancial de su autoestima y autoconcepto.

#### **1.1.4.1. La apatía del alumno ante la ciencia**

Que un profesor no domine su contenido, que no estructure una planeación didáctica de su clase, que no prepare material didáctico para sus alumnos, que no se preocupe por lo que sus estudiantes deben aprender y que improvise cada vez que va al salón de clases, es un fenómeno más y más común que debería preocuparnos. Nos damos cuenta de ello, pero poco podemos hacer ante la apatía que dichos docentes han desarrollado en sus años de servicio; aún más preocupante es como dice Piatti (2006) el docente de escasa experiencia o el de tanta experiencia que ya es presa de la rutina de su tarea cree que es suficiente con “instruir” a los alumnos sobre las capas de la atmósfera y de los peligros que entrañan de las emisiones de dióxido de carbono.

Los educadores en ciencias nos hemos dejado fascinar por las corrientes didácticas, modificando nuestro discurso en sintonía con ellas, pero manteniendo un duro conservadurismo en las prácticas áulicas (Piatti 2006).

En el caso de la enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria no debería enseñarse un cúmulo de conocimientos -leyes, fórmulas, conceptos y procedimientos-, para que el estudiante los memorice, tan sólo para pasar un examen, sólo por un breve lapso; sin embargo, ocurre. Esa es una de las razones por las que las ciencias no son bien recibidas por los alumnos.

Para Córdova (2002), otra razón más para que la apatía de los estudiantes crezca, es que los conocimientos que usualmente “enseñan” los docentes de ciencias no tienen aplicación alguna con la realidad del educando; son una colección de fórmulas aburridas y faltas de sentido con esa realidad que ellos viven.

Pero eso no es todo; hay que recordar que la Secundaria es *formativa* y la enseñanza que en ella se imparte en la mayoría de los casos se ha limitado a ser meramente informativa, la vinculación práctica, cotidiana y significativa de esa información, no existe con la vida diaria y común del alumno. Por ejemplo: se le dice al educando que la contaminación del aire se debe principalmente a la concentración de bióxido de carbono y para contribuir a que no aumente, no deben quemar llantas ni basura, sin embargo, el alumno no le ve ninguna aplicación.

Se habla de “enseñar” cuando en realidad se obliga al aprendiz a mecanizar y acumular conocimientos que en cierto tiempo olvidará. En el caso de las ciencias por lo general el estudiante debe memorizar la víspera del examen un conjunto de leyes, ecuaciones y definiciones, conocimientos condenados al olvido por su intrascendencia en el alumno.

Sólo habiendo interés y entusiasmo, sólo sintiendo la necesidad del conocimiento, podrán desarrollarse actitudes positivas hacia éste. No tiene ningún efecto positivo dar una colección de fórmulas tediosas, argumentos y teorías aburridas, faltas de sentido entre sí y con la realidad de los estudiantes. Parafraseando a Córdova (2002), es inútil esperar que los estudiantes cambien sus actitudes ante el aprendizaje si los maestros no cambiamos nuestra actitud ante la enseñanza. Si no se empieza a descubrir la ciencia como algo que tiene que ver cotidianamente con la vida de todos.

#### **1.1.4.2. Las ideas previas de los alumnos**

Los alumnos al llegar a la escuela traen consigo explicaciones que han ido generando y apropiándose para sí mismos durante el transcurso de su vida, y que de alguna forma les sirven para interpretar su entorno en que viven.

Con denominaciones como: esquemas alternativos, errores conceptuales, conocimiento del sentido común (Talanquer, 2005), es precisamente este conjunto de interpretaciones y explicaciones a los que se denomina ideas previas (Hierrezuelo y Montero, 2002) del educando... contra éstas es con las que el profesor tiene que enfrentarse antes de iniciar la enseñanza de un concepto, y a partir de ellas, construir las representaciones didácticas de dicho concepto o diseñar experiencias educativas que promuevan la construcción del conocimiento en el alumno.

Un docente de ciencias (y todo docente) tiene que conocer las ideas previas de sus alumnos, ya que son pieza fundamental para generar el conocimiento del contenido de estudio, es decir, del tema en cuestión. A partir de la identificación de las ideas previas del educando el docente puede adecuar las estrategias de enseñanza, los ejemplos, los modelos, las actividades, incluso las analogías o metáforas a utilizar para fortalecer el proceso de enseñanza y construcción del conocimiento.

Ciertamente, lo ordinario y lo trivial tienen la importancia que les da su ambigüedad y omnipresencia; pero es ese conocimiento adquirido a lo largo de la vida del alumno y generado para sí mismo antes de su llegada a la escuela lo que le incrementa su apatía y opaca la curiosidad del alumno para aprender la ciencia escolar que el profesor intenta enseñar, ya que como dice Talanquer (2005) un profesor que desconoce las posibles concepciones alternativas de sus alumnos puede fácilmente utilizar un lenguaje o presentar ejemplos que las refuercen; y ésto es precisamente lo que un profesor no busca conseguir en sus alumnos.

*Ideas previas de los alumnos respecto a las reacciones químicas:*

Algunas de las ideas previas que tienen los alumnos respecto de las sustancias y sus cambios son las siguientes:

Los estudiantes experimentan dificultades para reconocer cuándo ocurre una reacción química. Muchos no distinguen de manera consistente entre un cambio químico y un cambio físico (Kind, 2004), así un cambio de estado de la materia es confundido con un fenómeno químico.

Algunas ideas más según Hierrezuelo y Montero (2002) son:

⊕ La combustión del alcohol la comparan con la evaporación del agua, y la deshidratación del sulfuro de cobre lo vinculan a un proceso de combustión en el que las “cenizas” son el sulfato de cobre y el cambio de color lo interpretan como un simple blanqueo

⊕ La madera se transforma en cenizas... con la vela se puede ver como se funde y sigue siendo del mismo color, mientras que la ceniza es gris o negra.

⊕ En la combustión: el aire no participa activamente, se produce una sustancia llamada calor y las partículas de la sustancia que arde se pueden destruir en la llama.

⊕ Los alumnos creen que toda la sustancia (reactivos) que se pone en una reacción, reacciona efectivamente... lo que dificulta comprender que la reacción entre dos sustancias se hace en una proporción constante.

⊕ Los educandos creen que la oxidación del magnesio es una combustión, diciendo que los gases desprendidos con  $\text{CO}_2$ , a pesar que se les informa que la sustancia expuesta al fuego es magnesio puro.

Otras más mencionadas por Kind (2004) son:

⊕ Los alumnos atribuyen propiedades macroscópicas de las sustancias a las partículas de éstas, por ejemplo, una molécula de sulfato de cobre es azul, un átomo de cobre conduce la corriente eléctrica, uno de oro es sólido y brillante, etc.

⊕ Consideran presentaciones distintas del mismo elemento químico como si se tratara de elementos diferentes; por ejemplo, grafito, carbón y diamante los consideran elementos diferentes por tener una apariencia diferente cuando en realidad se trata del mismo elemento con un arreglo de partículas especial en cada caso.

## 1.2. La computadora en la enseñanza

### 1.2.1. De lo convencional a lo innovador

Lo convencional (a veces denominado tradicional) se asocia con un conjunto de concepciones, métodos y técnicas didácticas, formas organizativas y disciplinarias, que no sólo provienen del pasado, sino que también son consideradas obsoletas, inadecuadas a las circunstancias actuales, anacrónicas por razones tecnológicas y/o superadas por recientes y mejores, aún cuando de manera generalizada continúen utilizándose. Además este tipo de enseñanza, para Trilla (citado por Libedinsky, 2001), es memorística, centrada en el maestro, verbalista, enciclopedista, disciplinaria, selectiva, rutinaria, pasiva, transmisiva, uniformizadora, acrítica, alejada de la realidad y de la vida del alumno; éstos son algunos de los muchos adjetivos que la caracterizan. A lo anterior cabe señalar que no todo es negativo.

Innovación es un término que se utiliza frecuentemente para referirse o dar la sensación de novedad, de dinamismo, o de rupturas. Está formado de tres componentes: *in - nova - ción*, el prefijo *in* tiene el valor de ingreso o integración y no el de negación; *nova* se refiere a renovar, hacer de nuevo, también es novedad, cualidad de lo nuevo; y, el sufijo *ción* implica actividad, proceso, resultado o efecto, también realidad interiorizada o consumada (Libedinsky, 2001)

Entonces, se hace necesario aclarar ¿qué es un profesor innovador? Para Libedinsky (2001), innovador es el docente que disfruta dentro del aula enseñando y logra que algunos de sus alumnos se contagien de esa pasión por renovar el conocimiento, es un individuo capaz de dedicar mucho tiempo en olvidarse de las modas pedagógicas y dejarse guiar por su sentido común pedagógico sobre como lograr que el aprendizaje genuino efectivamente ocurra... que hace de la innovación una forma de enseñanza cotidiana, que estudia y necesita nutrirse de la historia de la educación reciente y remota para saber lo que otros ya han pensado y han hecho en las aulas.

### 1.2.2. Propuestas pedagógicas innovadoras

La innovación en la enseñanza no debe entenderse como la aplicación del último software que existe en el mercado sobre un tema o una asignatura... ni mucho menos como el empleo de la computadora o medios interactivos, sin embargo sí tiene que ver con estos acontecimientos. De igual forma y de acuerdo con Yábar (2003), no se debe entender por innovación pedagógica la implementación de la computadora en el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que por sí misma esta tecnología no garantiza un incremento en la calidad de la enseñanza.

Las tecnologías que se implementan en el campo educativo no son consideradas como innovaciones, sino como medios a las cuales se las denomina "nuevas tecnologías". Estas tecnologías según Libedinsky, han posibilitado que consistentes propuestas de innovación encontraran en cada nuevo medio un aliado fecundo para provocarla o acompañarla, ya que el medio por sí mismo no es el que revoluciona el escenario educativo. Esto es casi evidente si decimos que no habrá innovación pedagógica en un futuro si no hay asociada a ésta ningún recurso didáctico.

Para Yábar (2003) una propuesta pedagógica es toda orientación que, dada en el momento oportuno, permite al alumno continuar progresando en su proceso de aprendizaje y que utiliza todos los medios disponibles para favorecer y orientar este proceso... y una propuesta innovadora es aquella que aborda una problemática actual con métodos, estrategias y actividades que cambian en lo posible de las que ya existen para mejorar o resolver el problema en cuestión. De esta forma surge una necesidad por buscar alternativas de solución que integren nuevas modalidades en cuanto a las estrategias, actividades, recursos didácticos y formas de articular los conocimientos que el alumno debe aprender, debe construir.

Además un factor a considerar de acuerdo con Libedinsky es que, la innovación educativa solo será posible si los docentes son capaces de adoptar compromisos, actitudes y propuestas investigadoras en sus clases y en sus instituciones, pues todo proyecto innovador en educación ha de ser paralelo al desarrollo docente y al de investigación desde la práctica.

### 1.2.3. Materiales didácticos multimedia para la enseñanza

En la búsqueda de estrategias creativas de enseñanza que permitan que el alumno comprenda la importancia de aprender, es fundamental introducir en la escuela metodologías que aumenten la participación, la motivación y que incorporen asuntos de la vida cotidiana del estudiante (Fejes et. al. 2006). En esta ilimitada búsqueda aparecen inmersos el uso de la computadora e Internet.

Existen aún materiales multimedia con un enfoque tutorial y enciclopédico, sin embargo es un campo joven todavía y que los docentes con herramientas nuevas de diseño y programación irán acrecentando con el paso del tiempo y la experiencia. En el mercado educacional hay una variedad de enciclopedias en disco compacto (p. ej. Enciclopedia de las ciencias, Atlas del cuerpo humano, etc.) donde el usuario sólo puede explorar el contenido de la enciclopedia, y que es de consulta como un libro.

También existen aquellos “softwares interactivos” (p. ej. Cuerpo humano 3D, Volcanes de México) que intentan ser un apoyo para el docente y el educando con información importante de los temas que abordan, pero que están encaminados a ser de carácter informativo antes que formativo; sin embargo, el cambio en el marco metodológico en que se basan está permitiendo avanzar cada vez más hacia la aparición de los materiales multimedia interactivos propiamente dichos, como el Proyecto Universitario de Enseñanza de las Matemáticas Asistido por Computadora (PUEMAC) del Instituto de Matemáticas de la UNAM para apoyo de la enseñanza de las matemáticas, y algunos sitios web dedicados especialmente a cuestiones científicas básicas como <http://www.ciencianet.com>, <http://www.labvirt.futuro.usp.br>, <http://www.ciberhabitat.gob.mx>, <http://www.experimentar.gov.ar> para experimentación e investigación para niños y adolescentes, con procedimientos y guías sencillas para que ellos elaboren sus propias explicaciones de los fenómenos ó <http://www.chem.arizona.edu/chemt/ido.html> que permite emulación del comportamiento de partículas y de modelos atómicos.

Es en esta situación donde el uso de la computadora adquiere relevancia ya que permite que el alumno sea un actor activo en su aprendizaje, que aprenda resolviendo problemas de su vida cotidiana (Fejes et. al. 2006).

#### **1.2.4. Principales funciones de la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje**

Del uso de la computadora en el complejo proceso enseñanza-aprendizaje, se pueden distinguir dos funciones principales según Herrera (2003):

1. El uso de la computadora en la provisión de estímulos sensoriales. En el proceso de aprendizaje las nuevas tecnologías y en particular la computadora ofrecen estímulos de entrada los cuales son decodificados por el aprendiz. Lo anterior puede explicarse apoyado en el modelo del Procesamiento Humano de la Información desarrollado por Newell y Simon en 1972. El modelo se basa en la analogía mente-computadora, donde ambos sistemas reciben, procesan, almacenan y recuperan información, además propone la existencia de un sistema de almacenamiento de información conformado por una memoria a largo plazo, una memoria a corto plazo y una memoria de sensorial. De esta forma la mente humana recibe información, la procesa, la almacena y genera respuesta.

El proceso se inicia a través del registro sensorial de los estímulos provenientes del medio ambiente, luego esta información es seleccionada y filtrada a través de mecanismos de atención y percepción del individuo. Puesto que esta información es frágil se pierde con facilidad, se debe mantener activada a fin de retenerla. La activación es alta en tanto que el individuo se concentre en la información, pero la activación disminuye o desaparece con rapidez cuando se retira la atención. La información que se retiene para ser recordada posteriormente, se conecta con los conocimientos previamente existentes y se codifica en la memoria a largo plazo, que es un almacenamiento aparentemente permanente (Woolfolk, 1996).

Siguiendo este modelo, la computadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje puede ubicarse en la parte de estímulos del medio ambiente. Cuando la computadora es utilizada como medio de interacción y comunicación en actividades de aprendizaje, su función es, en esencia, la provisión de estímulos sensoriales. Las posibilidades de la computadora para estimular los sentidos, son cada vez mayores (sonidos, imágenes, animaciones, interacciones, emulaciones) por lo que su potencialidad en tareas educativas es prometedora.

2. El uso de la computadora como interfaz en la provisión de estímulos sensoriales. Una interfaz es un objeto o recurso material o no material que media entre dos entidades que interactúan y que puede ser el usuario y el escenario sobre el que actúa. Mercovich citado por Herrera (2003) señala que cuando uno usa una herramienta, o accede e interactúa con un sistema, suele haber “algo” entre uno mismo y el objeto de la interacción. Ese “algo”, que es a la vez un límite y un espacio común entre ambas partes, es la interfaz.

En este sentido, en un ambiente virtual de aprendizaje, la interfaz actúa directamente en el ámbito sensorial dando forma y dirección a una de las funciones básicas de la computadora en el aprendizaje: la provisión de estímulos sensoriales.

En términos generales la computadora puede ser utilizada en la generación de estímulos de diversa índole, principalmente: *estímulos visuales*, utilizados fundamentalmente para transmitir información a través de texto utilizando códigos verbales a través del lenguaje escrito e imágenes (también llamadas gráficos) códigos no verbales a través del manejo de los atributos visuales como el color, la textura, forma, dimensión, etc. esto toma relevancia en esta propuesta ya que como señala Kind (2004) las imágenes ayudan a los estudiantes a adquirir en las clases de ciencia, la visión de materia aceptada científicamente, lo cual sugiere que los diagramas y gráficos son útiles; *estímulos auditivos*, a través de sonidos diversos y voz humana; *estímulos táctiles*, a través de la piel mediante el uso de sensores.

Uno de los aspectos importantes a destacar de la computadora como proveedora de estímulos sensoriales, es que la información recibida debe ser debidamente codificada, seleccionada e intencionada por el profesor, para poder ser utilizada con fines educativos. En este sentido se debe tener presente que la percepción visual y auditiva están vinculadas a la comunicación verbal, que constituye un lenguaje altamente estructurado. Por otro lado, todos los sentidos en su conjunto pueden servir para comunicar emociones y crear condiciones ambientales favorables o desfavorables para el aprendizaje.

La previsión de estímulos sensoriales tiene al menos dos dimensiones: su capacidad atencional que se refiere a la potencialidad de la interfaz para centrar la atención del aprendiz en los estímulos relevantes y que puede manifestarse a través de dos formas: enfatizando los aspectos relevantes de la información o, inhibiendo los ruidos e interferencias del entorno. Y su capacidad motivadora que se refiere al uso de recursos que pueden utilizarse para motivar al aprendiz en su tarea.

#### 1.2.5. La computadora, estrategias y técnicas didácticas

Una estrategia didáctica es una línea de acción que orienta y coordina un conjunto de actividades hacia una meta de aprendizaje claramente establecida; se pone de manifiesto a través de técnicas y procedimientos que pueden variar de un caso a otro, pero que tienen la misma finalidad: lograr una meta perfectamente establecida a través de una estrategia didáctica. Así, una estrategia puede valerse de muchas técnicas aplicadas de manera individual o combinada. En cambio las técnicas didácticas son procedimientos organizados para la consecución de objetivos de aprendizaje y establecen una secuencia de acciones puntuales para obtener de manera eficaz metas educativas; establecen también actividades de aprendizaje, pero que corresponde a una meta más específica, con un alcance corto (Herrera, 2003). Las técnicas y estrategias didácticas tienen como objetivo facilitar la adquisición de conocimientos, el desarrollo de habilidades y la generación o fortalecimiento de actitudes y valores.

De acuerdo a las funciones cognitivas de la computadora en el aprendizaje, es posible establecer cuatro estrategias didácticas que permitirán desarrollar ambientes virtuales más propicios para el aprendizaje constructivo.

1. Propiciar el desequilibrio cognitivo. La falta de congruencia entre las estructuras mentales del individuo y una realidad observada que no puede explicarse. Aunque se presente información novedosa o abundante, no será suficiente para producir el aprendizaje. La propuesta en cuestión tiene el propósito de enfrentar las ideas previas de los alumnos con un contenido que las contradice científicamente.

El desequilibrio cognitivo genera una “necesidad” de aprendizaje, una búsqueda para satisfacer dicha necesidad. Cuando este desequilibrio es inducido desde afuera, de manera intencionada como en esta propuesta pedagógica, se convierte en una estrategia didáctica.

2. Propiciar la interacción de alto nivel cognitivo. Se refiere a un intercambio de opiniones que muestren un alto contenido de ideas sustentadas en lo que se sabe, se cree o se piensa. Cuando esta interacción es propiciada y coordinada, se convierte en una estrategia didáctica.

3. Promover el desarrollo de habilidades del pensamiento. La didáctica actual señala la importancia de propiciar pensamiento crítico, así como las habilidades para aprender. El análisis, la síntesis, el razonamiento analógico, la observación sistemática, el uso del pensamiento crítico (diferentes posturas con respecto a un tema específico), el pensamiento divergente (diferentes soluciones a un mismo problema), son habilidades del pensamiento que deben propiciarse. Una orientación didáctica de procesos más que de contenidos, permite un mejor desarrollo de habilidades para pensar. Lo importante de esta estrategia es que no requiere contenidos específicos, en cualquier asignatura puede utilizarse.

4. Administrar los recursos atencionales y motivacionales. Puesto que la atención del alumno es un recurso muy limitado, la información debe ser dosificada para que la variación de estímulos o canales perceptivos (sentidos) puedan ayudar a administrar la atención. La motivación, al igual que la atención no es un recurso permanente existente en el alumno, por lo que debe haber una buena administración de éstos recursos. Si se elige la variación de un estímulo (por ejemplo cuestionarios) como única técnica de motivación y se repite constantemente, la técnica pierde sentido y puede convertirse en distractor, por esa razón la propuesta intenta variar y combinar las actividades en un momento juegos, en otro cuestionarios, en otro experimentos, en otro emulaciones, en otro ejercicios, en otro retos de pensamiento, etc., unas veces en la computadora otras en el laboratorio. Llevando siempre una “comunicación” entre en educando y las actividades en la computadora y con el profesor.

### 1.3. El balanceo de ecuaciones químicas y sus métodos

#### 1.3.1. Reacciones químicas

Al fenómeno en el que una o más sustancias -los reactivos- se transforman en otras sustancias diferentes -los productos- se denomina reacción química. Éstas se clasifican según los siguientes criterios:

⊕ Debido a que la energía de los productos es distinta a la energía de los reactivos, en las reacciones químicas se producen ciertas transferencias de energía:

⇒ Exotérmicas, cuando la energía de los reactivos es mayor que la de los productos, esto quiere decir que durante el transcurso de la reacción se produce un desprendimiento de energía, ya sea en forma de luz, calor, sonido, (p. ej. combustión de butano, dinamita);

⇒ Endotérmicas, cuando la energía de los reactivos es menor a la de los productos, entonces se produce una absorción de energía (aportada) durante el proceso de la reacción química, por suministro de calor, suministro de energía eléctrica, aporte de luz (fotosíntesis).

⊕ Debido a los elementos combinados en la reacción se clasifican en:

⇒ Síntesis o combinación cuando dos o más sustancias simples (oxígeno, hidrógeno, hierro) reaccionan para dar lugar a una más compleja (agua, óxido férrico),

⇒ Descomposición cuando una sustancia se descompone para dar lugar a dos o más sustancias simples (electrólisis del agua, el carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  se descompone por medio de calentamiento para producir óxido de calcio  $\text{CaO}$  y dióxido de carbono  $\text{CO}_2$ );

⇒ Desplazamiento o sustitución cuando al combinarse dos o más sustancias, éstas se reagrupan formando sustancias nuevas (en el yoduro de sodio  $\text{NaI}$  el bromo líquido  $\text{Br}_2$ , desplaza al yodo para producir bromuro de sodio  $\text{NaBr}$  dejando al yodo libre  $\text{I}_2$ ),

⇒ Intercambio o doble sustitución, cuando al reaccionar dos compuestos intercambian elementos y se producen dos nuevos compuestos (hidróxido de sodio  $\text{NaOH}$  + ácido clorhídrico  $\text{HCl}$  → cloruro de sodio  $\text{NaCl}$  + agua  $\text{H}_2\text{O}$ ).

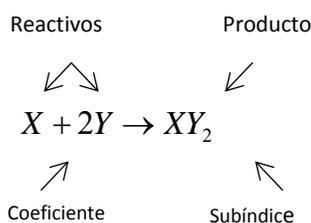
⊕ Las reacciones de combustión son todas aquellas en las que un combustible (madera, gasolina, parafina, metano, etanol, etc.) se quema al reaccionar con el oxígeno, liberando energía en forma de luz, calor y sonido, para formar óxidos de carbono ( $\text{CO}$  y  $\text{CO}_2$ ) y agua en forma de vapor. Cuando dicho combustible reacciona completamente con el oxígeno y produce bióxido de carbono, se denomina combustión completa y la flama es azul-verdosa; cuando no hay suficiente oxígeno para reaccionar se produce además monóxido de carbono y la flama es amarillenta. Las reacciones de combustión incluyen algunos ejemplos de síntesis como la del Hidrógeno, y de descomposición como la de los demás combustibles.

### 1.3.2. Escritura de ecuaciones químicas

Como el tema del balanceo abordado en la presente propuesta está enfocado principalmente a las reacciones químicas cotidianas (p. ej. quemar gas en la cocina, oxidación de metales, oxidación de alimentos) es pertinente que el alumno logre construir su propio concepto de reacción y de ecuación química. Una ecuación química es la escritura, un enunciado, de los símbolos y fórmulas que expresan las identidades y cantidades de las sustancias que intervienen en un cambio químico (Silberberg, 2002) y que muestran la relación equilibrada en que dichas sustancias reaccionan para formar nuevas sustancias. Dicho de otra forma, las ecuaciones son las “oraciones” que describen un fenómeno químico, las fórmulas químicas son las “palabras” y los símbolos atómicos con las “letras”.

La ecuación presenta a la izquierda de la flecha a las sustancias originales también llamadas reactivos o reactantes representados por sus símbolos químicos y fórmulas, y a la derecha, los símbolos o fórmulas de los productos que se forman, flecha que significa “produce”.

Por ejemplo: Para indicar la reacción de un elemento A con un elemento B sabiendo que lo hacen en una proporción atómica de  $\frac{1}{2}$  se escribe una ecuación que representa simbólicamente el fenómeno ocurrido,



la fórmula  $XY_2$  indica que se trata de un elemento que tiene asociados dos elementos en una proporción atómica de 1 a 2, indicado con los subíndices. Los coeficientes anteceden a los símbolos o a las fórmulas y los subíndices enseguida de los símbolos de cada elemento. Tanto coeficientes como subíndices cuando valen 1 no se escriben.

Para saber qué tipo de fórmula representa al compuesto formado se debe tener información adicional de éste. Si se indica que es un compuesto iónico entonces la fórmula es  $XY_2$  lo que corresponde a su fórmula empírica, en el que hay dos átomos de Y por cada átomo de X.

Si se indica que es un compuesto molecular entonces  $XY_2$  es su fórmula molecular.

Cuando se hacen reaccionar los elementos X y Y, se ponen en contacto en condiciones experimentales adecuadas un número inmenso de átomos de cada elemento.

La ecuación no indica el número real de átomos participantes sino la proporción mínima en la que reaccionan, para hablar del número de átomos y moléculas que reaccionan realmente hay que introducir el *número de entidades elementales N*.

Si por ejemplo se reacciona un porción de sustancia X con una porción de sustancia Y (con el doble de átomos de X) para producir una porción de sustancia XY<sub>2</sub> esto mismo expresado en términos de número de entidades elementales podría ser expresado de la siguiente manera: 1X10<sup>15</sup> átomos de X reaccionan con 2X10<sup>15</sup> átomos de Y, formándose así 1X10<sup>15</sup> fórmulas de XY<sub>2</sub>. Por tanto simbólicamente se puede plantear la siguiente ecuación química como proporción mínima de la reacción:



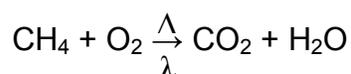
De ambos lados de la ecuación debe haber la misma cantidad de átomos de cada elemento, es decir debe estar balanceada, equilibrada, ya que una ecuación es una igualdad.

A la forma de hacer el balanceo de una reacción química para su correcta escritura es a lo que se denomina método de balanceo. Una vez que la ecuación de la reacción ha sido determinada por algún tipo de balanceo, se debe poner junto al subíndice de cada símbolo o fórmula de las sustancias involucradas, su estado de agregación en dicha reacción.

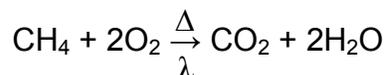
Para que el alumno se apropie de este conocimiento, la propuesta presenta una actividad previa al balanceo por tanteo, en la que puede observar la escritura y “anatomía” de una ecuación (fig. 10, pág. 60).

*Ejemplo.* Una de las reacciones de combustión más simples que el alumno puede comprender es la del gas natural (metano, CH<sub>4</sub>) que reacciona con el oxígeno dinuclear (O<sub>2</sub> en gas) para producir dióxido de carbono (CO<sub>2</sub> en gas) y agua (H<sub>2</sub>O, en vapor).

La reacción se escribe de la siguiente manera:



donde el símbolo  $\Delta$  indica desprendimiento de calor y el símbolo  $\lambda$  indica desprendimiento de luz; la ecuación balanceada de la combustión completa del metano, queda representada de la siguiente manera:



Quemar gas natural en la cocina puede representarse con el modelo espacial como en la siguiente figura:

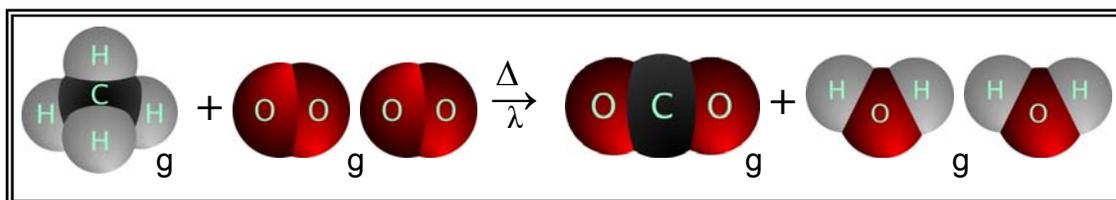


Fig. 1. Representación gráfica en el modelo espacial de la combustión del metano.

Es decir, se requiere de un par de moléculas de oxígeno dinuclear por una de metano para producir una de dióxido de carbono y dos de agua. (Ver animación en el ejercicio de balanceo al tanteo de la combustión del metano en el software, actividad Ejercicios de tanteo, fig.12, descrita en la página 62).

### 1.3.3. Leyes ponderales

*Ley de la conservación de la masa (o de la materia).* Un científico francés, miembro de la nobleza, llamado Antoine Lavoisier descubrió esta importante ley de la química a fines del siglo XVI. En un libro de texto de química publicado en 1789, Lavoisier planteaba la ley de esta elocuente manera “Podemos asentar como axioma incontrovertible que, en todas las operaciones del arte y la naturaleza, nada se crea; existe una cantidad igual de materia tanto antes como después del experimento.” (Brown, Lemay y Bursten, 2004). Ejemplo, 2 gramos de Hidrógeno reaccionan con 16 gramos de Oxígeno para formar 18 gramos de Agua.

*Ley de las proporciones definidas (o fijas).* Joseph Louis Proust (1754-1826) sostenía que la composición porcentual de un compuesto químico era siempre la misma, independientemente de su origen, apoyado en un experimento realizado en 1799, demostrando que la composición del carbonato cúprico era siempre la misma,

cualquiera que fuese su método de obtención en la naturaleza o en el laboratorio: 5 partes de cobre, 4 de oxígeno y 1 de carbono. A esta ley se le conoce como Ley de las proporciones definidas y establece que: los elementos se combinan para formar compuestos, y siempre lo hacen en proporciones fijas y definidas.

Por ejemplo, la constitución, del cloruro sódico (NaCl) indica que para formar 5 g de éste, se necesitan 3 g de cloro y 2 g de sodio, por lo que la proporción entre las masas de ambos elementos es:

$$\frac{3gCl}{2gNa} = 1.5$$

sin embargo, si hacemos reaccionar ahora 10 g de cloro con otros 10 g de sodio, no obtendremos 20 g de cloruro de sodio, sino una cantidad menor, debido a que la relación de combinación entre ambas masas siempre es 1.5 por lo que:

$$\frac{3 \text{ g de Cl}}{10 \text{ g de Cl}} = \frac{2 \text{ g de Na}}{X \text{ g de Na}} = 6.6 \text{ g de Na que reaccionan.}$$

Si ahora quisiéramos hallar la proporción entre los átomos que se combinan de cloro y sodio para formar cloruro de sodio, deberíamos dividir la cantidad de cada elemento entre su masa atómica, de forma que si reaccionan 6 g de Cl con 4 g de Na, como 35.5 g/mol y 23 g/mol son las masas atómicas del cloro y sodio, respectivamente, entonces:

$$\frac{6g}{35.5g} = 0.17mol \text{ de Cl y } \frac{4g}{23g} = 0.17mol \text{ de Na}$$

*mol* *mol*

lo que indica que por cada 0,17 moles de cloro reaccionan otros 0.17 moles de sodio para formar esta sal, o cualquier múltiplo o submúltiplo de esa reacción. Por tanto, 1 átomo de cloro también se combina con 1 átomo de sodio para formar cloruro de sodio, luego la fórmula de éste compuesto es NaCl y la proporción entre sus átomos es 1:1.

Las investigaciones posteriores que los químicos realizaron para determinar en qué proporciones se unen los elementos químicos proporcionaron aparentes contradicciones con la ley de Proust, pues en ocasiones los elementos químicos se combinan en más de una proporción.

Así, por ejemplo, 1 g de nitrógeno se puede combinar con tres proporciones distintas de oxígeno para proporcionar tres óxidos de nitrógeno diferentes (tabla 2):

Compuesto	Masa de N (g)	Masa de O (g)
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1	2.28
Monóxido de nitrógeno (NO)	1	1.14
Óxido de nitrógeno (N <sub>2</sub> O)	1	0.57

Tabla 2. Diferentes compuestos formados por nitrógeno y oxígeno.

*Ley de las proporciones múltiples.* Fue John Dalton quien en 1803 generalizó este hecho con numerosos compuestos, observando que cuando dos elementos se combinan entre sí para formar compuestos diferentes, las diferentes masas de uno de ellos que se combina con una masa fija de otro, guardan entre sí una relación de números enteros sencillos. Dicha de otra manera, esta ley establece que dos o más elementos se combinan en proporciones diferentes, también forman compuestos diferentes. De forma que para el ejemplo la proporción sería:

$$\frac{2.28}{1.14} = 2, \quad \frac{2.28}{0.57} = 4 \quad \text{y} \quad \frac{1.14}{0.57} = 2$$

#### 1.3.4. Métodos de balanceo

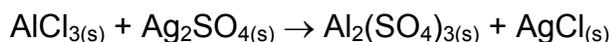
Las ecuaciones químicas representan reacciones en las que ciertas sustancias se combinan entre ellas, algunas veces en presencia de ciertos catalizadores o por efectos de la temperatura, y producen otras sustancias. Balancear una ecuación significa determinar cuántas moléculas de cada sustancia deben reaccionarse y cuántas moléculas de cada sustancia se obtienen como resultado.

#### 1.3.4.1. **Tanteo**

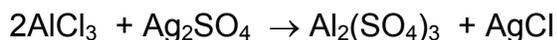
Esta forma de balanceo consiste en asignar un coeficiente a cualquier fórmula de la reacción escrita, y luego continuar con otra fórmula, tratando de que la ecuación quede balanceada. Es recomendable emplear el tanteo en las reacciones de síntesis y sustitución, ya que en las otras se torna un tanto laborioso y tardado.

Por ejemplo, como sugieren León, Rodríguez, Cuevas y Mata (1998) la siguiente reacción de sustitución doble puede balancearse por tanteo de la siguiente manera:

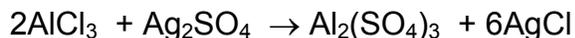
a) se escriben correctamente las fórmulas de las sustancias que intervienen en la reacción



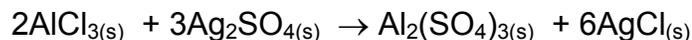
b) nos fijamos en un elemento, por ejemplo el aluminio y observamos que hay un átomo en los reactivos y dos en los productos, entonces se coloca el dos como coeficiente de la fórmula donde está el aluminio como reactivo



c) ahora se observa que hay seis átomos de cloro en los reactivos y uno en los productos, por tanto, se escribe seis como el coeficiente de la fórmula donde está el cloro como producto



d) esta vez también hay seis átomos de plata en los productos y dos en los reactivos, lo que implica que un tres en la fórmula donde está la plata como reactivo igualaría a la plata en los productos



e) como ya se han balanceado ambos lados de la ecuación, se comprueba que haya la misma cantidad de átomos de un lado como del otro, así

Reactivos	Productos
Al=2	Al=2
Cl=6	Cl=6
Ag=6	Ag=6
S=3	S=3
O=12	O=12

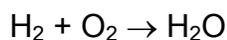
Si se cumple que hay el mismo número de átomos en los reactivos como en los productos, entonces, la ecuación está balanceada.

#### 1.3.4.2. *Algebraico o analítico*

Este método hace particular referencia a la asignación de incógnitas (a, b, c, d, x, y, z) a los coeficientes de una ecuación y con un tratamiento algebraico de solución de ecuaciones simultáneas se llega al balanceo correcto.

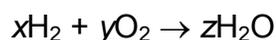
Oteyza (1996) propone el siguiente ejemplo:

1. Si se combinan hidrógeno y oxígeno se obtiene agua.



La ecuación anterior no está balanceada, pues mientras en el lado izquierdo hay dos átomos de oxígeno, del lado derecho sólo hay uno. Balancearla significa determinar cuántas moléculas de hidrógeno, oxígeno y agua debe haber para que de cada elemento haya exactamente la misma cantidad de átomos en los reactivos como en los productos.

Es decir, debemos encontrar los valores de x, y y z para que en:



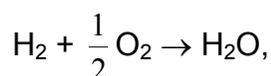
que haya la misma cantidad de átomos de hidrógeno y oxígeno de cada lado.

Se plantea una igualdad para cada elemento químico en la reacción escrita, escribiendo la cantidad de átomos que hay de cada lado de la ecuación química, de la siguiente manera:

$$\text{Hidrógeno: } 2x = 2z$$

$$\text{Oxígeno: } 2y = z$$

Ahora hay dos ecuaciones con tres incógnitas, entonces, se puede asignar un valor arbitrario a una de las variables y resolver las ecuaciones para las otras dos incógnitas, por ejemplo, si  $x=1$ , entonces  $z=1$  y  $y=\frac{1}{2}$ , esto nos llevaría a la ecuación:



que en principio no tiene sentido, pues no se puede tener media molécula de  $\text{O}_2$ , pero si se multiplica por dos los coeficientes de toda la ecuación, es decir, por el mínimo común múltiplo de los denominadores de  $x$ ,  $y$  y  $z$ , se tiene:



ésta es la ecuación propiamente dicha puesto que ya está balanceada.

#### 1.3.4.3. Óxido-reducción (redox)

Para describir la transferencia (movimiento) de electrones que ocurre en este tipo de reacciones, Brown, Lemay y Bursten (2004) consideran las siguientes definiciones:

*Oxidación*: pérdida de electrones por parte de una sustancia

*Reducción*: ganancia de electrones por parte de una sustancia

*Número de oxidación de un átomo o sustancia* (también llamado estado de oxidación): es la carga real de un átomo cuando se trata de un ion monoatómico, en los demás casos es la carga hipotética que se asigna al átomo con base en una serie de reglas.

Las reglas para asignar los números de oxidación son las siguientes:

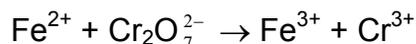
1. El número de oxidación de un átomo en su forma elemental siempre es cero. Por ejemplo, cada átomo de hidrógeno en la molécula  $H_2$  tiene un número de oxidación de cero.
2. El número de oxidación de cualquier ión monoatómico es igual a su carga. Por ejemplo el  $K^+$  tiene un estado de oxidación de +1; el  $S^{2-}$  tiene número de oxidación de -2.
3. Los metales alcalinos tienen un número de oxidación de +1 en los compuestos que forman. De igual forma, los metales alcalinotérreos siempre tienen un estado de oxidación de +2 en los compuestos formados.
4. El aluminio siempre tiene un estado de oxidación de +3.
5. Los no metales siempre tienen números de oxidación negativos, aunque en ocasiones pueden presentar números positivos;
  - a) el número de oxidación del oxígeno, normalmente es -2 en compuestos tanto iónicos como moleculares. La principal excepción son los compuestos llamados peróxidos que contienen el ión  $O_2^{-2}$  donde cada átomo presenta un número de oxidación de -1.
  - b) el número de oxidación del hidrógeno es +1 cuando está unido a no metales y -1 cuando está unido a metales.
  - c) el número de oxidación del flúor es -1 en todos sus compuestos, del resto de los halógenos es -1 en la mayor parte de sus compuestos binarios, pero cuando se combinan con el oxígeno como en los oxianiones tienen estado de oxidación positivos.
6. La suma de los números de oxidación de todos los átomos de un compuesto neutro es cero.

7. La suma de los números de un ión poliatómico es igual a la carga del ión. Por ejemplo, el ión hidronio  $\text{H}_3\text{O}^+$ , el número de oxidación de cada hidrógeno es +1 y el del oxígeno es -2. Esta regla es muy útil para obtener el número de oxidación de un átomo en un compuesto o ión si se conocen los números de oxidación de los demás átomos.

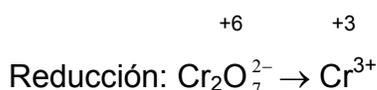
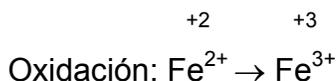
Nota: al escribir números de oxidación se utiliza el signo a la izquierda del número, para distinguirlos de las cargas electrónicas reales, que se escriben a su derecha.

Chang y College (2002) proponen el siguiente ejemplo. Suponga que se pide balancear la ecuación que representa la oxidación de los iones  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$  por iones dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) en medio ácido, si se sabe que los iones  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  se reducen a iones  $\text{Cr}^{3+}$ . Para balancear la ecuación se puede proceder de la siguiente forma:

Paso 1: Escriba la ecuación no balanceada de la reacción en su forma iónica.

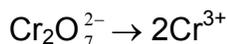


Paso 2: La ecuación se divide en dos semirreacciones.



Paso 3: En cada semirreacción se balancean los átomos distintos de O y H.

La semirreacción de oxidación ya tiene balanceados los átomos de Fe. Para balancear los átomos de Cr, el  $\text{Cr}^{3+}$  se multiplica por dos en la semirreacción de reducción.



Paso 4: En las reacciones que se llevan a cabo en medio ácido, para balancear los átomos de O se agrega  $\text{H}_2\text{O}$  y para balancear los átomos de H se agrega  $\text{H}^+$ .

Como la reacción transcurre en medio ácido, se agregan siete moléculas de H<sub>2</sub>O al lado derecho de la semirreacción de reducción para balancear los átomos de O:



Paso 5: Para balancear las cargas se añaden electrones a un lado de cada semirreacción. Si es necesario, se iguala el número de electrones en las dos semirreacciones multiplicando una de ellas o ambas por los coeficientes apropiados.

Para la semirreacción de oxidación se escribe



Se añade un electrón al lado derecho para que haya una carga de 2+ a cada lado de la semirreacción.

En la semirreacción de reducción hay 12 cargas netas positivas del lado izquierdo y sólo seis cargas positivas del lado derecho. Por tanto, se agregan seis electrones a la izquierda.

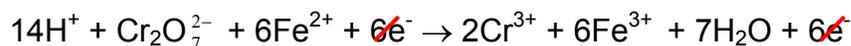


Para igualar el número de electrones en ambas semirreacciones, la semirreacción de oxidación se multiplica por seis:

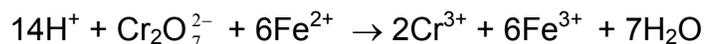


Paso 6: Se suman las dos semirreacciones y se balancea la ecuación final por inspecciones. Los electrones a ambos lados de la ecuación se deben cancelar.

Al sumar las dos semirreacciones se obtiene



Los electrones se cancelan, y queda únicamente la ecuación iónica neta balanceada:



Paso 7: Se verifica que la ecuación contenga los mismos tipo y número de átomos, así como las mismas cargas en ambos lados de la ecuación.

La inspección final muestra que la ecuación resultante está “atómica” y “eléctricamente” balanceada.

En las reacciones en medio alcalino, los átomos se balancean como se hizo en el paso 4 para un medio ácido. Luego, por cada ión  $H^+$  se debe agregar un número igual de iones  $OH^-$ , éstos se pueden combinar para dar agua.

#### **1.3.4.4. El balanceo de ecuaciones en reacciones rédox y el método del mínimo común múltiplo m. c. m.**

Como menciona Silberberg (2002) es importante observar que el agente reductor pierde electrones y que el agente oxidante los gana, esto ocurre simultáneamente, es decir, un cambio químico no puede ser una “reacción de oxidación” o una “reacción de reducción”, en consecuencia, sólo puede ocurrir una “reacción de óxido-reducción”. Además, los electrones no se liberan o se pierden, se transfieren del agente reductor al agente oxidante y por tanto, podemos estar seguros de que el número de electrones cedidos por el agente reductor es igual al número de electrones ganados por el agente oxidante.

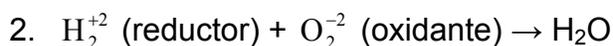
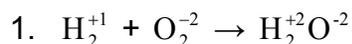
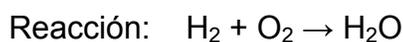
Para el balanceo de reacciones por óxido-reducción se utilizan dos métodos: el del número de oxidación y el de semirreacción. En esta propuesta emplearemos una combinación de ambos, porque es el que sirve de base para realizar un balanceo por el método del mínimo común múltiplo (m. c. m.).

*El método del número de oxidación.* Según Silberberg (2002) este método consta de cinco pasos que usan los cambios en los números de oxidación para generar coeficientes de balanceo:

1. se asigna los números de oxidación a todos los elementos en la reacción,
2. a partir de los cambios en los números de oxidación , identifica las especies oxidadas y reducidas,

3. cuenta el número de electrones perdidos en la oxidación y ganados en la reducción a partir de los cambios en los números de oxidación,
4. multiplica uno o los dos de estos números por factores apropiados para hacer que los electrones perdidos sean igual a los ganados, y usa estos factores como coeficientes de balanceo,
5. completa el balanceo por algún método, en este caso será por m. c. m. y se agregan los estados de la materia correspondientes a cada sustancia.

Ejemplo: balancear la combustión del hidrógeno por el método del m. c. m. utilizando números de oxidación.



3. se mantienen los estados de oxidación



5.1 se colocan las cargas totales de cada sustancia (reactivos y productos) respecto a su número de oxidación,  $\text{H}_2^{+2} + \text{O}_2^{-4} \rightarrow \text{H}_2^{+2}\text{O}^{-2}$

5.2 se obtiene el m. c. m de los números en las cargas totales, m. c. m. de 2, 4, 2 = 4

5.3 se divide el m. c. m. resultante entre cada carga total de las sustancias y los valores correspondientes son los coeficientes balanceados,  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

5.4 la ecuación balanceada es  $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$

## ● Capítulo 2

### EL INTERACTIVO: BALANCEO DE ECUACIONES DE REACCIONES QUÍMICAS POR LOS MÉTODOS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN Y DEL MÍNIMO COMÚN MÚLTIPLO

El presente capítulo tiene como propósito principal ser una guía para el docente usuario de la propuesta pedagógica. En este apartado se describen las actividades que puede realizar el profesor que emplea el recurso didáctico computacional (software) BALANCEO DE ECUACIONES DE REACCIONES QUÍMICAS POR LOS MÉTODOS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN Y DEL MÍNIMO COMÚN MÚLTIPLO y se apoya en éstas para abordar la temática, conducir el proceso de enseñanza-aprendizaje e intervenir de manera oportuna según convenga a los avances logrados y/o mostrados por el educando.

La química es una ciencia experimental y sería imprudente esperar que el alumno construyera sus saberes acerca del balanceo de ecuaciones químicas con el sólo realizar un conjunto de actividades frente a una computadora. De tal forma que esta propuesta está integrada por actividades pensadas para trabajar tanto en el aula-laboratorio con el carácter experimental de la ciencia, como para trabajar con la computadora, en el “aula de medios”.

Considero que esta forma de trabajar el tema del balanceo de ecuaciones es innovadora para el alumno porque la propuesta tiene las siguientes características:

- » se hace uso de la computadora (algo a lo que los adolescentes tienen acceso hoy día),
- » presenta y realiza actividades donde el alumno experimenta en el laboratorio o en casa,

- » el interactivo tiene actividades que le apoyarán en la construcción de sus razonamientos, deducción de explicaciones y aplicación de sus conocimientos,
- » brinda al alumno la oportunidad de practicar lo suficiente para aplicar sus aprendizajes en el balanceo de ecuaciones en reacciones de combustión a cualquier reacción química.

**2.1 Propósitos de la propuesta. Con la propuesta pedagógica *Balanceo de ecuaciones químicas por los métodos de óxido-reducción y el mínimo común múltiplo* empleando la computadora como herramienta didáctica, se pretenden los siguientes objetivos:**

- ✚ que el alumno se apropie de los fundamentos y razonamientos sobre los que se realiza el balanceo de ecuaciones químicas de una forma atractiva, interactiva y constructiva.
- ✚ que el docente de química tenga un material didáctico adecuado a las necesidades e intereses de los alumnos, usando la computadora como herramienta didáctica que le facilite al alumno interactuar con ella y ser un actor activo de su aprendizaje haciendo uso de ejemplos cotidianos,
- ✚ y que el aprendizaje del alumno sea mayor que el obtenido a través del método convencional de enseñanza.

## **2.2. Requerimientos mínimos para el uso de la propuesta**

Los requerimientos mínimos de la escuela donde se aplique la propuesta son: una “sala de medios” o red escolar para ejecutar el programa en las computadoras y que haya las suficientes para cubrir a los alumnos usuarios por grupo, así como también que el docente sepa hacer uso de la computadora y siga las sugerencias que presenta esta propuesta pedagógica.

Las computadoras deben tener un mínimo de memoria de 128MB, monitor SVGA con resolución mínima de 1024\*768 pixeles, teclado, ratón y lector de CDs.

### 2.3. El interactivo

De aquí en adelante al software que forma parte de la propuesta pedagógica lo llamaremos *Interactivo* ya que está diseñado y programado para que el alumno pueda interactuar con la computadora y así convertirse en un actor activo de su propio aprendizaje como lo mencionan Fejes, et. al. (2006). Antes de iniciar con las actividades es necesario que el alumno introduzca su nombre para que el propio interactivo guarde un registro personalizado de sus avances y su trabajo con dichas actividades (fig. 2).

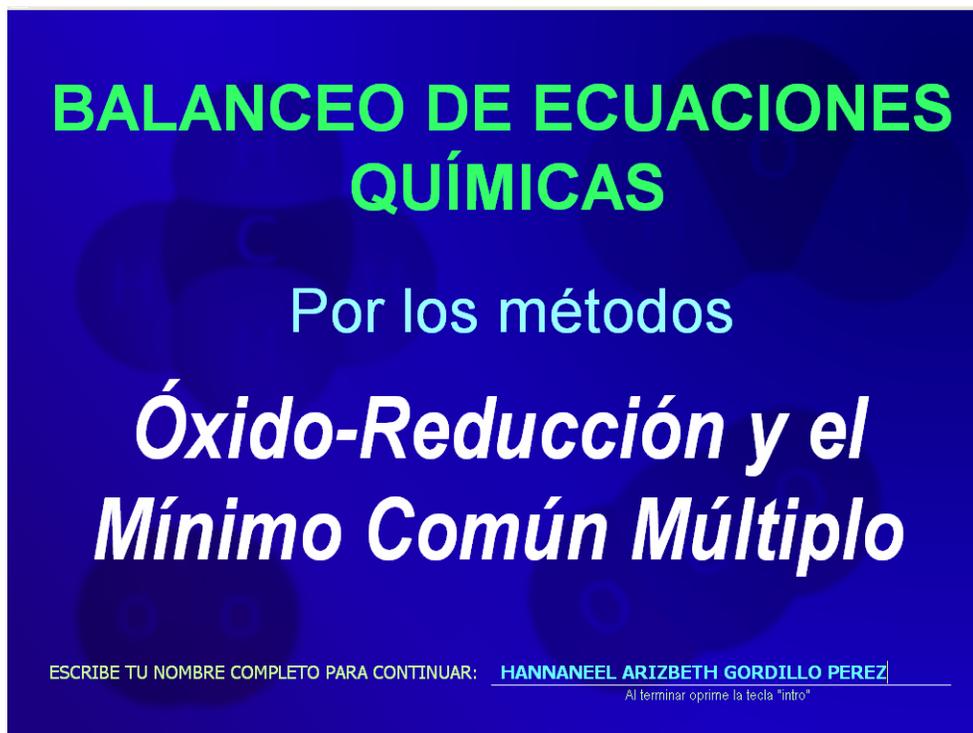


Fig. 2 Presentación del interactivo y registro de usuario

La estructura del interactivo la componen dos partes: la primera parte del interactivo la componen los dos primeros subtemas 1. la materia y materiales, 2. las Leyes ponderales, que pretenden proporcionar al estudiante los elementos básicos conceptuales sobre los que se construyen los razonamientos para el balanceo de ecuaciones químicas, principalmente relacionadas con las reacciones de combustión.

La segunda parte del interactivo la componen los subtemas dedicados propiamente al balanceo de ecuaciones químicas, separando dichos métodos para su mejor práctica y dominio por parte del alumno y son: 3 el balanceo de ecuaciones por tanteo, 4 el fenómeno de la óxido-reducción y 5 balanceo por el método del mínimo común múltiplo (fig. 3). Cada subtema se puede abordar por separado (p. ej. para reafirmar las leyes ponderales) pero juntos forman una estructura integral que permite al alumno apropiarse de los fundamentos y razonamientos del balanceo de ecuaciones por los método ya mencionados.

La forma de acceder es dando doble clic sobre el subtema de la izquierda, con un clic sólo se carga el recuadro de la derecha que pretende dar una idea al estudiante de lo que va a trabajar en ese subtema.

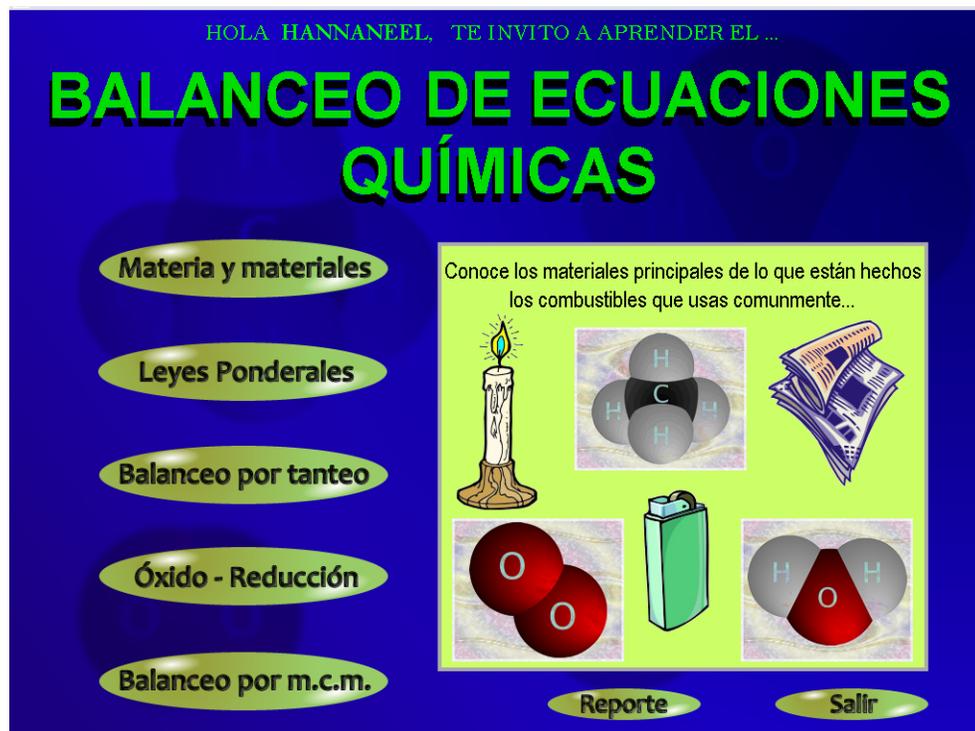


Fig. 3 Menú del interactivo

Las actividades para realizarse en la computadora, están descritas por apartados (subtemas) y junto con algunas de ellas, se integran actividades experimentales que se incluyen en los anexos de este documento.

También es recomendable decir que en algunos casos se solicita al profesor que aborde con anticipación algunos conceptos básicos, necesarios para la construcción de nuevos y más abstractos que trata la propuesta.

Para la mayoría de los alumnos los fenómenos relacionados con reacciones químicas resultan familiares, como quemar papeles, encender velas, hacer fogatas, usar un encendedor, etc., dichas experiencias se pueden explotar como un recurso didáctico significativo para los estudiantes y abren la posibilidad de acercarlos a la experimentación y al juego, al tratamiento específico de las reacciones químicas y a la ciencia de la química (Hierrezuelo y Montero, 2002).

Cabe mencionar que el interactivo está programado pensando en que se cubra un subtema por sesión de 50 minutos en la primera parte y un subtema por dos sesiones para la segunda. En este documento a las actividades en la computadora y que integran los subtemas del interactivo, también las llamaremos *interacciones*.

Las actividades incluidas en cada subtema generan un registro en la computadora en la que el alumno trabajó. Este registro es de fácil acceso para el profesor, ya que es un archivo \*.TXT con el nombre del alumno, y que contiene de manera específica los siguientes datos:

- ☼ el nombre completo del alumno (el cual debe escribir empezando por el nombre y luego los apellidos),
- ☼ el título de la actividad realizada,
- ☼ la fecha y hora de inicio de la actividad,
- ☼ los aciertos y errores obtenidos en la actividad con el registro de dónde se equivocó o acertó al momento de trabajar con el interactivo,
- ☼ el tiempo desglosado y total que se llevó en la realización de la actividad en cuestión para fines de evaluación e investigación,
- ☼ notas que indican si el avance del alumno es aceptable o si necesita repetir la actividad debido al poco logro obtenido, valorado a partir de los aciertos y errores en la actividad,

- ☀ y una línea que dice *Concluye actividad "título de la actividad"* para que el profesor sepa hasta dónde se ha quedado el trabajo del alumno y lleve un control de los avances de cada estudiante; esta línea es un control para que el programa también reconozca hasta dónde se ha avanzado en el interactivo.

Estos archivos de registro de actividad por alumno, se encuentran ubicados en una carpeta llamada REPORTES en la partición C del disco duro de la computadora en que se ejecutó el interactivo (fig. 4); la ruta es la siguiente C:\REPORTES\\*.TXT y pueden ser consultados en cualquier momento de esta manera (sólo por el profesor) o en pantalla en el interactivo (por el alumno y docente) al concluir el grupo de actividades que integran el subtema desde un acceso en la parte inferior del menú (fig. 3, pág.48).



Fig. 4. Informe de seguimiento del resultado de actividades del alumno

En el momento que el alumno trabaje con el interactivo (que integra la propuesta) se tiene la posibilidad que se dé cuenta por sí mismo de su progreso al consultar su "Reporte de actividades" (pág. 62 fig. 13).

Además la forma de evaluar ya no se realiza sólo con un examen sino a través de los reportes (informes en un archivo de texto en la computadora) que genera el propio interactivo y que muestran el nivel de dominio que ha alcanzado el estudiante sobre el contenido de cada actividad realizada.

La evaluación que se hace del desempeño y progreso del alumno está centrada en procedimientos, propios del balanceo por los métodos de óxido-reducción y del mínimo común múltiplo y en procesos, puesto que considera la forma en que el educando se apropia de los razonamientos en los que se basa dicho método de balanceo de ecuaciones químicas y el progreso en el dominio de éstos y de las actividades complementarias.

#### **2.4. Descripción de las actividades por subtema**

A continuación se describen las actividades que integran cada subtema haciendo énfasis en el valor didáctico de cada una. Los subtemas son abordados inicialmente en la computadora por el alumno y luego retomados por el profesor para dar un seguimiento de las ideas previas del alumno y de los avances logrados a partir de su interacción con las actividades del material. El progreso del alumno será gradual conforme trabaje con el interactivo y concluya cada actividad. Los subtemas referentes al balanceo de reacciones químicas necesitarán una supervisión continua del docente y de que el alumno realice notas en su cuaderno, para que sus aprendizajes tengan su propia coherencia y pueda retomarlos al estudiar.

2.4.1. La materia y los materiales. Es importante que el alumno tenga presentes los conceptos de *materia*, *sustancia* y *material*, para que pueda comprender la razón del balanceo de las ecuaciones en una reacción química. Para ello en este subtema la primera actividad (fig. 5) que enfrenta el alumno, lleva el título de *Ideas previas sobre Materiales* enfocada a los combustibles ya que es necesario identificar los conocimientos previos que el alumno tiene y emplearlos para conducir mejor el proceso de enseñanza-aprendizaje como lo mencionan Kind (2002), Hierrezuelo y Montero (2002) y Talanquer (2004).



*Sugerencias didácticas:* antes que el alumno trabaje con la actividad mencionada, se recomienda que el docente haga un sondeo de las ideas previas que el educando tiene sobre los conceptos de materia, sustancia, combustible y material, y ejemplos de cada uno; para esto se puede recurrir a la lluvia de ideas o a un trabajo en equipos donde cada equipo exponga sus conclusiones comentadas previamente.

Luego se procede al trabajo en el interactivo, y se realiza la actividad “Ideas previas sobre materiales” tres veces por alumno, ya que aunque es la misma, el interactivo siempre muestra ejemplos similares, de tal forma que el alumno no memoriza los ejemplos de la interacción, sino que se siente obligado a analizar y razonar su respuesta antes de emitirla. Para concluir la sesión el profesor hace que el alumno redacte un reporte de cinco renglones donde destaque la relación entre combustible el material químico que lo compone.

En esta actividad se muestran los aciertos, errores e intentos realizados, para que el alumno se centre en el contenido de la actividad y no le reste importancia viendo cómo se mueven los objetos en la pantalla.

Al concluir la actividad automáticamente se presenta una actividad de complemento, un memorama con figuras de combustibles y sus materiales principales y de productos de la combustión para reafirmar los conceptos de material y combustible trabajados en la actividad anterior.

El siguiente subtema presenta tres interacciones sobre la *Ley de la conservación de la materia* (fig. 7, pág. 55), *Ley de las proporciones definidas* (fig. 8, pág. 56), y *Ley de las proporciones múltiples* (fig. 9, pág. 58) donde el educando debe completar el texto de las leyes y que ha revisado previamente en clase en otros momentos (en primer y segundo grado en los cursos de ciencias 1 y 2). En caso de que el educando no tenga el conocimiento previo recomendado, cada actividad muestra un ejemplo con el cual el alumno puede guiarse y deducir la ley por sí mismo o con ayuda de su profesor.

### 2.4.2. Leyes ponderales:

Antes de comenzar las actividades sobre leyes ponderales es pertinente que el alumno actualice su propia idea sobre materia y material, para ello en el lado izquierdo de la pantalla de este grupo de actividades (fig. 6) se presenta un resumen sobre estos conceptos y ejemplos que pueden apoyar a que el estudiante logre una mejor comprensión de lo que se denomina materia y lo que se conoce como material.

Cabe aclarar que la forma de acceder a las actividades es dando un clic sobre los vínculos de la parte derecha o sobre el botón “Continuar” de la parte inferior derecha de la pantalla; si el alumno no ha realizado ninguna de las actividades entonces al tratar de “continuar” en el botón, el propio interactivo comienza a cargar la primera actividad, si el alumno ha realizado la primera o la segunda, entonces se carga la siguiente, la segunda o la tercera.

Si ya están realizadas las tres actividades entonces al “continuar” se regresa al menú del interactivo donde se puede acceder a un nuevo subtema o incluso repetir el correspondiente a las Leyes ponderales.

**LA MATERIA Y LOS MATERIALES**

**LA MATERIA... Y LOS MATERIALES**

La palabra *Materia* se usa para nombrar a todo lo que ocupa un lugar en el espacio (tiene volumen) y posee **masa** (cantidad de materia).

Los **materiales** son todo aquello en lo que se manifiesta la materia, es decir, las mezclas y sustancias que existen en el universo. Sean sólidos, líquidos, gases... en estado puro o mezclados.

Con los diferentes materiales que existen se pueden formar nuevos. De esta manera, un metal como el hierro y el oxígeno por separados son materiales puros, pero se juntan y reaccionan para formar óxidos de hierro, otro material distinto en apariencia y propiedades a los que le dieron origen.

Oxígeno (g) + Hierro (s) = Óxidos de hierro (s)

Ley de la Conservación de la masa

Ley de las Proporciones Definidas

Ley de las Proporciones Múltiples

Continuar

Fig. 6. Menú de Leyes ponderales

a) Ley de la conservación de la masa

*Propósito:* el estudiante deduce la *Ley de la conservación de la masa* y la importancia de ésta en el balanceo de las ecuaciones de reacciones químicas.

*Actividad:* El alumno tiene que analizar el ejemplo para así completar las palabras del primer párrafo con la ya conocida ley... y el segundo párrafo completarlo con una interpretación y aplicación de dicha ley a las reacciones químicas (fig. 7).

*Habilidades:* análisis y deducción.

*Conceptos y palabras clave:* elemento, átomo, compuesto, masa, conservación, igualdad, equilibrio, reacción química, crear, destruir, transformar.

HANNANEEL, en la siguiente interactividad, completa las oraciones que se te presentan sobre MATERIA. En la parte inferior de la pantalla aparecen las palabras que completan dichas oraciones... Arrástralas con el ratón y colócalas en el lugar que les corresponden y que tú sabes...

La ley de la conservación de la masa o de la materia establece que: la masa no se crea ni se destruye sólo se transforma.

Esto significa que en una reacción química la cantidad total de masa es igual antes y después de la reacción.

Ejemplo:

$$64\text{g de Metano} + 256\text{g de Oxígeno} = 176\text{g de Bióxido de carbono} + 144\text{g de Agua}$$

Intentos=7  
Aciertos=7  
Errores=0

FELICIDADES HANNANEEL  
COMPLETASTE LA ACTIVIDAD

Fig. 7. Actividad complementaria del tema Materia y materiales (conservación de la masa)

*Sugerencias didácticas:* esta es la primera de tres interacciones del alumno respecto al tema de las leyes ponderales, por tanto se recomienda que el profesor retome los conceptos de masa, materia, conservación, transformación, cambio y fenómeno. Esto con la intención de que el alumno integre los conceptos anteriores en la actividad y cambie sus ideas previas por éstos.

Una vez que el educando logra comprender el significado de la ley, está en condiciones para aplicarla en la explicación y aplicación, la cual se presenta en la interacción enseguida de la ley mencionada.

En esta interactividad hay en pantalla un contador de aciertos, errores y ensayos de manera que el alumno pueda dar seguimiento en tiempo real a sus avances y corregir sus fallos para construir un conocimiento cada vez más detallado y centrado en el tema.

#### b) Ley de las proporciones definidas

*Propósito:* el educando reconoce la formación de los compuestos con base en sus elementos componentes, e identifica en qué consiste la composición definida para compuesto formado (fig. 8).

en la siguiente interactividad, completa las oraciones que se te presentan sobre Leyes ponderales. En la parte inferior de la pantalla aparecen las palabras que completan dichas oraciones... Arrástralas con el ratón y colócalas en el lugar que les corresponde y que tú sabes...

La ley de la **composición constante o de las proporciones definidas** establece que: la **composición** elemental de un **compuesto** siempre es la **misma**.

Es decir, los \_\_\_\_\_ que forman un compuesto se combinan \_\_\_\_\_ en la misma \_\_\_\_\_ en dicho compuesto.

Ejemplo:  
16 g de Metano + 64 g de Oxígeno = 44 g de Bióxido de carbono + 36 g de Agua

Intentos=3 Aciertos=3 Errores=0	elementos	proporción
		siempre

Fig. 8. Actividad complementaria del tema Materia y materiales (ley de las proporciones definidas)

*Actividad:* el alumno lee y analiza los ejemplos que contiene la actividad y luego completa las palabras del primer párrafo con la ley de las proporciones definidas... y el segundo párrafo lo completa con una interpretación y aplicación de dicha ley a las reacciones químicas.

*Habilidades:* análisis y deducción.

*Conceptos y palabras clave:* proporción, elemento, compuesto, molécula, proporción definida, constante.

*Sugerencia didáctica:* para esta actividad se sugiere que el alumno escriba en su cuaderno tres ejemplos de sustancias que conozca y que estén compuestos únicamente de carbono, hidrógeno y oxígeno (p. ej. azúcares, alcoholes); cinco ejemplos de materiales compuestos por hidrógeno y carbono (p. ej. hidrocarburos); dos ejemplos de materiales compuestos por hierro y oxígeno (óxidos de hierro); dos ejemplos de materiales formados por hidrógeno y oxígeno (agua y agua oxigenada). Los ejemplos deben escribirse en fórmula química y con su nombre respectivo, ya que también esto le permitirá al estudiante deducir la forma en que están relacionados con la siguiente actividad, donde se analizan las proporciones múltiples de los elementos en la formación de diferentes compuestos.

### c) Ley de las proporciones múltiples

*Propósito:* el alumno reconoce la formación de los compuestos con base en sus elementos componentes, identificando la composición variable para compuestos diferentes a partir de los mismos elementos.

*Actividad:* analizar y diferenciar cómo ciertos elementos pueden reaccionar en una combinación diferente para originar compuestos diferentes y que dichos compuestos están determinados por la proporción de sus elementos que los originaron. El alumno puede construir este saber a partir de un análisis de los ejemplos que la actividad le presenta y con ello completar las palabras del primer párrafo con la ley de las proporciones múltiples... (fig. 9).

*Habilidades:* análisis, deducción, discriminación, relación de información.

*Conceptos y palabras clave:* proporción definida, compuesto, propiedad, proporción múltiple, material, sustancia.

, en la siguiente interactividad, completa las oraciones que se te presentan sobre Leyes ponderales. En la parte inferior de la pantalla aparecen las palabras que completan dichas oraciones... Arrástralas con el ratón y colócalas en el lugar que les corresponde y que tú sabes...

**La ley de las proporciones múltiples establece que: dos \_\_\_\_\_ se pueden combinar en \_\_\_\_\_ diferentes formando compuestos \_\_\_\_\_.**

Por ejemplo: Hidrógeno (H<sub>2</sub>) + Oxígeno (O<sub>2</sub>) =

$6 \text{H}_2 + 6 \text{O}_2 = 6 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{O}_2$	$6 \text{H}_2 + 6 \text{O}_2 = 6 \text{ MOLÉCULAS DE AGUA} + 3 \text{ MOLÉCULAS DE O}_2$
$6 \text{H}_2 + 6 \text{O}_2 = 6 \text{H}_2\text{O}_2$	$6 \text{H}_2 + 6 \text{O}_2 = 6 \text{ MOLÉCULAS DE AGUA OXIGENADA}$

Intentos=0  
Aciertos=0  
Errores=0

proporciones      distintos      elementos

Fig. 9. Actividad complementaria del tema Materia y materiales (ley de las proporciones múltiples)

*Sugerencias didácticas:* estas tres actividades están encaminadas a retomar los conceptos que el profesor ha trabajado en algún momento en el salón en clases pasadas o en los cursos de ciencias de primer y segundo grado. En caso de que el alumno no tenga antecedentes sobre las leyes mencionadas, el docente puede guiarlo en este proceso para que el educando pueda construir su conocimiento, haciendo uso de las interacciones y de los ejemplos incluidos en cada una.

Se sugiere que el profesor revise las notas que el alumno hace en su cuaderno ya que le servirán más adelante en otras actividades y cuando quiera hacer apuntes que él considere de importancia. Estos apuntes pueden aclarar dudas que le pudieran surgir en su casa al momento de hacer un repaso de sus aprendizajes logrados, así como fortalecer su habilidad de síntesis de información escrita.

### 2.4.3. El balanceo de ecuaciones por tanteo

Una vez que el educando logra comprender la necesidad de un balanceo numérico en la ecuación que representa la reacción, es preciso que comience a balancearla por el método del tanteo (fig. 10).

*Sugerencia didáctica:* Antes de realizar un balanceo por tanteo, es necesario hacer un repaso de la estructura que tiene una ecuación química, para ello se presenta en la pantalla la información básica para que el alumno recuerde y ubique cada parte de la reacción escrita y se familiarice con ésta. Una vez que el estudiante ubica cada parte de la ecuación entonces puede leer y comprender las sugerencias de cómo realizar un balanceo de ecuación por tanteo de los coeficientes.

La interacción de la figura 10 está planeada y diseñada para que sea un medio de consulta de la información que contiene, ya que el alumno la puede consultar las veces que sean necesarias regresando del ejercicio de tanteo a ésta.

**ESTAS SON LAS INSTRUCCIONES PARA EL BALANCEO POR TANTEO EN LOS COEFICIENTES**

**Coeficientes**

*Reactivos*

$$\underline{2} \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_1 + \underline{9} \text{O}_2 \longrightarrow \underline{6} \text{C}_1\text{O}_2 + \underline{8} \text{H}_2\text{O}_1$$

*Productos*

**Subíndices**

**Sugerencias:**

b. Calcula mentalmente la cantidad de átomos que participan en la reacción, recuerda que deben ser la misma cantidad de átomos presentes en los reactivos y en los productos,

c. Multiplica cada coeficiente por los subíndices de la molécula en cuestión, ten presente que los coeficientes 1 se obvian y por tanto no se deben escribir. En este ejercicio por cuestiones de aprendizaje, **SÍ** se escriben,

**Continuar**

Fig. 10. Sugerencias para realizar el balanceo de ecuaciones por tanteo

*Actividad:* el alumno balancea las reacciones químicas empleando la estrategia del tanteo en los coeficientes y hace uso de las operaciones aritméticas. Las cuatro actividades de balanceo por tanteo (combustión del agua, metano, etanol, y oxidación de glucosa) tienen en la parte central de la pantalla, una tabla donde el alumno ve el cálculo automático de los átomos presentes en los reactivos y luego en los productos cuando ingresa el coeficiente de cada molécula.

Además si llegase a realizar el balanceo de una manera correcta pero con múltiplos de los coeficientes mínimos, aparece al lado izquierdo de la tabla un mensaje que dice “El balanceo es correcto pero tienes que usar los coeficientes mínimos... divide todos entre X, el coeficiente del Y” (donde X es un número entero y Y es el nombre de una sustancia presente en la reacción) y del lado derecho dos opciones: “Ver instrucciones”, por si el alumno desea volver a leer las instrucciones de la figura 10; e “Intentar otra vez” (fig. 11), para hacer un nuevo balanceo de la misma reacción en caso de equivocarse o tener múltiplos de los coeficientes mínimos.

*Propósito:* iniciar al alumno en el manejo del balanceo de la ecuación de una reacción química, manipulando y calculando coeficientes y subíndices. La solución de estas ecuaciones brindará al educando destreza en el manejo de los coeficientes y subíndices que tendrá que balancear en las posteriores ecuaciones químicas.

*Habilidades:* razonamiento matemático, análisis, uso de variables numéricas.

*Conceptos y palabras clave:* ecuación, igualdad, coeficiente, subíndice, compuesto, reacción química.

Balancea la reacción química del gas natural (metano) empleado en la cocina:

Metano + Oxígeno → Bióxido de carbono + Agua

$$\underline{3} \text{CH}_4 + \underline{6} \text{O}_2 \rightarrow \underline{3} \text{CO}_2 + \underline{6} \text{H}_2\text{O}$$

El balanceo es correcto pero tienes que usar los coeficientes mínimos... divide todos entre 3, el coeficiente del metano.

3	-	C	-	3
12	-	H	-	12
12	-	O	-	12

Ver instrucciones

Intentar otra vez

Fig. 11. Introducción al balanceo por método de mínimo común múltiplo: balanceo por tanteo

*Sugerencias didácticas:* una vez que el alumno se familiariza con la dinámica de la actividad, comienza a hacerse independiente de la asesoría del profesor y se convierte en partícipe y constructor de su conocimiento. Finalmente cuando el educando logra balancear la ecuación por tanteo, se visualiza en pantalla una segunda forma de representar la reacción, es una animación donde los materiales puros están ilustrados con imágenes del modelo molecular espacial y un cuadro de texto donde se presenta información relevante de la sustancia en cuestión.

Balancea la reacción química del hidrógeno "el combustible ideal":

Hidrógeno + Oxígeno → Agua

$$\underline{2} \text{H}_2 + \underline{1} \text{O}_2 \rightarrow \underline{2} \text{H}_2\text{O}$$

Correcto ... has balanceado la ecuación química con los coeficientes mínimos...

4	-	H	-	4
2	-	O	-	2

Ver animación

Continuar

**Combustión del Hidrógeno**

Dos moléculas de Agua

HIDRÓGENO: (en griego, 'creador de agua'), de símbolo H.  
 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS: gas, insípido, incoloro e inodoro.  
 NÚMERO ATÓMICO: 1  
 APLICACIONES: se combina con nitrógeno en presencia de un catalizador formando amoníaco; con azufre forma sulfuro de hidrógeno; con cloro formando cloruro de hidrógeno y con oxígeno para formar agua.  
 Si se mezcla con aire u oxígeno y se prende, explota. También se combina con

Fig. 12. Balanceo por tanteo en los coeficientes resuelto

Lo primero es para que el alumno relacione un modelo escrito (ecuación) con un modelo gráfico (figura molecular) y comprenda que el tratamiento numérico que hace de los coeficientes es el mismo que se necesita en cuanto a cantidad de masa y átomos en una reacción real.

Lo segundo para que integre a sus conocimientos, algunas propiedades físicas y químicas importantes que amplían su panorama tanto científico y tecnológico, como social y ambiental (fig. 12) de los materiales.

Esta parte de la actividad desarrolla la habilidad de análisis de información y un escepticismo informado en el alumno ya que con la información adicional de la interacción, él puede valorar la importancia que cada sustancia y combustible tiene y cómo puede ser empleado de una mejor manera de como se ha venido haciendo, así como las consecuencias de su uso irracional para el ambiente y la humanidad.

#### 2.4.4. El reporte de actividades

Este interactivo está pensado principalmente en y para el estudiante, y cada interacción mientras se realiza genera simultáneamente un reporte del avance y de cómo se concluyó.

Este reporte (fig. 13) describe cada acción que el estudiante efectuó sobre la actividad: lo que escribió, lo que eligió primero, lo segundo, etc., el tiempo ocupado en completarla y emitir cada respuesta, la actividad y su variante (ya que por cada actividad hay cinco ejemplos similares y aleatoriamente siempre se carga una diferente), la fecha y hora de inicio, los aciertos y errores obtenidos en cada interacción y la evaluación a partir de éstos.

HANNANEEL, este es el Reporte de cada una de las actividades que has realizado hasta el momento en el interactivo...

BALANCEO DE ECUACIONES QUÍMICAS DE COMBUSTIÓN POR  
EL MÉTODO DEL MÍNIMO COMÚN MÚLTIPLO

INFORME DE ACTIVIDADES REALIZADAS POR: HANNANEEL ARIZBETH GORDILLO DE GÓHI  
FECHA: Lunes 29 de Octubre de 2007      HORA DE INICIO: 0:07:39

\*\* Actividades \*\*

IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES COMBUSTIBLES

Relaciona los bariiles de petróleo con su material correspondiente, el petróleo  
ACIERTOS = 1 ; ERRORES = 0

Relaciona el extintor con el material principal que contiene, el dióxido de carbono  
ACIERTOS = 2 ; ERRORES = 0

Relaciona la vela con el material que la compone, la parafina

18:57:16 ... Lunes 29 de Octubre de 2007      Volver a menu

Fig. 13. Reporte de actividades

*Sugerencia didáctica:* la forma de cargar y visualizar el reporte es a través del menú (fig. 3, pág. 48) con un “botón” llamado “Reporte” en su parte inferior; el alumno puede ver el reporte una vez que se han concluido las actividades de cada subtema y así “medir” por sí mismo sus logros obtenidos, esto es con el fin de que el estudiante se haga conciente de sus avances y pueda corregir sus errores y deficiencias en futuras ocasiones con la misma actividad. Se recomienda que el educando lo consulte siempre al final de cada subtema y que el docente lo supervise y facilite sugerencias para mejorar en los puntos que detecte dificultades de aprendizaje.

#### 2.4.5. El fenómeno de óxido-reducción

*Antecedentes.* Este conjunto de actividades del interactivo va precedido por la actividad experimental “Bomba de Hidrógeno” (Anexo A2)

Luego de la experimentación, es importante acercar al estudiante a los modelos con los que se puede explicar el fenómeno de óxido-reducción. Para ello, la sesión de clase debe realizarse con el interactivo.

*Propósito:* al concluir las actividades del subtema, el estudiante...

- comprende el fenómeno de óxido-reducción e identifica el agente oxidante y el reductor
- enuncia su propia definición de número o estado de oxidación
- describe el estado de oxidación de un átomo o ión por el número de cargas recibidas o donadas

*Habilidades:* análisis, descripción, definición.

*Conceptos y palabras clave:* átomo, ión, molécula, compuesto, oxidación, reducción, agente oxidante, agente reductor, carga, electrón, transferencia de electrones, hidrógeno, oxígeno.

Las actividades se de este subtema se describen a continuación:

#### 2.4.5.1. Modelos de interpretación del proceso óxido-reducción

Modelo 1. La oxidación como pérdida de electrones y la reducción como ganancia de electrones.

##### a) *Introducción a la oxidación y a la reducción (fig. 14)*

*Propósito:* reconocer el proceso de óxido-reducción en las sustancias que intervienen en una reacción química, asociando la dependencia del número de oxidación con la cantidad de electrones que pierda o gane.

*Actividad:* el alumno debe manipular la configuración gráfica de los electrones en representaciones de las sustancias en estado neutro, oxidado y reducido, para inferir el proceso de óxido-reducción en una sustancia que reacciona y se transforma en otra, explicando dicho cambio a partir de este fenómeno.

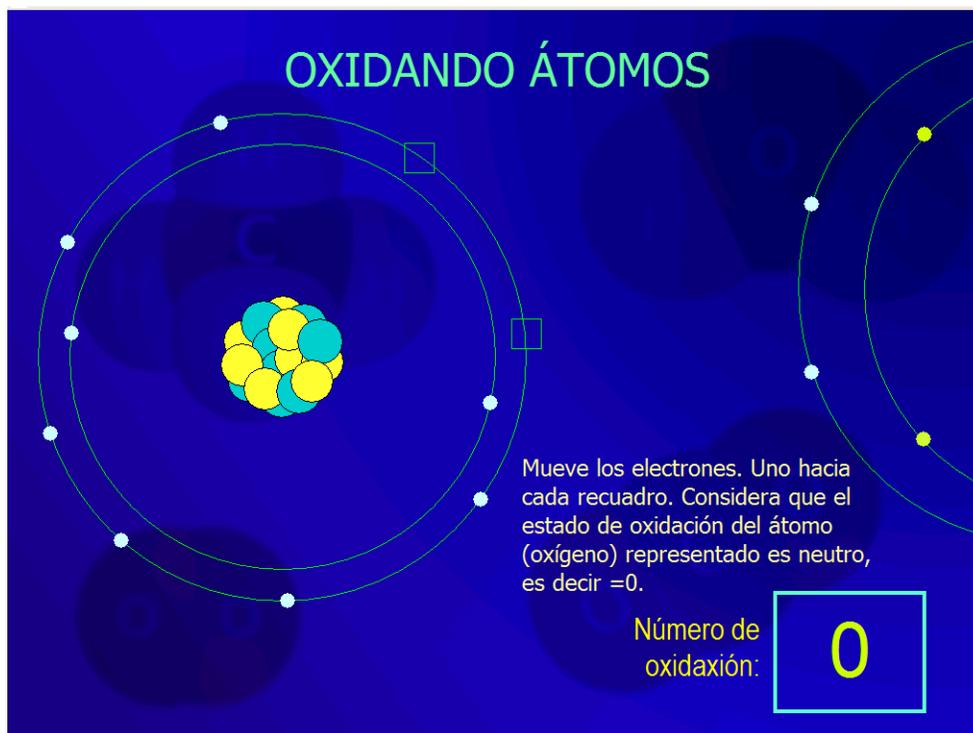


Fig. 14. Interacción de oxidación-reducción de átomos. Ejemplo de la reducción del oxígeno.

*Habilidades:* análisis, interpretación de información gráfica.

*Conceptos y palabras clave:* átomo, electrones, protones, neutrones, transferencia de electrones, reducción, oxidación, valencia, estado o número de oxidación, periodos, familias o grupos de elementos, capa y electrones de valencia, órbitas.

*Sugerencias didácticas:* se solicita que el alumno lleve consigo una tabla periódica actualizada de los elementos químicos, para comparar los números de oxidación que vienen escritos en la tabla con los obtenidos en los ejemplos del interactivo. Esta tabla ayuda a vincular la información que contiene con la parte gráfica de la interacción, y a esclarecer la diferencia entre valencia y número de oxidación.

Cabe aclarar que la intervención del docente es importante en esta actividad, puesto que el alumno trabaja directamente en la computadora, es posible que tenga algunas dudas y es en este momento donde el profesor tiene que supervisar el avance logrado por el educando y aclarar las dudas surgidas a partir de la interacción.

Las posibles dudas o confusiones en el alumno son las siguientes:

- Pueden confundir el signo del estado de oxidación (p. ej. -1) con la pérdida de un electrón cuando en realidad se trata de una ganancia de electrones.
- Lo mismo ocurre con un número de oxidación positivo, al cual se le puede relacionar con la ganancia de electrones, cuando es todo lo contrario. Hay que hacer notar la diferencia de estos resultados ya que la interacción permite relacionar gráficamente la transferencia de un electrón de un átomo a otro y modificar el número de oxidación automáticamente en el recuadro “Número de oxidación”.
- Puede considerar que la valencia (número que expresa la capacidad de combinación de un átomo o radical con otros para formar un compuesto) es igual que el número de oxidación (cantidad de electrones cedidos o ganados en la formación de un compuesto).

Esta interacción es una pieza clave para comprender el fenómeno de la oxidación y la reducción basado en el modelo de pérdida o ganancia de electrones. Conviene que el profesor supervise individualmente el trabajo de cada alumno, y que enfatice sobre la transferencia de electrones de un átomo a otro en la formación de un compuesto.

Esta es una simulación de lo que ocurre a nivel submicroscópico en una reacción química y una vez que el alumno ha interiorizado el concepto de transferencia de electrones y relaciona este hecho con la oxidación o reducción de un átomo entonces ya se puede avanzar hacia una construcción meramente abstracta y numérica como la de la siguiente actividad.

Modelo 2. Las reacciones óxido-reducción como aquellas en las que los números de oxidación cambian: aumentan para los que se oxidan, y disminuyen para los que se reducen.

*b) La escala de oxidación y reducción... el número de oxidación (fig. 15)*

*Propósito:* comprender que el proceso de oxidación-reducción de una sustancia está asociado al número de oxidación que ésta presente y que son inversos, cuando una sustancia se oxida otra se reduce.

*Actividad:* el alumno tiene que interactuar con la escala de los números de oxidación y mover el “fíel” de la escala sobre ésta para observar la animación de las flechas que indican el estado de oxidación. Con base en esta interacción el educando debe completar dos declaraciones: una, *la oxidación es el incremento (aumento o “crecimiento”) en el número de oxidación* y dos, *la reducción es la disminución (reducción o “decremento”) en el número de oxidación.*

*Habilidades:* análisis e interpretación de información, pensamiento hipotético.

*Conceptos y palabras clave:* estado o número de oxidación, reducción, oxidación, aumento, incremento, decremento, reducción, disminución, decremento.

## OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN

Aumenta Número de oxidación

7+  
6+  
5+  
4  
3+  
2+  
1+  
0  
1-  
2-  
3-  
4-  
5-  
6-  
7-

Disminuye Número de oxidación

Mueve hacia arriba el rectángulo sobre la escala de la izquierda, y deduce lo que sucede con los números de oxidación y de reducción observando el movimiento de las flechas.

Analizando la escala de la izquierda, se puede decir que:

### LA OXIDACIÓN

- a) Es el aumento de las cargas de un átomo
- b) Es la disminución del número de oxidación
- c) Es el incremento en la reducción de un elemento
- d) Es la reducción de las cargas de una sustancia
- e) Es el incremento en el número de oxidación

Aciertos= 0                      Errores= 0

Fig. 15. La escala de Oxidación - Reducción

*Sugerencias didácticas:* esta escala es complemento de la interacción anterior, es la parte abstracta donde el alumno relaciona numéricamente el estado de oxidación de un átomo con la pérdida o ganancia de electrones pero sin manipularlos gráficamente, sino de forma hipotética con una numeración y una flecha que indica la dirección de las cargas eléctricas del fenómeno, donde negativo significa ganancia y positivo pérdida de electrones.

Aunque no debiera presentarse confusión en el manejo de la escala y su relación con el número de oxidación, es posible que alguno confunda el sentido de la flecha relacionándolo con la ganancia de electrones y no con la pérdida de éstos, igual ocurriría con la flecha con sentido negativo la significa ganancia de electrones (evidenciándose en la carga del elemento o ión) y no pérdida de éstos como en la oxidación. De ser necesario el profesor debe graficar en el pizarrón o en el cuaderno del alumno el fenómeno para ello puede recurrir al ejemplo del Cloruro de sodio (sal de mesa) o del agua.

c) Estado de oxidación en las sustancias (fig. 16).

*Propósito:* acercar al alumno al balanceo de ecuaciones por el método de óxido-reducción, empleando los números de oxidación de los reactivos y productos, para integrar una alternativa de balanceo al método que ya ha dominado previamente, el de tanteo.

**Estados de oxidación en compuestos...**

**Estados de oxidación de algunos elementos conocidos**

Elemento	# de oxidación
Oxígeno	-2
Carbono	+4, +2
Hidrógeno	+1
Cloro	-1
Aluminio	+3
Sodio	+1

**Analicemos algunos ejemplos:**

La molécula de Agua es: **H<sub>2</sub>O**

¿Cuántos átomos de hidrógeno tiene?

2 H = +2

Carga total por electrones "cedidos"

¿Cuántos átomos de oxígeno tiene?

| O = 0

Carga total por electrones "ganados"

Fig. 16. Introducción al estado de Oxidación en fórmulas químicas

*Actividad:* esta interacción busca que el alumno integre en sus estrategias una nueva forma de resolver el balanceo de una reacción química, y que relacione con mayor facilidad las matemáticas con la química y con su vida cotidiana. Se trata de manipular números enteros que indican el estado de oxidación de las sustancias en un compuesto, para realizar un balanceo correcto y rápido cuando participan en una reacción química.

*Habilidades:* razonamiento matemático, lectura del estado de oxidación.

*Sugerencias didácticas:* los ejemplos que contiene esta actividad se refieren a compuestos donde se identifica el número de oxidación de sus elementos componentes.

En esta interacción en unas ocasiones se solicita al alumno que escriba la cantidad de átomos de hidrógeno presentes en el compuesto y automáticamente se calcula el número de oxidación total de ese elemento en el compuesto, en otras veces al contrario, se solicita que escriba el total de cargas. El docente debe aclarar que ese valor se refiere al total de átomos del elemento en el compuesto y que el número de oxidación por átomo se obtiene con una división del estado de oxidación total entre el número de átomos presentes en la fórmula, para que el alumno no vaya a generar un error conceptual de dicho número.

#### 2.4.5.2. Balanceo de reacciones químicas por el método de óxido-reducción

Una vez que el alumno ha concluido las interacciones anteriores referentes al fenómeno de óxido-reducción, está en condiciones de enfrentar un balanceo propiamente dicho con base en la cantidad de electrones en transferencia en una reacción química. Para ello se presenta la siguiente interactividad “Balanceo rédox”:

*Propósito:* que el alumno aplique sus conocimientos sobre estados de oxidación a una reacción química y a partir de esa información, balancee dicha reacción manipulando numéricamente los electrones cedidos y ganados por las sustancias.

*Actividad:* el alumno debe observar la reacción que se le plantea en la interacción y analizar los elementos involucrados en las sustancias, ya que es ahí donde tiene que detectar al que se oxida y al que se reduce y a partir de ello contestar dos preguntas para integrar las semirreacciones (fig. 17) y luego completar un balanceo de las cargas presentes en cada semirreacción (fig. 18) para determinar la cantidad total de electrones que han sido transferidos del elemento oxidado al elemento reducido en la reacción total.

Una vez completados los balanceos de las semirreacciones se tienen dos ecuaciones parciales de la misma ecuación química; en esta parte de la interacción se solicita al alumno que escriba en su cuaderno la suma de las ecuaciones parciales, indicándole que los reactivos se suman con reactivos y los productos con sus correspondientes (fig. 19).

El ácido nítrico y el ácido sulfuroso reaccionan para formar monóxido de nitrógeno, azufre y agua:



La ecuación esquemática para el agente oxidante es:  $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{NO}$

La ecuación esquemática para el agente reductor es:  $\text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{S}$

Esas son nuestras ecuaciones esquemáticas de la reacción, ahora debemos verificar que estén balanceadas. Comenzaremos con la del agente oxidante:



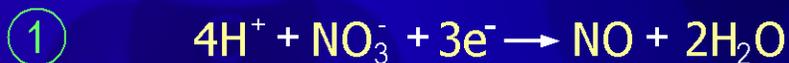
de las siguientes sustancias, ¿cuál se agregaría del lado de los productos para balancear el oxígeno?



Fig. 17. Completando las semirreacciones en una reacción rédox

Cuando el educando ha resuelto la suma debe verificar su resultado dando clic en “Continuar” y terminar el balanceo de la reacción.

El ácido nítrico y el ácido sulfuroso reaccionan para formar monóxido de nitrógeno, azufre y agua:



Ahora balancea las cargas netas de la semirreacción del agente reductor:



Es momento de igualar el total de electrones en ambas semirreacciones ... [Continuar](#)

Fig. 18. Balanceando las cargas netas en cada semirreacción

Las interacciones consecuentes consisten en una reducción de términos semejantes (como en las clases de álgebra) ya que la ecuación obtenida de la suma de las ecuaciones parciales tiene como resultado una ecuación grande y con términos semejantes a ambos lados de la "flecha de reacción", los cuales al momento de eliminar o reducir, dejan la ecuación buscada, la reacción balanceada tanto en reactivos como en productos (fig. 20).

El ácido nítrico y el ácido sulfuroso reaccionan para formar monóxido de nitrógeno, azufre y agua:

$$\text{H}^+\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$$


---

①  $8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$

---

②  $3\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 3\text{S} + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$

---

Una vez igualados los electrones en ambas semirreacciones se suman: los "reactivos" del lado izquierdo de la flecha y los "productos" del lado derecho.

*Escribe la suma de ambas semireacciones en tu cuaderno y resuélvela*

Cuando hayas hecho tu suma clicla el botón para concluir el balanceo... **Continuar**

Fig. 19. Suma de las ecuaciones parciales (semirreacciones balanceadas)

*Habilidades:* análisis e interpretación de información, cálculo mental, pensamiento hipotético y deductivo.

*Conceptos y palabras clave:* agente oxidante, agente reductor, carga neta, semirreacción, electrón ( $e^-$ ), protón ( $H^+$ ), ión.

*Sugerencias didácticas:* antes de comenzar con la actividad el profesor debe retomar los conceptos y palabras clave, para que el alumno los recuerde y tenga presentes, porque todos son empleados en el desarrollo de la interacción hasta su conclusión.

La actividad exige atención del alumno y de tomar apuntes desde el principio cuando se presenta la reacción descrita en el encabezado de la pantalla (fig. 17). A partir de ahí el profesor debe dar seguimiento a los avances de cada estudiante, ya que se pueden presentar dudas al respecto del agente oxidante, agente reductor o de las semirreacciones. En caso de presentarse duda, es necesario que el docente retome los conceptos e ilustre gráficamente al educando.

El ácido nítrico y el ácido sulfuroso reaccionan para formar monóxido de nitrógeno, azufre y agua:

$$\text{H}^+\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$$


---


$$8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + 6\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{S} + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$$


---


$$8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{S} + 6\text{H}^+$$


---


$$2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$$

$$2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$$

Esta es la ecuación balanceada de la reacción descrita al principio: 2 moléculas de ácido nítrico reaccionan con 3 moléculas de ácido sulfuroso para producir 2 moléculas de monóxido de nitrógeno mas 4 moléculas de agua y 3 moléculas de azufre.

Continuar

Fig. 20. Reacción balanceada obtenida a partir de la reducción de términos semejantes

La actividad también invita al alumno a que escriba y realice algunas operaciones en su cuaderno de notas, el profesor debe dar un tiempo de 3 a cinco minutos máximo para que el estudiante concluya cada operación y luego continuar con el trabajo en el interactivo.

Aunque se ven muchas fórmulas químicas y números el docente tiene que hacer énfasis en que se trata de una serie de pasos razonados y fundamentados en los estados de oxidación y que a partir de la manipulación matemática y electrónica se llega a un resultado al igual que con otro método como el tanteo, y para ver su ventaja del primero ante el segundo es conveniente “retar” al alumno a resolver por tanteo el balanceo de la siguiente reacción:  $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

#### 2.4.5.3. Balanceo por el método del mínimo común múltiplo (m. c. m.)

Una forma de integrar conocimientos básicos de matemáticas a los de la química y con la interacción anterior, es balancear reacciones químicas por el método del mínimo común múltiplo (m. c. m.), el cual permite al educando relacionar operaciones aritméticas básicas y el balanceo de reacciones propio de la química.

Ya que el estudiante ha adquirido los conocimientos básicos sobre el fenómeno de oxidación-reducción, y balanceado ecuaciones por el método rédox es conveniente que proceda al balanceo de las ecuaciones químicas con otro método y así adoptar el que más le agrade o se le facilite. Para ello se sugiere la siguiente actividad, donde se aplican todos los conocimientos previos construidos en este interactivo.

*Propósito:* que el alumno manipule los estados de oxidación de las sustancias implicadas en una reacción química y la balancee por el método del mínimo común múltiplo, integrando de esta manera sus conocimientos construidos.

*Actividad:* Balancear ecuaciones de reacciones químicas haciendo uso de los números de oxidación de las sustancias y del mínimo común múltiplo (fig. 21), para ello debe recordar los estados de oxidación de algunas sustancias que ya ha trabajado en la actividad c) descrita en la página 68 (fig. 16). En esta actividad el alumno tiene que calcular mentalmente o recordar algunos números de oxidación. Una vez hecho esto, calcula el mínimo común múltiplo de los números totales que aparecen automáticamente en pantalla.

La forma de calcular el m. c. m. debe ser recordado por el profesor ya que el alumno tiene conocimientos de sus cursos previos de matemáticas y probablemente no recuerde como calcular el mínimo común múltiplo.

Lo demás está descrito en la pantalla de actividad y el alumno ya está familiarizado con ello, pues ha trabajado con las actividades de balanceo y sólo tiene que seguir las instrucciones que aparecen.

*Habilidades:* análisis, razonamiento matemático, cálculo del estado de oxidación de los átomos, balanceo por m. c. m.

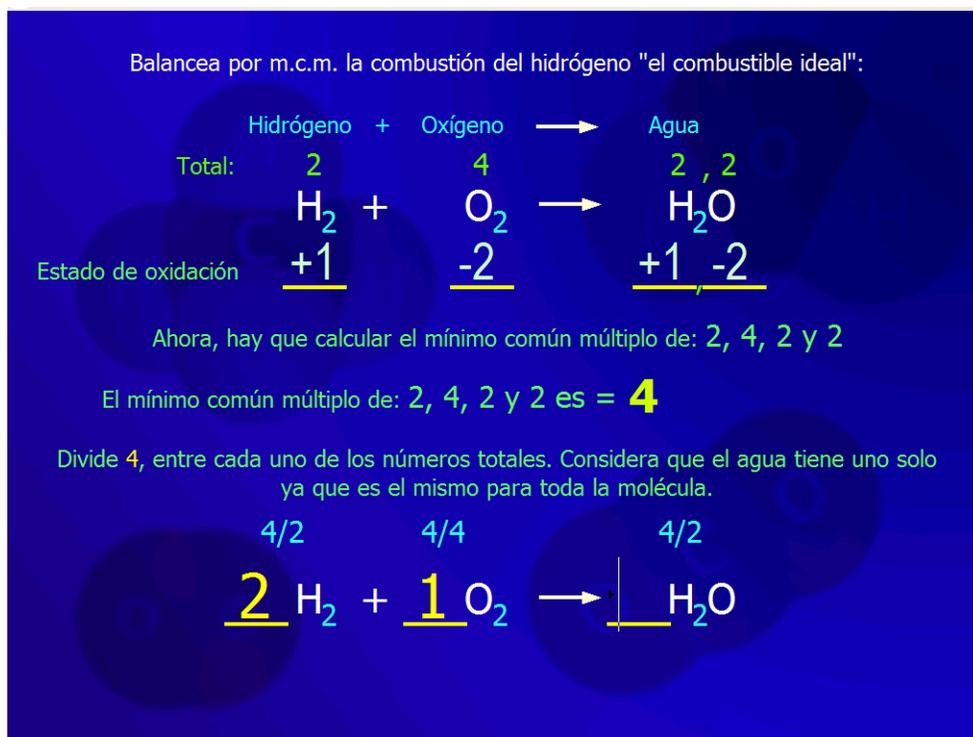


Fig. 21. Balanceo de reacciones por el método del m. c. m.

*Conceptos y palabras clave:* mínimo común múltiplo, fórmula química, coeficiente, subíndice, introducción al concepto de mol.

*Sugerencias didácticas:* en esta actividad el alumno pone en práctica sus conocimientos construidos a lo largo del trabajo con el interactivo, principalmente los relacionados con el estado de oxidación de los átomos presentes en un compuesto, estos conocimientos los aplica para obtener los estados de oxidación totales a los cuales calcula el mínimo común múltiplo y encuentra los coeficientes, por su parte el docente supervisa el trabajo individualmente.

Es probable que el alumno encuentre más sencillo este método que el de rédox, hay que aclararle que es así para las reacciones de síntesis o de sustitución simple, pero tienen igual complejidad para los otros tipos de reacciones, y que debe dominar bien ambos métodos y luego decidir por el que más le agrade o facilite.

El profesor se puede encontrar con dudas de los alumnos en cuanto a la información mostrada en la pantalla, la cual está presentada de la siguiente manera (fig. 22).

1. Reacción en lenguaje común

2. Reacción en fórmulas químicas

3. Números de oxidación de cada átomo

4. Números de oxidación total del átomo en la fórmula

5. Instrucción para el cálculo del m. c. m.

6. Ecuación química de la reacción

Balanza por m.c.m. la siguiente reacción:

Cloruro de Aluminio III + Hidróxido de Sodio → Hidróxido de Aluminio + Cloruro de Potasio

Total: 3, 3    1, 1    3, 3    1, 1

Estados de oxidación:  $\text{AlCl}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 + \text{KCl}$

+3 -1    +1 -1    +3 -1    +1 -1

Ahora, hay que calcular el mínimo común múltiplo de: 3, 1, 3 y 1

El mínimo común múltiplo de: 3, 1, 3 y 1 es = 3

Divide 3, entre cada uno de los números totales. Considera uno solo por cada sustancia ya que es el mismo para toda la molécula.

3/3    3/1    3/3    3/1

1  $\text{AlCl}_3$  + 3  $\text{KOH}$  → 1  $\text{Al(OH)}_3$  + 3  $\text{KCl}$

Esta es la ecuación balanceada correctamente

Ir a menú

Fig. 22. Información mostrada en la interacción de balanceo por m. c. m

Descripción de la información de la figura 22:

1) la reacción se describe primero en palabras de los nombres de las sustancias presentes en ella, para que el alumno las conozca como tal,

2) dicha reacción es traducida al lenguaje químico, es decir con fórmulas donde se muestran los elementos componentes de cada sustancia para que el alumno conozca la fórmula química y se familiarice con su escritura y lectura,

3) la interacción solicita al alumno que escriba los números de oxidación debajo de cada átomo o grupo de átomos (p. ej.  $\text{OH}^-$ ) de cada fórmula con la finalidad de comprobar sus conocimientos construidos en las interacciones pasadas.

4) el interactivo calcula simultáneamente los números de oxidación totales de cada elemento y los muestra para que el alumno los identifique y a partir de ellos calcule su mínimo común múltiplo,

5) enfatiza al alumno a realizar un cálculo de mínimo común múltiplo sobre los números obtenidos como estados de oxidación totales en la fórmula de cada sustancia; es aquí donde el docente puede recordar la forma de calcular este número,

6) una vez calculado el m. c. m. el estudiante está en condiciones de calcular los coeficientes de cada fórmula presente en la reacción química, los coeficientes se calculan como el cociente del m. c. m. encontrado entre el estado total de oxidación de cada sustancia y de esta forma obtener la ecuación química propiamente dicha y que por consecuencia está balanceada.

Al concluir el balanceo de la reacción, se puede volver al menú y salir.

## 2.5. Fin del interactivo

Al inicio del interactivo el alumno introdujo su nombre (fig. 2, pág. 47), y fue dando seguimiento a sus avances a lo largo de todas las actividades completadas mediante el reporte de actividades generado por el propio interactivo (pág. 62, fig. 13). Una vez que el estudiante completa todas las interacciones, puede salir de una forma automática del software (fig. 23), mostrando antes el reporte final de todas las actividades y en lugar de la opción “Volver al menú” la opción “Salir”.



Fig. 23. Mensaje de que el alumno ha concluido todas las interacciones de los subtemas.

Todas las interactividades llevan un "registro de conclusión", una leyenda que dice si el alumno concluyó o no la actividad, cuando todas se han concluido, entonces el "programa" automáticamente reconoce que no hay más interacciones por realizar y le permite al estudiante la opción de salir (fig. 24).



Fig. 24. Fin del interactivo

## 2.6. La evaluación del dominio de los métodos

En esta parte de la propuesta el alumno aplica los conocimientos que adquirió durante las actividades anteriores. Puesto que tiene los conocimientos suficientes, resuelve ejercicios donde puede balancear una reacción de las tres formas, por el método del tanteo, por el de óxido-reducción o por el del mínimo común múltiplo; él tiene la posibilidad de escoger el método que más le agrade. Desde luego, que el docente tiene que corroborar que el educando domina todos los métodos de balanceo trabajados en el interactivo.

Este apartado de la propuesta está encaminado a realizar la evaluación final del alumno en cuanto al grado de dominio de cualquiera de los métodos de que trata la propuesta.

Cabe recordar que el interactivo genera un reporte de actividades por alumno y que la evaluación depende tanto de la información desglosada en el archivo de texto (reporte) y que sirve para dar seguimiento al aprendizaje del alumno como del resultado obtenido en los ejercicios de balanceo propiamente dichos.

Para evaluar el dominio de los métodos el profesor debe recurrir a dos formas: una con los ejercicios del propio interactivo donde los ejemplos de reacciones de óxido-reducción son variados (la mayoría son de reacciones de combustión por ser cotidianos al educando), que le permite al alumno recordar y utilizar sus conocimientos construidos en las interactividades y experimentos, pero además, le permite transponer dichos conocimientos a las demás reacciones, que no desarrolló o experimentó durante las actividades de la propuesta pedagógica, puesto que la el interactivo contiene 10 ejemplos diferentes de cada método y el alumno sólo trabaja de cinco de ellos, los otros cinco se utilizan con fines evaluativos, para los cuales le son útiles las habilidades y conceptos que desarrolló y aprendió durante el trabajo con el interactivo y el laboratorio.

Finalmente como el alumno tomó notas de los ejercicios durante el trabajo con el interactivo, es preciso aplicar la segunda forma, un instrumento de evaluación por escrito (Anexo B) para que se pueda ver la forma en que aplica lo aprendido pero sin la intervención de la computadora.

Cabe aclarar que los resultados de este instrumento de evaluación también serán considerados para hacer el tratamiento estadístico en el protocolo de investigación (siguiente capítulo), el tiempo no es un factor importante o necesario en la solución del instrumento ya que el centro de importancia está en la forma de resolver el instrumento, es decir, en los razonamientos y balanceos consistentes de las reacciones planteadas, que es lo que se pretende con la propuesta pedagógica.

## ● Capítulo 3

### PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

El presente capítulo aborda lo relacionado a la descripción de una posible investigación sobre la aplicación de la PROPUESTA PEDAGÓGICA COMPUTACIONAL PARA EL APRENDIZAJE DEL BALANCEO DE ECUACIONES POR LOS MÉTODOS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN Y EL MÉTODO DEL MÍNIMO COMÚN MULTIPLO y está diseñado para que pueda ser llevado a la práctica por todo aquél (investigador o profesor) que desee saber el resultado de tal aplicación. Se ejemplifica parte de la obtención de algunos datos estadísticos como el tamaño de la muestra, la varianza y el estadístico de prueba a emplear.

Para la recolección de datos estadísticos se sugieren algunos instrumentos especialmente diseñados para tales fines, que están incluidos en los anexos al final de este documento recepcional.

Los libros de texto que se emplearon de referencia para el diseño de este protocolo de investigación son: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN de Roberto Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 4ª edición para describir la metodología que en este caso es cuantitativa; ESTADÍSTICA ANTOLOGÍA 3 Y 4 de la Academia de matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional, para describir los tratamientos estadísticos de los datos y el estadístico de prueba.

#### 3.1. Planteamiento del problema

##### 3.1.1. Objetivos de investigación de la propuesta

➤ Explorar si la “Propuesta computacional para el aprendizaje del balanceo de ecuaciones químicas por los métodos de óxido-reducción y mínimo común múltiplo” es un material didáctico práctico (que permite mejorar los resultados obtenidos con el método convencional) y viable (capaz de realizarse en las escuelas secundarias del D. F.) en apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje.

➤ Obtener datos estadísticos (calificaciones, tiempos de realización de las actividades) que permitan sustentar una mejor comparación entre el método convencional y la propuesta alternativa.

➤ Averiguar el promedio de calificaciones que obtienen los alumnos usuarios de la propuesta pedagógica.

### **3.1.2. Interrogantes surgidas a partir de lo que se pretende con la propuesta pedagógica**

⇒ ¿La calificación obtenida en una prueba común, es en este caso un instrumento de evaluación donde resuelven problemas referentes al balanceo de ecuaciones, y que consta de cinco problemas diferentes en planteamiento y solución, es mayor en el alumno usuario de la propuesta que los que aprenden con el método convencional de enseñanza?

⇒ ¿Es esta propuesta un recurso que media entre el contenido y el educando de manera que éste último construye su saber en el proceso de aprendizaje?

### **3.1.3. Justificación**

Junto con la elaboración de la PROPUESTA COMPUTACIONAL PARA EL APRENDIZAJE DEL BALANCEO DE ECUACIONES QUÍMICAS POR LOS MÉTODOS DE ÓXIDO-REDUCCIÓN Y MÍNIMO COMÚN MÚLTIPLO para nivel secundaria empleando la computadora, surge la necesidad de investigar el impacto que dicha propuesta tiene cuando se pone en uso con los alumnos. Además ya que la forma en que los estudiantes aprenden química es un tema poco explorado en México una investigación de este tipo aportaría datos interesantes y relevantes para hacer nuevas propuestas, y para mejorar la enseñanza-aprendizaje de la química en nuestras secundarias.

### **3.1.4. Viabilidad de la investigación**

La investigación está pensada para escuelas secundarias de la Región San Lorenzo Tezonco en Iztapalapa D. F. integrada por 15 escuelas con un promedio de 200 alumnos en tercer grado en cada una, lo cual permite estimar una población de 3000 alumnos. Se puede decir que la investigación es totalmente viable considerando que se realizará sobre dos muestras representativas de dicha población y en cuanto a los recursos materiales y económicos sólo se requiere que dichas escuelas cuenten con aula de medios, lo cual es una característica común en estos planteles mencionados. También se usarán copias de los instrumentos para la recolección de datos las cuales son costeables, por la cantidad de copias que podrían necesitarse según el tamaño de las muestras.

### **3.2. Variables sobre las que va a estar el peso de la contrastación de los datos obtenidos**

- ✓ Promedio de calificación obtenido por los estudiantes que aprenden empleando la propuesta contra el promedio de los estudiantes que aprenden de manera convencional, a través de una prueba común (Anexo B).
- ✓ Tiempo empleado en resolver los balanceos de ecuaciones en el interactivo.
- ✓ Cambio de actitud hacia la química (de indiferente o negativa a participativa y positiva) de los estudiantes que usan la propuesta.

### **3.3. Pregunta de investigación**

¿Con la propuesta los estudiantes aprehenderán los fundamentos y razonamientos de los métodos de balanceo de ecuaciones, y esto se ve reflejado en el promedio de calificaciones obtenidas en una prueba, siendo mayor en los alumnos usuarios de la propuesta que de los que aprenden con el método convencional?

### 3.4. Hipótesis de investigación

- **H<sub>Inv</sub>**: El promedio poblacional  $\mu$  de calificaciones obtenidas por los alumnos usuarios de la propuesta es mayor al promedio  $\mu_0$  obtenido por los alumnos que aprenden con el método convencional del docente.

#### 3.4.1. Hipótesis estadísticas: nula y alternativa

- **H<sub>0</sub>**: El promedio poblacional  $\mu$  de calificaciones obtenidas por los alumnos usuarios de la propuesta no es mayor al promedio  $\mu_0$  obtenido por los alumnos que aprenden con el método convencional.

$$\mathbf{H_{Inv} \leq H_0}$$

$$\mathbf{H_0: \mu_0 \geq \mu}$$

- **H<sub>1</sub>**: El promedio poblacional  $\mu$  de calificaciones obtenidas por los alumnos usuarios de la propuesta es mayor al promedio  $\mu_0$  obtenido por los alumnos que aprenden con el método convencional del docente.

$$\mathbf{H_{Inv}: \mu > \mu_0}$$

### 3.5. Diseño de investigación

Ya que para fines de esta investigación se emplean dos muestras o grupos de alumnos uno de los cuales se expone a la propuesta pedagógica (grupo experimental) y el otro usa el método convencional de enseñanza (grupo de control) por tanto, el diseño para esta investigación es experimental.

### 3.6. Población y muestra

Para realizar la investigación de la aplicación de la propuesta se requiere de una población. Ésta, debe tener los siguientes...

### 3.6.1. Criterios de inclusión:

- ⇒ escuelas secundarias públicas de la Región San Lorenzo Tezonco en la Delegación Iztapalapa del D. F. del turno matutino que cuenten con un aula de medios o red escolar
- ⇒ profesores de ciencias que imparten la asignatura de química en el tercer grado de secundaria que deseen participar
- ⇒ alumnos de tercer grado de secundaria

Y para que los resultados de la investigación no corran el riesgo de ser afectados, quedan excluidas para participar en ésta, según los siguientes...

### 3.6.2. Criterios de exclusión:

- ⇒ las escuelas secundarias públicas de la Región San Lorenzo Tezonco en la Delegación Iztapalapa del D. F. del turno matutino que no cuenten con un aula de medios o red escolar,
- ⇒ profesores que impartan la asignatura de química en el tercer grado de secundaria pero que no tengan formación en ciencias,
- ⇒ docentes que aún siendo del área de ciencias no deseen participar,
- ⇒ alumnos de grados previos al tercer grado de secundaria.

Lo anterior describe a grandes rasgos las características que debe tener la población donde se desee aplicar e investigar la propuesta pedagógica. Una vez establecida la población, se procede a determinar la muestra poblacional. La unidad de análisis o muestra, y que para esta investigación será probabilística, la integrarán:

*Los alumnos de tercer grado del curso de química en escuelas secundarias en la Región San Lorenzo en la Delegación Iztapalapa del D. F., cada uno de los cuales contestará a los instrumentos elaborados correspondientes, para determinar la funcionalidad de la propuesta en el aprendizaje del balanceo de ecuaciones por los métodos del mínimo común múltiplo y de óxido-reducción (prueba común, reporte de actividades en la computadora e instrumentos para el alumno).*

### 3.6.3. *El tamaño de la muestra “n”*

Para realizar la investigación de la propuesta, se sugiere una confiabilidad de del 95%.

Con este parámetro de precisión se puede determinar el tamaño de la muestra y para ello hay que considerar que el muestreo es sin reemplazamiento, además que se obtendrán dos muestras, una para estudiar los resultados del método convencional y otra para estudiar los resultados obtenidos con la propuesta.

Pero ¿cuál es el menor número de unidades muestrales (alumnos de tercer grado de secundaria) para conformar las muestras que aseguren una confiabilidad del 95%, y un error estándar del 0.05?

Para determinar el tamaño de la muestra es conveniente hacer un muestreo piloto en una escuela elegida aleatoriamente de la población, de la cual se toman dos grupos de 40 alumnos (promedio de alumnos en este grado de secundaria) esto es para que se estime la varianza de la población. Y con los datos de precisión y varianza, entonces se calcula el tamaño de las muestras donde se realizará la investigación propiamente dicha. Los pasos para determinar el tamaño de las muestras son los siguientes:

A) Suponiendo que las calificaciones de los 40 alumnos usuarios de la propuesta y tomados aleatoriamente en la muestra piloto fueron las siguientes: 8, 7, 6, 8, 5, 7, 7, 9, 6, 8, 10, 9, 7, 8, 9, 8, 5, 6, 9, 8, 7, 5, 6, 8, 6, 9, 7, 6, 7, 7, 7, 6, 9, 8, 8, 7, 8, 7, 6, 5.

La media muestral calculada sería:  $\bar{x} = \frac{289}{40} = 7.225$

Y la varianza muestral:

$$s^2 = \frac{(8 - 7.225)^2 + (7 - 7.225)^2 + \dots + (6 - 7.225)^2 + (5 - 7.225)^2}{40} \Rightarrow s^2 = \frac{65}{40} = 1.625$$

Con estos datos calculamos el tamaño que debe tener cada muestra de nuestra población en cuestión y sobre ellas hacemos los cálculos de la media muestral de ambas muestras a los cuales se les aplicaría el estadístico de prueba.

### **3.7. Contrastación de la propuesta y el método convencional**

La PROPUESTA PEDAGÓGICA COMPUTACIONAL PARA EL APRENDIZAJE DEL BALANCEO DE ECUACIONES POR EL MÉTODO DE ÓXIDO-REDUCCIÓN Y EL MÉTODO DEL MÍNIMO COMÚN MÚLTIPLO está planteada a partir de las deficiencias del método convencional empleado en las aulas de secundaria y para hacer la comparación entre ambas formas de enseñanza, se deben tomar dos muestras de alumnos: una en la que trabajen con la propuesta y otra en la que se trabaje sólo con el método convencional.

El método convencional de enseñanza al que se refiere este protocolo de investigación es el caracterizado en la página 9 de este documento y usado comúnmente en las aulas de secundaria para el tema del balanceo de ecuaciones químicas.

### **3.8. El método de la investigación**

Se toman dos muestras de la población:

La primera trabajará únicamente con la forma convencional de enseñanza el tema del balanceo de ecuaciones por los métodos del mínimo común múltiplo y el de óxido-reducción. El tema debe ser abordado en 8 sesiones de 50 minutos cada una de manera secuenciada.

La segunda muestra trabajará únicamente con la propuesta pedagógica en la misma cantidad de sesiones y tiempo. El tiempo está distribuido de la siguiente manera, 1 sesión para cada uno de los dos primeros temas, 2 sesiones para cada uno de los otros dos temas, y 1 sesión para cada actividad experimental. El orden de estas sesiones es el mismo que está descrito en la propuesta.

### 3.9. Evaluación de los resultados

La variable a contrastar es el promedio  $\bar{x}$  de calificaciones obtenidas en cada muestra y los datos a tratar son las calificaciones obtenidas por los alumnos de cada muestra, se utiliza un instrumento común (Anexo B) para ambas muestras el cual será aplicado al final de las 8 sesiones y cuidadosamente calificado por el profesor. Esta prueba debe ser aplicada a los alumnos en las mismas condiciones de tiempo, lugar, temperatura, iluminación, salón, etc. es decir que las condiciones del proceso se mantengan iguales para ambas muestras, siendo la única diferencia la utilización o no de la propuesta pedagógica.

Como no se pueden tener todas las calificaciones posibles de ambas poblaciones, se aprovecha la información obtenida de las dos muestras para hacer una comparación de los promedios poblacionales mediante una inferencia a partir de los promedios muestrales  $\bar{x}_1$  y  $\bar{x}_2$ .

Para realizar dicha inferencia se necesita valorar si la información contenida en la muestra aporta evidencia en contra de la hipótesis nula.

Además, aún cuando los promedios poblacionales sean iguales, los promedios muestrales están sujetos a la variación muestral, y no meramente son iguales siempre. Por tal razón se requiere de un estadístico de prueba que indique si la diferencia entre  $\bar{x}_1$  y  $\bar{x}_2$  puede ser considerada lo suficientemente grande como para rechazar la hipótesis nula.

Si la variable  $X$  se distribuye normalmente, la distribución muestral de  $\bar{x}$  también es normal. Al suponer que  $H_0$  es cierta el estadístico de prueba a emplear sería la “t de student” con  $n - 1$  grados de libertad. Es decir,

$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Pero si  $\sigma_1 = \sigma_2$  entonces se tiene que  $s_1$  y  $s_2$  son estimadores de una misma desviación estándar y se puede obtener a partir de ellos una sola estimación de esta desviación estándar denominada *estimación mancomunada de la desviación estándar*  $\bar{s}$ , y se calcula de la siguiente manera:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Y si puede demostrarse que  $H_0$  es cierta, los valores de diferentes muestras tienen una distribución “t de student” con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad, es decir:

$$t_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\bar{s} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Ahora bien, supongamos que ya se han obtenido las medias muestrales,  $\bar{x}_1$  de la muestra donde se aplicó la propuesta pedagógica y  $\bar{x}_2$  donde se empleó el método convencional para la enseñanza del tema del balanceo de ecuaciones químicas por los métodos del mínimo común múltiplo y de óxido-reducción, y que los valores poblacionales de desviación estándar son iguales, es decir,  $\sigma_1 = \sigma_2$ .

### 3.9.1. Regla de decisión

Para este planteamiento  $\alpha = 0.05$ . Si se está probando la hipótesis alternativa,  $H_1 = \mu > \mu_0$  por lo que  $\alpha$  se ubicará sólo en la cola derecha de la distribución “t de student” y el valor en la tabla (Apéndice A) de la distribución “t de student” con  $n_1 + n_2 - 2 = 264$  grados de libertad es  $t_{(264)} = 1.645$ , a partir de este valor se definen las regiones de rechazo y de no rechazo de  $H_0$ :

Es decir, no se rechaza  $H_0$  si  $t_c \in <-\infty, 1.645>$  y sí se rechaza si  $t_c \in [1.645, \infty >$  tal como se ilustra a continuación en la figura 25.

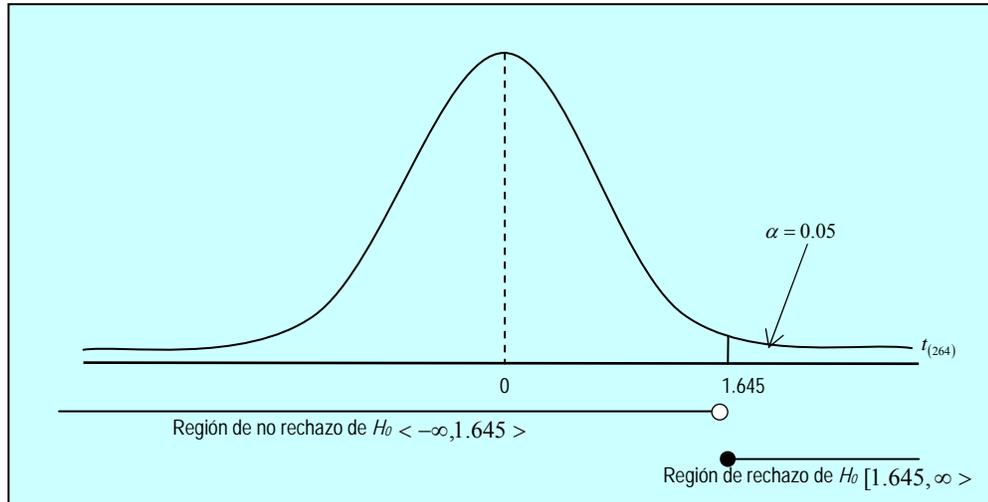


Figura 25. Regiones de rechazo y no rechazo de Hipótesis nula

Si por ejemplo, los valores maestres fueran: muestra con la propuesta pedagógica;  $\bar{x}_1 = 7.5$ ,  $n_1 = 133$ ,  $s_1 = 1.227$  y muestra con el método convencional;  $\bar{x}_2 = 6.5$ ,  $n_2 = 133$ ,  $s_2 = 1.121$ ; entonces se procede a realizar los siguientes...

### 3.9.2. Cálculos

Como  $\bar{x}_1 = 7.5$ ;  $n_1 = 133$ ;  $s_1 = 1.227$  y  $\bar{x}_2 = 6.5$ ;  $n_2 = 133$ ;  $s_2 = 1.121$  tenemos que

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$\Rightarrow \bar{s} = \sqrt{\frac{(133 - 1)1.227^2 + (133 - 1)1.121^2}{133 + 133 - 2}} = 1.381$$

Y por lo tanto:

$$\Rightarrow t_c = \frac{7.5 - 6.5}{1.381 \sqrt{\frac{1}{133} + \frac{1}{133}}} = 5.912$$

### 3.9.3. Decisión estadística

Como  $t_c = 5.912 \in [1.645, \infty >$ , se rechaza  $H_0$

### 3.9.4. Interpretación de los resultados

Como se rechaza  $H_0$  con  $\alpha = 0.05$ , hay evidencia suficiente para considerar con un 95% de confianza que el promedio de las calificaciones obtenidas con la propuesta pedagógica es mayor que el obtenido con el método convencional. Es decir, que  $\bar{x}_1 = 7.5$  es significativamente mayor que  $\bar{x}_2 = 6.5$  y por tanto también se cumple el objetivo de la propuesta pedagógica en cuestión.

EXPERIMENTO 1. Cascada de humo

**Propósito:** observar el comportamiento físico del humo producido al quemar una hoja de periódico, para explicar cómo la producción de humo (de fábricas, quema de basura y el transporte por automóviles) afecta al ambiente...

**¿Qué se necesita?**

- ⊕ 1 botella de plástico limpia y seca de 2 a 3 L con tapa (puede ser de refresco o agua)
- ⊕ 1 hoja de periódico
- ⊕ 1 tijera
- ⊕ 1 encendedor o cerillos

**¿Qué se debe hacer?**

- a) perforar la botella de plástico con la tijera a tres cuartos de altura, el orificio debe ser de 1 cm de diámetro aproximadamente
- b) hacer un rollito con la hoja de periódico, el rollito debe entrar por el orificio de la botella
- c) colocar el rollito de la hoja en el orificio, debe entrar hasta el centro de la botella y quedar inclinado hacia arriba en la parte exterior de la botella
- d) enciende la punta del rollito y observa lo que sucede en el interior de la botella

**Reflexiones y comentarios**

- ¿El fenómeno de quemar la hoja de periódico es una reacción de combustión?
- ¿Qué material es el que se deposita en el interior de la botella?
- ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas del material dentro de la botella?
- ¿Por qué este material se comporta de esa forma?
- ¿Qué consecuencias trae este fenómeno a gran escala para el ambiente, la economía y la sociedad?

## EXPERIMENTO 2: Bomba de Hidrógeno

**Propósito:** obtener el gas Hidrógeno para luego quemarlo y analizar la reacción en cuanto los reactivos involucrados y productos obtenidos.

### **¿Qué se necesita?**

- ⊕ 1 matraz erlenmeyer de 500 ml
- ⊕ 5 pilas AA de zinc carbón
- ⊕ 200 ml de ácido clorhídrico al 50%
- ⊕ 5 globos del #3
- ⊕ 6 m de hilo de algodón
- ⊕ 1 palito de bandera
- ⊕ 1 cajita de cerillos

### **¿Qué se debe hacer?**

- a) colocar las pilas sin etiquetas en el fondo del matraz
- b) vaciar los 200 ml de solución de ácido clorhídrico en el interior del matraz, cuidando de no derramarlo en la boca de éste
- c) tan pronto como se vacíe el ácido, colocar un globo (sin inflar) en la boca del matraz y esperar
- d) después de que el globo se infle a  $\frac{3}{4}$  de su capacidad, quitarlo y hacer rápidamente un nudo, luego
- e) amarrar el globo con 2 m de hilo de algodón, y con el palito de bandera acercar un cerillo encendido al globo, observa lo que sucede

### **Reflexiones y comentarios**

- ¿El fenómeno de quemar el gas dentro del globo, es una reacción de combustión?
- ¿Qué material es el que se encuentra en el interior del globo?
- ¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas del material dentro del globo?
- ¿Por qué este material se comporta de esa forma?
- ¿Qué consecuencias trae este fenómeno a gran escala para el ambiente, la economía y la sociedad?

**Instrumento común de evaluación para alumnos de ambas muestras**

Nombre del alumno (a): \_\_\_\_\_ Gpo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Escuela: \_\_\_\_\_

**Instrucción.** Balancea por el método rédox y del m. c. m. las siguientes ecuaciones químicas:



b) En un experimento de combustión de una masa de 58 gramos de butano se miden las masas de los productos y se obtiene que hay la misma cantidad de gramos de CO y CO<sub>2</sub>. Representa con una ecuación balanceada los resultados de esta experiencia.

c) Rodrigo estaba preparando caramelo, puso 342 g de sacarosa (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) al fuego y sin darse cuenta se le olvidó mientras contestaba una llamada telefónica, cuando se acordó vio que ya no había azúcar ni caramelo, ya que ésta reaccionó completamente con oxígeno atmosférico. Escribe la reacción balanceada de la sacarosa.

d) Accidentalmente se derramó ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) sobre un adorno de plata y se formó nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ). Por fortuna sólo se atacó un 5% en masa del adorno original, el cual tenía un contenido de plata del 80% en masa, si el total del nitrato fue de 2.0 g, ¿cuál era la masa del adorno antes del accidente?

e) Un experimento requiere de reaccionar bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) con ácido acético “vinagre” ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) en un vaso de precipitados, para producir carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), agua y dióxido de carbono. Escribe la ecuación balanceada de esta reacción.

## Valores de la distribución “t de estudent”

## APÉNDICE

GRADOS DE LIBERTAD ( <i>GL</i> )	NIVEL DE CONFIANZA 0.5	NIVEL DE CONFIANZA 0.1
1	6.3138	31.821
2	2.9200	6.965
3	2.3534	4.541
4	2.1318	3.747
5	2.0150	3.365
6	1.9432	3.143
7	1.8946	2.998
8	1.8595	2.896
9	1.8331	2.821
10	1.8125	2.764
11	1.7959	2.718
12	1.7823	2.681
13	1.7709	2.650
14	1.7613	2.624
15	1.7530	2.602
16	1.7459	2.583
17	1.7396	2.567
18	1.7341	2.552
19	1.7291	2.539
20	1.7247	2.528
21	1.7207	2.518
22	1.7171	2.508
23	1.7139	2.500
24	1.7109	2.492
25	1.7081	2.485
26	1.7056	2.479
27	1.7033	2.473
28	1.7011	2.467
29	1.6991	2.462
30	1.6973	2.457
35	1.6896	2.438
40	1.6839	2.423
45	1.6794	2.412
50	1.6759	2.403
60	1.6707	2.390
70	1.6669	2.381
80	1.6641	2.374
90	1.6620	2.368
100	1.6602	2.364
120	1.6577	2.358
140	1.6558	2.353
160	1.6545	2.350
180	1.6534	2.347
200	1.6525	2.345
∞	1.645	2.326

Tomado de Hernández Sampieri Roberto et. al. (2006). CD de Metodología de la investigación. McGrawHill. México.

Fuente: Wayen W. Daniel (1977), *Estadística con aplicaciones a las ciencias sociales y a la educación*. México: McGraw-Hill, p. 469.

Fuente original: Reproducido de *Documenta Geigy, Scientific Tables* (7a. ed.), cortesía de Ciba Geigy, Ltd. Basel, Suiza, 1970.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ALBORNOZ, Marcelo E. (2005). **El aprendizaje según Piaget**. Recuperado de <http://mayeuticaeducativa.idoneos.com/index.php/348494>
- ARAGÓN, Méndez María del Mar (2004). **LA CIENCIA DE LO COTIDIANO**. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias Vol. 1, N° 2, pp. 109-121
- BROWN L. Theodore; LeMay, H. Eugene; Bursten, Bruce E.; Burdge, Julia R. (2004). **Química la ciencia central**. 9ª Ed. Pearson Educación. México.
- CÓRDOVA, Frunz José Luis; (2002). **La química y la cocina**. Colección La ciencia para todos. No. 93. 2ª Ed. Fondo de Cultura Económica. México.
- CHANG, Raymond; College William. (2002). **Química**. 7ª Ed. Mc. Graw Hill. Colombia.
- FEJES, Marcela Elena, et. al. (2006). **Creación de simulaciones en ciencias**. Novedades educativas. No. 189. Septiembre. p. p. 49-53.
- GUTIÉRREZ, Rufina (1989). **Piaget y el currículum de ciencias**. Somos agua. España.
- GUZMÁN, Jesús Carlos y Hernández Rojas Gerardo. (1993). **Implicaciones educativas de seis teorías psicológicas**. SEP-CONALTE. México.
- HERRERA, Batista Miguel Ángel (2003). **"LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL APRENDIZAJE CONSTRUCTIVO"**. Revista Iberoamericana de Educación. S/N.
- HERNÁNDEZ, Sampieri Roberto, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio. (2006). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**. 4ª Ed. Mc Graw Hill. México.
- HIERREZUELO, Moreno José y Montero Moreno, Antonio. (2002). **LA CIENCIA DE LOS ALUMNOS. SU UTILIZACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA**. 1ª Ed. Fontamara. México.
- INHELDER, Barbel y Piaget, Jean (1985). **De la lógica del niño a la lógica del adolescente**. Paidós Ibérica. Barcelona.
- KIND, Vanessa. (2004). **Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química**. Aula XXI - Santillana. México.

- LEÓN, Cabrera Alejandro; Rodríguez, Aguilar Maricela; Cuevas, Vargas Ma. Del Pilar y Mata, Hernández Lilia. (1998). **Descubre el mundo de la química 1**. Pearson Educación. México.
- LIBEDINSKY, Marta. (2001). **LA INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA. Diseño y documentación de experiencias en el aula**. Paidós. México.
- OTEYZA, O. Elena; Hernández, G. y Lam, O. (1996). **Álgebra**. Prentice-Hall Hispanoamericana, S. A. México.
- PIAGET, Jean (1985). **Seis estudios de psicología**. 4ª Ed. Labor. Colombia.
- PIATTI, Claudio. (2006). **Discutir la enseñanza de las ciencias**. Novedades educativas. No. 189. Septiembre. pp. 42-43.
- POZO, J. I. y Gómez Crespo M. A. (2001). **Aprender y enseñar ciencia**. Morata. Madrid.
- SAINT-ONGE, Michel. (2000). **Yo explico, pero ellos... ¿aprenden?**. SEP-CFE. Biblioteca para la actualización del magisterio. México.
- SILBERBERG, Martin S. (2002). **QUÍMICA. La naturaleza molecular del cambio y la materia**. 2ª Ed. Mc Graw Hill. México.
- TALANQUER, Vicente (2005). **"El químico intuitivo"** Educación Química. Vol. 16, No. 4, octubre-diciembre 2005. Facultad de Química. UNAM. México.
- Universidad Pedagógica Nacional. (2005). **ESTADÍSTICA. Antología 3**. UPN. México.
- Universidad Pedagógica Nacional. (2005). **ESTADÍSTICA. Antología 4**. UPN. México.
- WOOLFOLK, Anita E (1996). **Psicología educativa**. 6ª Ed. Prentice Hall. México.
- YÁBAR, J. M. (2003). **El constructivismo en la práctica**. 3ª Ed. Laboratorio Educativo y GRAÓ. Madrid.